

**FONDO SECTORIAL PARA LA INVESTIGACION, EL DESARROLLO Y LA  
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA FORESTAL CONACYT-CONAFOR  
CONVOCATORIA C03-2014**

**Demanda única**

FASE I: Establecimiento de huertos semilleros asexuales con establecimiento y evaluación de Ensayos de Procedencias/Progenies: su propuesta de conversión a huertos semilleros sexuales, por región y especies forestales de interés para conservación y restauración, así como para plantaciones en los ecosistemas con potencial de producción (bosques, selvas y zonas áridas).

**Divisiones de investigación forestal IUFRO**

- 1- Silvicultura
2. Fisiología y Genética.

**Antecedentes**

La genética forestal es la rama de la genética general que trata especialmente el mejoramiento genético de las especies forestales. Su objetivo es establecer árboles genéticamente mejorados para la repoblación (Moreno *et al.*, 1986). La finalidad del mejoramiento en general considera lo siguiente:

- Mayor incremento volumétrico en madera, y en otros productos;
- Aumento de resistencia de los árboles contra factores adversos;
- Mejoramiento de la calidad de la madera u otros productos útiles en relación con su uso, densidad, color, brillo, etcétera.

El resultado de un programa de mejoramiento sólo puede medirse por la magnitud de la ganancia genética real obtenida al final del turno de mejora. En árboles forestales el tiempo necesario desde que se inicia el programa hasta que se pueden hacer comparaciones de fuente de semilla mejorada con fuentes no mejoradas debe ser alrededor de 30 años, dependiendo mucho de la especie y las técnicas aplicadas, sólo se puede hablar de resultados en sentido figurado (Moreno *et al.*, 1986).

El objetivo de los programas de selección de especies tiene un fin económico y de mejorar cuantitativamente la producción forestal, es decir, encontrar para cada sitio las especies que sean más productivas de acuerdo al objetivo de la reforestación (madera aserrable, pulpa, postes, leña, cortinas rompevientos, protección contra la erosión, obtención de resina, taninos), entre otras. (Moreno *et al.*, 1986; Zobel y Talbert, 1998).

**GERMOPLASMA EN PLANTACIONES FORESTALES ESTABLECIDAS EN MÉXICO.**

Alrededor de 48 especies del género *Pinus* crecen en los ecosistemas templados, semiáridos, mesófilos de montaña y tropicales de México. Además, un número indeterminado de especies arbóreas que tienen potencial para ser establecidas en plantaciones comerciales crecen en los ecosistemas tropicales. Sin embargo, no se ha vislumbrado la contribución de esta biodiversidad de los ecosistemas forestales a la economía nacional.

En una plantación, a diferencia de un bosque natural, la diversidad de especies no es recomendada, ya que una plantación forestal debe ser visualizada como un monocultivo, con sus particularidades encaminadas a la domesticación de especies arbóreas (Evans, 1984).

En México no se ha desarrollado investigación para generar paquetes tecnológicos de especies arbóreas mexicanas, y en el caso de especies exóticas los plantadores copian información tecnológica desarrollada en otros países sin verificar su validez en las condiciones climática y edáfica de México. El gobierno, técnicos y plantadores deben ser capacitados para que comprendan la importancia e implementen técnicas silvícolas avanzadas, en asociación con técnicas de mejoramiento genético, para aumentar el rendimiento y la calidad de los productos obtenibles, particularmente con el uso de especies de rápido crecimiento tales como del género *Eucalyptus*, entre otras.

Mundialmente las empresas plantadoras tienen amplios programas de mejoramiento para elevar su productividad. Sin embargo, en la encuesta realizada entre plantadores mexicanos, el 89% manifestó no contar con un programa de mejoramiento genético como parte de sus programas de plantaciones (Figura 1). Una de las razones es la falta de conocimiento de la importancia de un programa de mejoramiento genético, aunque varios manifestaron la ausencia de un programa de tal fin a la falta de recursos económicos para ser invertidos o que bien sus proyectos son pequeños como para considerar este aspecto.

Las actividades de mejoramiento a gran escala son costosas como para que plantadores a escala mediana y pequeña inviertan en éstas, así que en el mundo se ha recurrido al establecimiento de Cooperativas, en las cuales los gastos del mejoramiento genético, así como sus beneficios son compartidos por los socios; entre ellos hay un libre intercambio de experiencias y de materiales mejorados (White *et al.*, 2007). Sin embargo, sólo dos empresas, Forestaciones Operativas de México y Plantaciones de Tehuantepec, indicaron ser miembros de una cooperativa de mejoramiento o tener asesoramiento sobre mejoramiento genético con otras instituciones. La primera con una organización extranjera y la segunda con un plan inicial de mejora genética con el Dr. Jesús Jasso Mata, del Colegio de Postgraduados. Adicionalmente, Santa Genoveva recibe asesoría en estos rubros por parte de profesionales del CATIE.

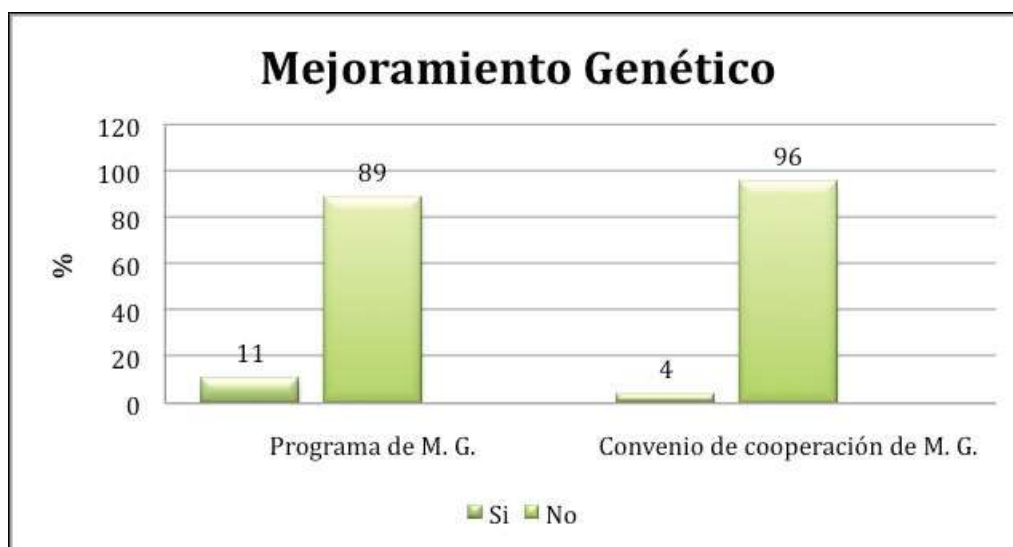


Figura 1. Porcentaje de plantadores que cuentan con un programa de mejoramiento genético y que cuentan con un convenio con alguna organización que posee un programa de mejoramiento o que les puede asesorar.

Dentro del éxito de una plantación comercial está la correcta selección de las especies y las procedencias (orígenes geográficos naturales de la especie) que serán utilizadas en el establecimiento de las plantaciones, en otras palabras, conocer los registros del pedigrí desde la selección hasta el establecimiento de los huertos semilleros son fundamentales para el éxito en los programas de plantaciones comerciales (Evans, 1984; White *et al.*, 2007).

La determinación de la procedencia geográfica de una especie es vital, ya que las plantas se adaptan a las condiciones ambientales donde crecen por selección natural a aspectos como la temperatura media, temperaturas extremas, precipitación, heladas, tipo y propiedades físicas y químicas de los suelos, e incluso el fotoperiodo que regula la forma y periodo de crecimiento de los árboles (White *et al.*, 2007). Si los factores ambientales son diferentes entre los lugares donde las plantaciones serán establecidas y su distribución natural de las especies, se tendrán problemas de adaptación, mortandad o simplemente crecimientos subóptimos, con las consecuentes pérdidas (Sáenz, 2004). De manera general, se recomienda usar la fuente local de germoplasma para plantaciones, como es el caso de especies nativas como cedro rojo, caoba o cualquiera del género *Pinus*.

El germoplasma es definido como cualquier parte tales como semilla, yemas, ramas o raíces de un individuo que da origen un nuevo individuo. En la adquisición de germoplasma al inicio de un programa de plantaciones se debe considerar contar con semilla o partes vegetativas proveniente de al menos 50 árboles (genotipos), dependiendo de la proyección del tamaño de la superficie en las que se establecerán las plantaciones, con el fin de garantizar variación genética que permita a los árboles crecer y sobrevivir a las posibles amenazas de agentes biológicos y condiciones físicas limitantes en el área de plantación. Otra ventaja de exigir germoplasma de varios clones o padres, es que la variación que haya entre estos genotipos puede ser la base para la selección de las fuentes de semilla u estacas para las futuras plantaciones en áreas locales, al desarrollar un programa de mejoramiento local.

## Importancia de los ensayos de especies, procedencia y progenie

Progenie son los árboles que se originaron de semilla que proviene de un árbol común. Los progenitores, árboles y clones seleccionados en diferentes procedencias con las características deseadas para una área determinada, no necesariamente darán hijos que mantengan las características deseadas en ambientes diferentes a los que existen en donde fueron seleccionados los progenitores. Esto justifica el establecimiento de ensayos de procedencia y progenies en el área proyectada antes del establecimiento de las plantaciones, debido a que permite conocer con precisión cuales fuentes de germoplasma tienen los rendimientos más altos en cada ambiente de plantación, y desechar las procedencias y progenitores (árboles productores de germoplasma) con rendimientos bajos. Los árboles seleccionados serán la fuente de semilla para el establecimiento de las plantaciones en las etapas avanzadas del programa de plantaciones comerciales. Para el éxito de tales ensayos se deben considerar registros que incluyan el origen de la semilla a nivel árbol, utilizada en el establecimiento de los ensayos, lugares de establecimiento, tipo de suelo y condiciones climáticas.

A través de mediciones periódicas de características deseadas en árboles de los ensayos, pueden seleccionarse las especies, procedencias y árboles que cumplen con las características necesarias para obtener productos de alta calidad en tiempos reducidos, para que así los dueños de plantaciones

maximicen sus ganancias. Los ensayos de procedencias-progenie permiten seleccionar los árboles que posean las características superiores y que transmitan esas características a las descendencias y calcular la ganancia genética después de cada generación de selección para cada característica evaluada; así mismo es posible evaluar en los ensayos la interacción genotipo ambiente, para determinar la superioridad de los progenitores en cuestión.

## Huertos semilleros

La mayoría de plantadores recolectan sus semillas de árboles individuales de rodales naturales, algunos de áreas semilleras, que son unidades productoras de germoplasma, para iniciar un programa de plantaciones comerciales, pero tendrán una ganancia genética limitada. Si se quiere maximizar la calidad genética y tener un abasto seguro y barato a largo plazo de germoplasma mejorado y adaptado al ambiente de la plantación se deben establecer huertos semilleros (Jaquish, 2004; Prieto y López, 2006).

Al inicio de un programa de plantaciones, los huertos semilleros pueden ser establecidos con germoplasma recolectado de árboles selectos en rodales naturales y plantaciones, sin embargo, es deseable que estos huertos semilleros sean remplazados por huertos constituidos por individuos genéticamente superiores de los cuales se han demostrado su superioridad genética a través de los ensayos de procedencias-progenie. Los árboles o clones en los huertos semilleros deben ser individuos genéticamente no emparentados para evitar problemas de endogamia, que se traduzca en menor adaptabilidad, crecimiento y menor producción de semillas viables.

Los huertos semilleros deben ser establecidos en terrenos accesibles, con infraestructura y fuera del área de plantaciones operativas para evitar contaminación de polen de individuos no deseados.

Los elementos que carecen de investigación sobre el tema, se enlistan a continuación:

- Propagación vegetativa y micropropagación.
- Ensayos genéticos como de procedencias y progenies.
- Producción de plantas en condiciones controladas.
- Plantación y producción de planta a raíz desnuda.
- Aclareos, podas y fertilización.
- Estudios de crecimiento.
- Estudios de sustentabilidad.
- Estudios de factibilidad económica y financiera.

## Objetivos

### Objetivo general

Realizar una primera fase (FASE I) en la cual se establezcan huertos semilleros asexuales con sus ensayos de procedencias/progenies. Concluido lo anterior, se podrá realizar la segunda fase (FASE II), una evaluación de los ensayos que permita identificar las procedencias/progenies superiores.

Con base en los resultados de las evaluaciones realizadas en la segunda fase, se podrán obtener las propuestas de conversión de ensayos a huertos semilleros sexuales así como la depuración genética de los huertos semilleros asexuales (FASE III), para finalmente obtener material genético superior,

por región y especies forestales de interés para conservación y restauración, así como para plantaciones en los ecosistemas con potencial de producción (bosques, selvas y zonas áridas).

### Objetivos específicos (FASE I)

1. Establecer huertos semilleros asexuales de especies forestales de interés, con el fin de proveer a mediano plazo, de material fenotípicamente superior a las plantaciones, reforestaciones con fines de conservación y restauración de áreas degradadas y/o que han sido aprovechadas de ecosistemas de bosques, selvas y zonas áridas.
2. Establecer ensayos de procedencias/progenies de especies forestales que son de interés para plantaciones, reforestaciones con fines de conservación y restauración de áreas degradadas y/o que han sido aprovechadas, de ecosistemas de bosques, selvas y zonas áridas, que sirvan como base para implementar programas de mejoramiento genético forestal.

### Productos esperados y metodología de la demanda única (FASE I)

Dada la naturaleza de la presente demanda y la necesidad de su desarrollo en tres fases, esta primera fase (FASE I), es fundamental para realizar el mejoramiento genético de especies forestales consideradas como prioritarias en los programas de la CONAFOR.

Por lo anterior, es necesario en dividirla en dos productos, que se realizarán de manera paralela en un plazo no mayor a 60 meses, con informes de avances semestrales.

| Productos  | Subproductos que conforman la demanda única   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuatro huertos semilleros asexuales por cada una de las 13 especies forestales de interés</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapa de distribución natural de las 13 especies de interés en el país y mapa de ubicación de los individuos superiores seleccionados, con la georeferenciación individual.</li> <li>2. Metodología de selección de los individuos superiores (árboles plus), que incluye las fichas técnicas de los individuos seleccionados.</li> <li>3. Memoria del proceso de producción de planta patrón, incluyendo costos.</li> <li>4. Metodología del proceso de injertación de cada una de las 13 especies forestales en cuestión.</li> <li>5. Memoria técnica y gráfica del proceso de establecimiento de cada uno de los huertos semilleros.</li> <li>6. Diseño estadístico del huerto semillero.</li> <li>7. Informe detallado del porcentaje de supervivencia por cada uno de los huertos semilleros.</li> <li>8. Informe detallado del porcentaje de mortandad por cada causa (incompatibilidad con el patrón, daño por heladas, sequías, por la calidad del suelo, etc.).</li> <li>9. Mapa de ubicación geográfica del polígono del huerto</li> </ol> |

| Productos  | Subproductos que conforman la demanda única   |
|--|---|
|  | <p>semillero.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>10. Programa de mantenimiento de cada uno de los huertos.</li> <li>11. Memoria fotográfica de cada proceso llevado a cabo para el establecimiento de los huertos (mínimo 2MB por imagen).</li> <li>12. Foro de transferencia de resultados a los funcionarios de la CONAFOR.</li> <li>13. Foro de transferencia de resultados por etapa para los actores del sector forestal.</li> <li>14. Publicación de un libro científico que contenga todos los resultados del establecimiento de los huertos semilleros con un tiraje de 1,000 ejemplares.</li> </ol>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 12 ensayos de procedencias/progenies establecidos por cada una de las 13 especies forestales de interés</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapa de distribución natural de las 13 especies de interés en el país y mapa de ubicación de los individuos superiores colectados, con la georeferenciación individual.</li> <li>2. Metodología de selección de los individuos superiores (árboles plus), que incluye las fichas técnicas de los individuos seleccionados.</li> <li>3. Porcentaje de emergencia de las semillas empleadas para la producción de las plantas.</li> <li>4. Metodología del proceso de producción de planta y control de identidad de las procedencias y progenies en el vivero.</li> <li>5. Memoria técnica y gráfica del proceso de establecimiento del ensayo.</li> <li>6. Diseño estadístico del ensayo.</li> <li>7. Mapa de ubicación geográfica del polígono del o de los ensayos establecidos.</li> <li>8. Memoria fotográfica de cada una de las etapas del establecimiento de los ensayos (mínimo 2MB por imagen).</li> </ol> |

### Descripción del producto 1

Revisión exhaustiva de bibliografía que contenga la distribución natural de la especie de interés, definiendo cuatro regiones a trabajar, para establecer un huerto por región, con esa información generar un shape file con datum WGS84 en sistemas de coordenadas geográficas, y entregar en formato digital y físico.

Descripción de la metodología para la selección y caracterización fenotípica de los individuos superiores, elaboración de expedientes sobre los huertos semilleros incluyendo la documentación legal que expide la SEMARNAT, la cual deberá sujetarse a la Norma Mexicana 169-ESTABLECIMIENTO DE UNIDADES PRODUCTORAS Y MANEJO DE GERMOPLASMA

FORESTAL-ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, toda vez que esta fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de julio de 2014.

Memoria donde se indique el proceso completo de producción de las plantas patrón que se emplearán para injertar, así como los costos de su producción.

Metodología de injertación debe contener desde la técnica a utilizar (ampliamente justificada) hasta la liberación del injerto y cuidados previos a la plantación.

Conformar una memoria técnica en donde se debe incluir desde la selección del terreno, análisis de calidad de los suelos, preparación del terreno y técnica de plantación, así como las actividades de manejo y monitoreo que se dará al huerto.

Desarrollar el diseño de la plantación, ya que es uno de los subproductos básico e importante, el cual deberá apegarse a lo previsto en los criterios establecidos por la CONAFOR (ANEXO I) y la NMX-169 mencionada anteriormente.

Elaborar un informe de manera detallada sobre la evaluación del porcentaje de supervivencia de los injertos en campo, así como el porcentaje de mortandad analizando sus causas.

Generar el shape file del huerto, y entregarlo con las características antes mencionadas, en digital y en físico.

Elaborar un programa de mantenimiento de los huertos establecidos, que incluya: el manejo del huerto (fertilizaciones, deshierbes, aclareos, podas, etc.); así como el monitoreo general de la fenología de la especie.

Cada proceso para el establecimiento debe estar bien documentado (con cada subproducto mencionado) así como con su memoria fotográfica.

## Descripción del producto 2

Debido a que deben estar perfectamente coordinadas todas las actividades para el establecimiento de huertos semilleros y de ensayos de procedencias/progenies, las actividades a realizar son muy similares, en algunos casos son las mismas, por ejemplo los dos primeros subproductos, ya que el germoplasma que se utilizará para ambas plantaciones provienen de los mismos individuos madre. Sin embargo, es preciso registrar el porcentaje de emergencia de los lotes de semillas recolectadas para producir las plantas para los ensayos, como una referencia de su potencial germinativo. Mientras que para el proceso de producción de las plantas que provienen de los individuos superiores, deberá documentarse y describirse la metodología para la producción de la planta utilizada, cuidando en todo momento el origen del germoplasma, es decir, teniendo bien identificadas las progenies y procedencias de donde es producida cada planta.

La descripción del proceso de plantación debe incluir desde la selección del terreno, análisis de calidad de los suelos, preparación del terreno y técnica de plantación, así como las actividades de manejo y monitoreo que se dará a los ensayos; finalmente el diseño de la plantación es uno de los subproductos básico e importante, el cual deberá apegarse a lo previsto en los criterios establecidos por la CONAFOR (ANEXO I) y la NMX-169; es importante que el producto contenga el mapa de ubicación geográfica del polígono del ensayo y la memoria fotográfica, bajo las especificaciones mencionadas anteriormente.

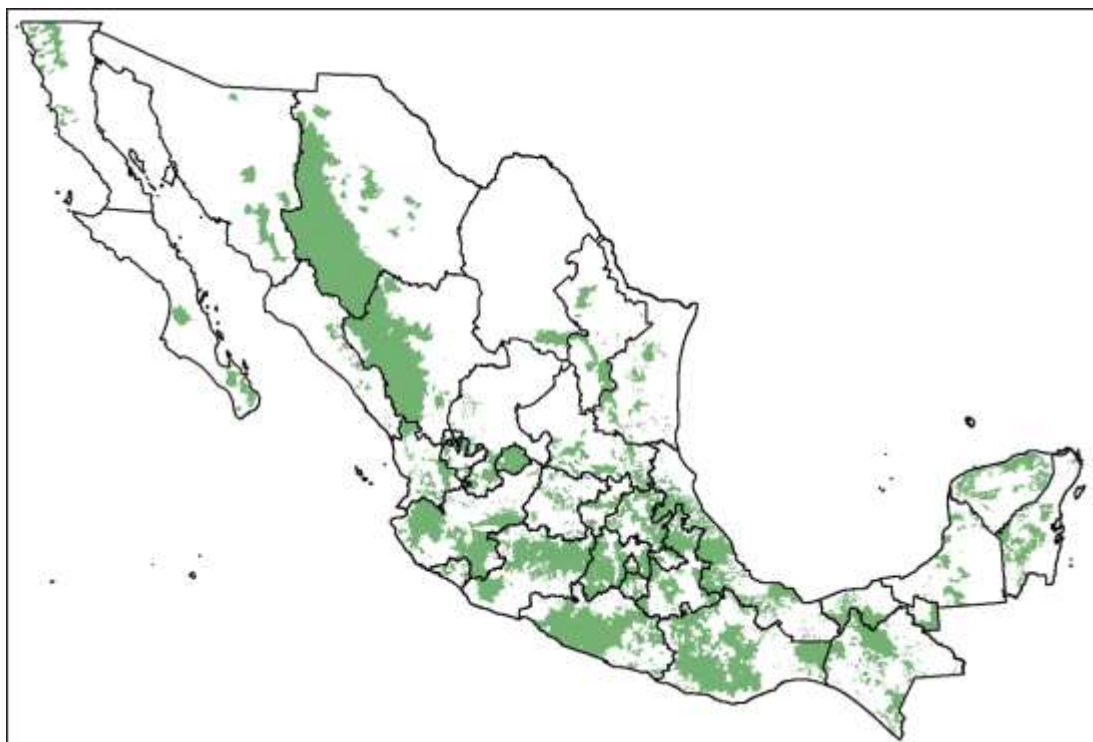
### Especies y lugares de aplicación del proyecto

Las áreas donde se realizará el proyecto corresponden a las áreas que son elegibles para la restauración de los ecosistemas forestales de bosques, selvas y zonas áridas, así como para realizar plantaciones comerciales y restaurar zonas en donde se han realizado aprovechamientos forestales.

Así mismo, las especies que fueron definidas como prioritarias obedecieron a estos mismos fines, siendo las especies forestales a trabajar:

| Especies forestales de interés |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| <i>Cedrela odorata</i>         | <i>Pinus engelmannii</i>     |
| <i>Prosopis laevigata</i>      | <i>Pinus greggii</i>         |
| <i>Pinus cembroides</i>        | <i>Pinus montezumae</i>      |
| <i>Pinus chiapensis</i>        | <i>Pinus patula</i>          |
| <i>Pinus douglasiana</i>       | <i>Pinus hartwegii</i>       |
| <i>Pinus durangensis</i>       | <i>Swietenia macrophylla</i> |
| <i>Pinus pseudostrobus</i>     |                              |

Las áreas a trabajar son las indicadas como sombreadas:



Usu

arios de los productos



Los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como los propietarios y poseedores de terrenos forestales o los titulares de autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables, de forestación y plantaciones comerciales, Unidades de Manejo Forestal, y los responsables de los servicios técnico forestales.

## Anexo 1. Metodología

Se deben seleccionar y evaluar en campo individuos fenotípicamente superiores con una distancia mínima entre sí de 100 metros; la evaluación consta básicamente de la caracterización fenotípica y su validación de superioridad deberá sustentarse por algún método (comparación o línea base).

El número mínimo de familias y/o clones a recolectar por especie es de 50, con un mínimo de 15 repeticiones, considerando un individuo por parcela, recolectados dentro de su área de distribución natural en la región a trabajar. Para fines de conservación de los genes de las especies a trabajar, en su rango de distribución natural y como medida de mitigación ante los efectos del cambio climático, se recomienda incluir poblaciones que se ubiquen dentro de los límites extremos en cada región (es decir aquellas ubicadas en los extremos en altitud, latitud, pendiente, temperatura y/o precipitación). El número mínimo de familias y/o clones (50) se deben establecer en todos los ensayos y/o huertos previstos.

Cada individuo superior deberá ser georeferenciado y mapeado, esta información se debe concentrar en una base de datos en Excel. El germoplasma a recolectar de los individuos superiores serán: yemas para establecer huertos semilleros asexuales y semillas para establecer ensayos de procedencias/progenies. Para realizar las actividades de recolecta y transporte del germoplasma se debe observar la normatividad legal correspondiente. Se debe generar una memoria técnica sobre la forma de colecta, los criterios que se tomaron y sobre el transporte tanto de las semillas como de las yemas.

Se debe registrar el porcentaje de emergencia una vez sembrado en el sustrato a producir, las plántulas para los ensayos. Para la producción de planta para patrón debe utilizarse preferentemente semillas que provengan de la región en donde se va a establecer el huerto o cercana a éste.

Para el caso de las plantas que se producen para establecer los ensayos, es preciso contar con toda la bitácora de manejo del germoplasma hasta su preparación para la plantación (incluido el transporte de la planta), describiendo así la metodología para ello, en donde se incluya el tipo de sustrato utilizado, el riego, la fertilización, manejo de sombra, etc.

Se debe desarrollar la metodología para realizar el proceso de injertación, en donde se describa desde la selección de la técnica de injertado hasta la liberación del injerto y su preparación para su establecimiento en el huerto, esta documentación debe ser tanto escrita como fotográfica. Además, puede utilizarse otra forma de reproducción vegetativa para formar el huerto.

En el caso del establecimiento de los huertos y de los ensayos, es preciso describir en un documento, como se realizó la selección del terreno, el cual debe tener una separación de al menos 100 metros de un bosque, selva o zona árida en donde se encuentren individuos de la misma especie o de cualquier fuente que puede contaminar el ensayo o huerto; su preparación (prácticas mecánicas y químicas en caso de realizar fertilizaciones), como se elaboraron las cepas, sus dimensiones, etc. El terreno debe estar delimitado por cercos, o brechas cortafuego, o señalizaciones especiales, que permitan ubicar visualmente sus límites o contornos. En su acceso principal debe contar con señalizaciones (letreros) que contengan la información relativa al nombre del predio, titular, si es un

huerto asexual o ensayo de procedencias/progenies, superficie, especie y año de establecimiento, y reconocimiento al fondo CONAFOR-CONACYT, y al responsable técnico. Al interior del huerto todos los individuos deben contar con su respectivo número o código que identifique a que clon pertenece, los cuales deben ser visibles.

El diseño estadístico de los huertos y de los ensayos a utilizar es de Bloques Completos al Azar, con la excepción de que en el momento que dos individuos de la misma familia o clon queden cercanos (juntos) deben reacomodarse, de tal manera que queden a una equidistancia de 20 m entre ellos, pudiendo estar al menos 2 familias o clones diferentes siempre, y cuando se respete esa distancia, esto con el fin de evitar en lo posible la endogamia dentro del ensayo o huerto.

Asimismo se debe elaborar un programa de mantenimiento del ensayo o huerto, en donde se consideren los costos de las actividades a realizar, dentro de las que se incluyen: protección contra incendios (brechas corta fuego, quemas controladas), fertilización, control de malezas, prevención y control de plagas y enfermedades, deben incluir las estimaciones de las cantidades de frutos, yemas, varetas y/o semillas producidas y registrar la cantidad que se colecta.

Para la evaluación de los huertos es preciso evaluar el porcentaje de supervivencia de los injertos en campo, así como el porcentaje de mortandad analizando sus causas (incompatibilidad con el patrón, daño por heladas, sequías, por la calidad del suelo (compactación o poca fertilidad)), de tal manera de que con estos resultados se pueda mejorar el proceso de injertación y establecimiento de los injertos en campo.

Para la evaluación de los ensayos, es preciso evaluar el porcentaje de supervivencia por ensayo y su porcentaje de mortandad por cada causa (daño por heladas, sequías, etc.) ya que con estos primeros parámetros se pueden ir definiendo las mejores procedencias/progenies. Los parámetros dasométricos a medir son: diámetro normal (cuando alcance los 1.30 m de altura), altura, conformación cualitativa como es el vigor del árbol,; valores medios de familias y procedencias, así como otros que se determinen con base en el objetivo de la especie de que se trate ( como la cobertura de la copa en *Pinus cembroides*).

En cuanto a la estimación de los parámetros genéticos, los que se van a evaluar son:

**Heredabilidad:** La heredabilidad a estimar es la de sentido amplio, dado que los individuos a evaluar son solo medios hermanos. Asimismo es preciso determinar el diferencial de selección, el cual depende del porcentaje de individuos seleccionados, determinado por la intensidad de selección y de la variabilidad fenotípica de la población. Con estos parámetros se obtiene la Ganancia Genética.

Para determinar el índice de selección se deben calcular las siguientes variables: selección individual, o bien una selección combinada de las mejores familias y los mejores individuos dentro de éstas. Con base en los resultados obtenidos se puede definir los mejores clones del huerto y las mejores familias en los ensayos, lo que ayudará a depurar los ensayos para convertirlos en un futuro a huertos semilleros sexuales.

Asimismo es preciso estimar las correlaciones genéticas y fenotípicas, ya que con los resultados obtenidos se puede determinar los impactos de selección en una característica sobre otras características de interés.

También es necesario estimar la interacción del genotipo-ambiente, esto con el fin de decidir que genotipos son los que se deben conservar tanto en los ensayos como en los huertos.

Fondo Sectorial para la Investigación,  
el Desarrollo y la Innovación  
Tecnológica Forestal



Con todos los parámetros genéticos obtenidos se sustentan las recomendaciones de eliminar ciertas procedencias/progenies y la conservación de los genotipos superiores.

Finalmente, con estos mismos resultados se pueden elaborar recomendaciones de movimiento de germoplasma por regiones trabajadas.

## REFERENCIAS

- A. Velázquez Martínez, A., et al. 2012. Situación Actual y Perspectivas de las Plantaciones Forestales Comerciales en México. Comisión Nacional Forestal / Colegio de Postgraduados, México. 448 p.
- B. Flores López, Celestino., López Upton, J y Valencia Manzo S. 2013. Manual Técnico para el Establecimiento de Ensayos de Procedencia/Progenie. Comisión Nacional Forestal, México. 154 p.