

¿Cómo hacerlo?

Algunas recomendaciones para la colección de germoplasma arbóreo

Ian Dawson¹
James Were²
Carmen Sotelo³
John C. Weber⁴

La domesticación de las especies arbóreas es muy importante, porque a diferencia de lo que sucede con los cultivos, una gran cantidad de ellas persisten en forma silvestre o semi-doméstica y la domesticación permite un uso más adecuado de esas especies. En la domesticación participativa los agricultores trabajan junto a los investigadores en la identificación, colección, evaluación, selección, manejo y multiplicación del germoplasma.

Hay muchas razones para la colección de germoplasma de árboles; una de ellas es la necesidad inmediata de semillas para productores, investigadores, extensionistas u otros usuarios. Por otra parte, con la tasa de deforestación acelerada que se produce en los trópicos, muchas especies de árboles - con su respectivo valor genético - podrían desaparecer y una colección permite conservar su germoplasma para estudio y uso futuro. Además, el germoplasma puede colectarse para programas de mejoramiento genético. Las colecciones ofrecen la base de la variación genética de las especies requerida para la selección y mejoramiento futuros. Como muchos árboles tropicales no están domesticados, las mejores fuentes de germoplasma son las poblaciones nativas.

Hay muchas estrategias para la colección de germoplasma; escoger la correcta en cada caso depende del propósito de la colección, de la biología de la especie y de la habilidad para seleccionar árboles con las características deseadas durante el muestreo. Para formar las colecciones se toman muestras del germoplasma genéticamente representativo de la población. Esto se conoce como "muestreo sistemático" e implica la colección de las semillas (u otra forma de germoplasma) de muchos árboles en una población individual. Esta es la estrategia utilizada por las instituciones nacionales, las comunidades agrícolas y el ICRAF para coleccionar semillas de *Calycophyllum spruceanum* y *Guazuma crinita* en la selva baja peruana (ICRAF, 1996). Se coleccionaron varias procedencias por cada especie, para disponer de un germoplasma que represente los ámbitos geográficos de las dos especies.

En algunas especies es posible hacer una selección fenotípica de árboles en poblaciones. Para que la selección resulte útil, las características más importantes de la especie deben tener una alta heredabilidad; por lo tanto, al momento del muestreo

¹ Especialista en germoplasma, ICRAF, P.O. Box 30677, Nairobi, Kenia. E-mail: i.dawson@cgnet.com

² Especialista en fisiología de semillas, ICRAF, P.O. Box 30677, Nairobi, Kenia. E-mail: j.were@cgnet.com

³ Forestal, ICRAF, INIA-PNIACT, Pucallpa, Perú. E-mail: c.sotelo@cgnet.com

⁴ Genetista forestal, ICRAF, INIA-PNIACT, Carretera Federico Basadre km 4.200, Pucallpa, Perú. E-mail: j.weber@cgnet.com

deben seleccionarse los árboles superiores. Esta estrategia se llama "colección específica" y aumenta la posibilidad de capturar material superior para programas de mejoramiento; fue el procedimiento que usaron los agricultores e investigadores para coleccionar *Bactris gasipaes* en Perú y *Sterocarya birrea* y *Uapaca kirkiana* en el sur de África (ICRAF, 1997). En todos los casos los investigadores coleccionaron semillas de los árboles que los

agricultores identificaron como productores de frutos con características superiores. Para *S. birrea* y *U. kirkiana*, el equipo de colección hizo un muestreo sistemático de semillas de árboles de varias procedencias con el fin de comparar la progenie de los dos tipos de muestreo (específico versus sistemático) en pruebas de campo y determinar si la selección fenotípica durante la colección había sido eficiente.

Glosario de términos usados en colecciones de germoplasma

Alogamia: producción de progenie por la transferencia de polen entre individuos (fecundación cruzada). Produce altos niveles de heterocigosis en las poblaciones. Muchos árboles utilizan este mecanismo.

Base genética: cantidad de variación genética en una especie o población. Maximizando la base genética muestreada durante la colección se puede prevenir la depresión por consanguinidad en futuras generaciones.

Depresión por consanguinidad: disminución en el vigor de una especie como resultado de la caída de los niveles de heterocigosis a un locus individual. Puede ocurrir en las especies que son preferentemente alogámicas, cuando la base genética es muy reducida.

Exótico: árbol que crece fuera de su hábitat nativo, normalmente como resultado de haber sido transplantado por el hombre. Estas poblaciones a menudo tienen una base genética reducida.

Germoplasma: material genético para multiplicar árboles; puede ser semilla, polen, propágulos vegetativos u otro material.

Heredabilidad: es la proporción de la variación total de una característica debida a factores genéticos. Si la característica no es altamente heredable, la mayor variación puede ocurrir por factores ambientales y la selección fenotípica durante la colección no tiene utilidad.

Simbiosis: efecto de la asociación entre dos organismos en la cual ambos resultan beneficiados; por ejemplo, bacteria u hongo y árbol.

Muestreo sistemático: colección de semillas de muchos árboles seleccionados al azar, pero con un buen distanciamiento, en la población individual de una especie. Proporciona muestras representativas de la población y la más amplia base genética posible.

Muestreo vegetativo: colección de materiales tales como cortes de tallos y raíces de una especie. No hay cambio genético.

Población: grupo de individuos de la misma especie que por lo general crecen en el mismo lugar y que se entrecruzan entre ellos; pueden pertenecer a diversas líneas.

Procedencia: grupo de árboles de una determinada área geográfica. No indica origen genético.

Selección fenotípica: elección de individuos hecha con base en su apariencia física, que puede o no reflejar su constitución genética, dependiendo de la heredabilidad de las características. También se conoce como colección específica.

Semilla ortodoxa: semilla que puede mantenerse viable por largos períodos de tiempo, si se procesa y almacena adecuadamente.

Semilla recalcitrante: la que pierde su viabilidad en poco tiempo, aún bajo condiciones adecuadas.

Viabilidad de la semilla: proporción de semillas que pueden producir plantas de buena calidad. A menudo se estima probando sus niveles de germinación.

En algunas ocasiones los colectores pueden hacer una "colección específica" por muestreo de tejido vegetativo. Este procedimiento puede ser útil para las colecciones de árboles superiores de especies frutales con semillas recalcitrantes, especies en peligro de extinción o en el caso de que los árboles seleccionados no produzcan

semilla durante el muestreo. Sin embargo, a pesar de que algunas veces el germoplasma se colecta en forma específica, este procedimiento sólo se recomienda en casos muy especiales, porque tiene una desventaja potencial: puede llevar a una reducción de la base genética de las poblaciones colectadas, con problemas

potenciales de plagas y enfermedades y la disminución de la producción en el futuro. Es muy importante mantener la base genética en los terrenos de los agricultores, sobre todo si están seleccionando y multiplicando árboles en ellos.

En primera instancia se recomienda el muestreo sistemático de semilla. A continuación se ofrecen algunas recomendaciones generales para este tipo de colecta en una población individual, agrupadas como "pasos apropiados" para antes, durante y después de la colección. A pesar de que algunos de esos pasos cambian si el muestreo específico es de semilla o tejido vegetativo, muchas consideraciones son las mismas. Para mayores detalles sobre colección de germoplasma de árboles, ver FAO (1995).

Antes de la colección

1. Definir con qué propósito se colectará el germoplasma.
2. Averiguar si el germoplasma adecuado y bien documentado está disponible en otras fuentes. Informar sobre los planes de colección, para evitar la duplicidad de esfuerzos en las mismas áreas.
3. Desarrollar una estrategia de colección para determinar:
 - **Dónde:** averiguar en qué áreas geográficas y ecológicas crece la especie y dónde puede colectarse (búsqueda de literatura, herbarios, experiencias de exploración)
 - **Cuándo:** decidir cuál es la mejor época para la colección. Esto puede requerir una visita previa al lugar para averiguar cuándo madura la semilla. A menudo las muestras de plantas brindan información sobre las fechas de producción de frutos y la recolección. Se debe tener en cuenta que los árboles suelen tener semilla una vez al año y que el período de producción de semilla puede variar entre años y regiones. Para especies con una temporada de producción de fruto prolongada, se deberían realizar varias colectas, para abarcar el ámbito de variación fenológica en la colección y no tener sólo semillas de árboles de fructificación temprana.
 - **Cómo:** estimar la cantidad de semilla requerida, para determinar la estrategia de muestreo

apropiada. Además, decidir si las semillas de árboles individuales deben mantenerse separadas o mezclarse para formar una sola muestra de la población. A veces para pruebas de investigación, se necesitan las colecciones de árboles individuales, mientras que en otros casos es suficiente con una colección a granel de toda la población. Si el material se colecta para distribuirlo enseguida entre los agricultores u otros usuarios, es más fácil manejar una colección a granel.

4. Identificar los requerimientos de manejo para la semilla de la especie y el tratamiento que debe dársele para asegurar una viabilidad máxima. Si la semilla es ortodoxa, se deben conocer las condiciones adecuadas de almacenamiento y determinar el período de viabilidad; si es recalcitrante, hay que determinar el manejo y la preparación requerida para sembrarla inmediatamente después de la recolección.



Existen muchas estrategias para la colección de germoplasma. En el caso del pijuayo (*Bactris gasipaes*) se realizó una "Colección específica" aumentando la capacidad de seleccionar material superior (Foto: J. Weber)

5. Asegurar que el equipo necesario para la recolección esté disponible. Es posible que se necesiten herramientas especiales, como serruchos de poda y equipo para trepar árboles o bolsas de tejido y no de plástico para la colecta, pues permiten la aireación.
6. Obtener los permisos necesarios. Si la recolección se realiza en tierras comunales o privadas, es necesario contar con una autorización del jefe de la comunidad o del propietario de la tierra. Para colectas o cosechas a gran escala se debe tener un permiso de las autoridades correspondientes. Si la colección se realiza en otro país, se debe contar con los respectivos permisos de exportación del país fuente e importación del país de destino.

Durante la colección

7. Hay que contar con una estrategia de muestreo para asegurar que este sea representativo de la población. Para eso, hay que tener en cuenta los siguientes lineamientos:
 - **Selección y número de árboles muestreados:** colecte semillas de por lo menos 30 árboles y si es posible, de más. No se debe usar la selección por criterio, aunque normalmente sólo se seleccionan los árboles que producen cantidades razonables de semilla.
 - **Colección de frutos:** en cada árbol recolecte semillas de diferentes puntos de la copa, especialmente si la especie es polinizada por insectos, porque los polinizadores individuales que llevan polen de diferentes patrones potenciales pueden haber visitado sólo parte de la copa y las semillas de diferentes puntos pueden ser genéticamente diferentes. Si no es posible coleccionar directamente de la copa, pueden recogerse las semillas y frutas que han caído naturalmente del árbol y se encuentran en el piso.
 - **Distanciamiento:** mantenga una distancia razonable entre los árboles muestreados, para reducir la probabilidad de coleccionar individuos con una estrecha relación genética. Lo ideal es que haya por lo menos 50m de distancia entre ellos.
 - **Mezcla de semillas:** si las semillas de los árboles muestreados se van a mezclar durante la colecta, cada árbol debería contribuir con la misma cantidad de semillas. No obstante, vale la pena mantener las muestras de árboles individuales separadas y hacer la mezcla al final, en proporciones iguales.
- **Enfoque pragmático:** estas guías o recomendaciones representan criterios ideales para un muestreo de población, pero en el campo hay que ser pragmático y realista.
8. Se debe asegurar, dentro de lo posible, que la semilla colectada esté fisiológicamente madura, pues de lo contrario la viabilidad podría ser muy baja.
9. No coleccionar demasiada semilla de una población en donde esté amenazada la supervivencia por regeneración natural.
10. En el caso de especies de árboles con simbiosis, tome muestras de suelo y de raíz durante la colección de semilla; esto es especialmente importante en el caso de las leguminosas que fijan nitrógeno atmosférico y que contienen *Rhizobium* o *Bradyrhizobium* en los nódulos de la raíz.
11. Documente el trabajo; asegúrese de guardar registros exactos y precisos durante la colecta. Se debe llenar una ficha de colección diseñada de antemano y que contenga, como mínimo, la siguiente información:
 - nombre de la especie
 - fecha de recolección
 - nombre de los colectores
 - localización del sitio; se debe incluir el nombre de la comunidad o poblado e indicaciones para ubicarlo (si es posible, consignar latitud y longitud de acuerdo con el mapa o con un Sistema de Información Geográfica)
 - número de árboles colectados en cada lugar
 - promedio aproximado de distancia entre árboles
 - identificador de cada muestra colectada (normalmente el número que se usará para etiquetar la semilla durante y después de la recolección).

Otra información que podría recogerse para la investigación y conservación de las colecciones es la siguiente:

- altitud, tipo de suelo, profundidad del nivel freático
- características morfológicas de los árboles en la población
- densidad de árboles en los rodales colectados
- estado de la población (natural, naturalizada o plantada)
- abundancia de la especie en el área
- tipo de vegetación (primaria o secundaria)
- especies asociadas
- intervención humana (si la hay)
- nombre local de la especie
- usos locales
- madurez de la semilla colectada
- presencia de plagas o enfermedades
- nombres de guías locales

Después de la colección

12. Asegurar que la semilla se procese correctamente y se almacene en forma óptima para garantizar su viabilidad hasta que se soliciten para la siembra. Normalmente se prueba la viabilidad de la semilla antes de almacenarla.

13. Hacer un archivo de la colección y distribuirlo entre las personas involucradas en la colección o interesadas en ella. Ese archivo debe incluir la siguiente información:

- objetivos de la colección
- metodología utilizada
- documentación recabada
- recomendaciones para el seguimiento del trabajo

14. En el caso de colecciones grandes, se recomienda duplicar el germoplasma en otros sitios de almacenaje por razones de seguridad.

El uso de la estrategia descrita permitirá contar con colecciones de germoplasma representativas de la población y con una amplia base genética, lo que es muy

importante en el caso de los árboles, porque la mayoría de las especies arbóreas son de fecundación preferentemente cruzada. Así se evitará la depresión por consanguinidad en las generaciones futuras, cuando el germoplasma sea distribuido a los usuarios. Además, los árboles tendrán una mayor capacidad de adaptación a los cambios de requerimientos en los sistemas agroforestales determinados tanto por el usuario como por las variaciones en las condiciones del medio ambiente.

REFERENCIAS

FAO, Forestry Resources Division, Forestry Department. 1995. Collecting woody perennials. Pp 485-509. En Guarino, L., V. Ramanatha y R. Reid (eds.) Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines. CAB International, Wallingford, UK.

ICRAF. 1996. Annual Report 1996. International Center for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya.

ICRAF. 1997. Annual Report 1997. International Center for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya.



Colecta de frutos de Bolaina blanca (*Guazuma crinita*) especie pionera de bosques secundarios de la Amazonia Peruana, produce buena madera para aserrío entre 5-8 años. Utilizada para revestimiento de exteriores y construcción rural (Foto J. Weber).