



MÓDULO 3

Cadena de abastecimiento de semilla y germoplasma de árboles

Notas de introducción para el profesorado

David Boshier e Ian Dawson



Agradecimientos

Los editores de este Manual de Formación en Recursos Genéticos Forestales quieren agradecer a Jarkko Koskela y Barbara Vinceti por su contribución a la hora de identificar la necesidad de este manual y por su apoyo continuo durante su preparación. Reconocemos el asesoramiento tan importante de un grupo de investigadores clave de Bioversity International –Elizabeth Goldberg, Jozef Turok y Laura Snook– quienes han apoyado durante varias etapas de este proyecto.

Este Manual de Formación fue validado durante diferentes eventos de capacitación en varios continentes. Nos gustaría agradecer los valiosos comentarios recibidos de muchos estudiantes y sus profesores.

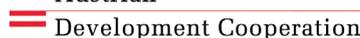
Nos gustaría también agradecer especialmente a Ricardo Alía del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) de España, por haber revisado los estudios de caso presentados en este módulo.

Finalmente, nunca hubiera sido posible la producción del Manual de Formación en Recursos Genéticos Forestales sin el apoyo económico de la Cooperación Austriaca para el Desarrollo mediante el proyecto 'Desarrollo de la capacidad de formación y recursos humanos para la gestión de la biodiversidad forestal', llevado a cabo por Bioversity International en el período 2004-2010. Nos gustaría también agradecer el apoyo económico adicional del proyecto SEEDSOURCE financiado por la Comisión Europea.

Todas las ilustraciones de las portadas fueron realizadas por Rosemary Wise y la diagramación fue creada por Patrizia Tazza. Agradecemos a ambas la belleza de su trabajo. La traducción al español fue realizada por Jesús Cordero.

Financiado por

Austrian



en colaboración con



Cita:

Boshier D y Dawson I. 2014.
Cadena de abastecimiento de
semilla y germoplasma de árboles
Notas de introducción para
el profesorado En: Manual de
Formación en Recursos Genéticos
Forestales. Editado por D. Boshier,
M. Bozzano, J. Loo, y P. Rudebjer.
Bioversity International, Roma,
Italia.

<http://forest-genetic-resources-training-guide.bioversityinternational.org/>

ISBN 978-92-9043-977-6
ISSN 2223-019X

Bioversity International
Via dei Tre Denari, 472/a
00057 Maccarese
Roma, Italia
© Bioversity International, 2014
Bioversity International es el
nombre operativo del Instituto
Internacional de Recursos
Fitogenéticos (IPGRI).

Módulo 3

Cadena de abastecimiento de semilla y germoplasma de árboles

Notas de introducción para el profesorado

*David Boshier, Departamento de Ciencias Vegetales,
Universidad de Oxford, Reino Unido
Ian Dawson, World Agroforestry Centre, ICRAF, Kenia*

Antecedentes

La plantación de árboles, ya sea en fincas o en plantaciones comerciales, para la restauración de bosques o la conservación de especies, depende de un suministro continuo de germoplasma (semillas o material vegetativo). Los métodos de recolección de germoplasma pueden variar, dependiendo de la especie o contexto en particular. Sin embargo, la necesidad de utilizar germoplasma genéticamente diverso es universal, si se quiere que las plantaciones sean productivas, viables a largo plazo y resilientes. Muchas especies arbóreas son exógamas y en general llevan una abundante carga genética de alelos recesivos deletéreos. Por tanto, cualquier tipo de endogamia como la autofecundación, en particular, puede tener impactos negativos tales como una reducción en la producción de semilla y la supervivencia que entrañarán una menor regeneración, tasas de crecimiento más lentas y menor productividad en la progenie, una tolerancia ambiental limitada y un aumento de la susceptibilidad a plagas y enfermedades. En consecuencia, el mantenimiento de una base genética amplia no sólo mejorará la capacidad de adaptación futura de los árboles sino que contribuirá a asegurar que la gente siga obteniendo los diversos beneficios derivados de los recursos arbóreos.

Sin embargo, la diversidad genética intraespecífica puede verse limitada por una serie de factores. Es posible que los agricultores, viveristas o recolectores comerciales recolecten germoplasma (semillas o esquejes) a partir de un pequeño número de árboles. La variabilidad en la fertilidad entre árboles puede contribuir a una rápida acumulación de individuos emparentados y consanguinidad en las generaciones posteriores. Además, es posible que después de las introducciones iniciales, el germoplasma de las generaciones posteriores de plantaciones se recolecte de los mismos árboles introducidos, lo que limita la introducción posterior de nueva diversidad. Los problemas genéticos también pueden ser motivo de especial preocupación para el material de vivero, donde la semilla endogámica puede sobrevivir en las benignas condiciones del vivero, pero dar lugar a material de plantación genéticamente deficiente.

La plantación y el éxito en el establecimiento de germoplasma diverso, para un abanico de especies y procedencias, requiere también del buen funcionamiento de sistemas de producción y de distribución de semillas de árboles y plántulas con los que llegar a un gran número de fincas dispersas y zonas relativamente remotas. Esto requiere una combinación adecuada de canales de comercialización formales e informales, tanto dentro como fuera del mercado, con los que estimular y satisfacer de manera eficiente las demandas diversas y cambiantes de la gama de clientes (p. ej. agricultores, sector, restauración, conservación) que requieren semillas de calidad.

No es sencillo determinar si el germoplasma utilizado en las fincas o en los programas de restauración y conservación es genéticamente diverso o deficiente. Existen varios métodos que pueden proporcionar, ya sea directa o indirectamente, ideas sobre los niveles de diversidad genética y los tamaños de

población efectivos del germoplasma recolectado. Los marcadores moleculares permiten comparar de manera directa la diversidad genética y la consanguinidad en adultos y plántulas de origen natural con las del material de vivero para diferenciar entre los cambios genéticos entre adultos en estado natural y sus cohortes de plántulas de los cambios genéticos relacionados con prácticas de vivero o recolección de semilla. Sin embargo, tales planteamientos son costosos y lentos, y por lo general sólo se usan con una especie de cada vez.

La realización de simples muestreos de línea de base del comportamiento reproductivo de las poblaciones arbóreas relevantes puede indicar si es probable que aparezcan problemas genéticos significativos en el material de vivero. La medición de la variabilidad entre los árboles en floración y la producción de semilla viable indicará si es posible que exista una gran variabilidad en la contribución relativa de los diferentes árboles a la siguiente generación y por lo tanto un cuello de botella genético por descifrar. Las técnicas de muestreo (p. ej. muestreos del origen del germoplasma, inventarios de árboles en fincas) pueden ofrecer también alternativas más fáciles y más baratas que se pueden utilizar simultáneamente con muchas especies. Sin embargo, estos métodos proporcionan información menos precisa y requieren más extrapolación.

Introducción a los Estudios de Caso del Módulo 3

Este módulo permite a los estudiantes considerar cómo afectan las diferentes partes de la cadena de suministro de germoplasma a la diversidad genética de las especies. Los dos estudios de caso presentan situaciones dispares. El estudio sobre *Araucaria* se centra en los esfuerzos de restauración para una especie en peligro en un país relativamente bien dotado de recursos, mientras que el estudio sobre viveros en África Oriental hace hincapié en el establecimiento de especies nativas o exóticas en terrenos de agricultores de escasos recursos. El módulo explora aspectos de los recursos genéticos forestales tales como:

- Materiales reproductivos – origen, recolección y distribución
- Procesos genéticos asociados a poblaciones pequeñas – cuellos de botella, mayor deriva genética, aumento de la endogamia y por ende homocigosis
- Tamaño efectivo de la población en comparación con el tamaño censal
- Sistemas sexuales – dioecia, hermafroditismo
- Mecanismos de autoincompatibilidad

Estudio de Caso 3.1 Cuellos de botella genéticos en la restauración de Araucaria nemorosa. Este estudio de caso presenta información procedente de estudios ecológicos y genéticos sobre una especie arbórea en peligro crítico, endémica en una pequeña área de Nueva Caledonia, una isla del Pacífico. Las acciones de conservación para la especie se centran en la restauración, lo que implica la recolección de semillas y la plantación en varios sitios. Se pide a los estudiantes que describan la cadena de suministro de semillas, identifiquen los riesgos genéticos asociados con las prácticas actuales y diseñen una estrategia para la recolección y el uso de semilla que garantice el mantenimiento de la diversidad genética en los esfuerzos de restauración. El ejercicio es apropiado para 1-3 grupos de 4-5 estudiantes.

Estudio de caso 3.2 Plantación de árboles en fincas en África Oriental: ¿cómo asegurar la diversidad genética? Este estudio de caso presenta información de una investigación sobre el abastecimiento de germoplasma por viveros, las cadenas de suministro de germoplasma, y las funciones de diferentes organizaciones en Kenia, Tanzania y Uganda, y las implicaciones de las prácticas actuales en cuanto a la diversidad genética. En particular, el estudio abarca el muestreo de semillas de árboles y el intercambio de germoplasma. Esto permite a los estudiantes examinar las influencias sobre la diversidad genética asociadas

a la recolección y canales de distribución de semillas para desarrollar acciones concretas con las que mejorar la diversidad en el sistema de germoplasma (p. ej. formas prácticas de recolectar y distribuir semillas/plántulas con las que garantizar la diversidad genética en viveros y en el material plantado en campo). El ejercicio es apropiado para 1-3 grupos de 4-5 estudiantes.

Cómo utilizar los estudios de caso

Los estudios de caso están diseñados para usarse como ejercicios de clase en los que elaborar estrategias de conservación para especies arbóreas específicas, para las que hay disponible gran cantidad de información. El profesorado puede emplear uno o ambos estudios de caso, según el interés geográfico, asuntos específicos de conservación, el tamaño de la clase y la disponibilidad de tiempo. Aunque los estudios de caso son de regiones tropicales, una amplia validación ha mostrado que son adecuados tanto para estudiantes de países tropicales como no tropicales. Si el número total de estudiantes es mayor que las cifras sugeridas, es mejor utilizar los dos estudios de caso del mismo módulo, en lugar de aumentar el tamaño de cada grupo. Si los grupos tienen más de seis personas, algunos estudiantes tienden a no contribuir a la discusión o a las tareas de su grupo.

Cada estudio de caso consta de:

- **El Estudio de Caso (propriadamente dicho)** – el cual presenta el ejercicio que se asignará a los estudiantes así como información procedente de investigaciones sobre la especie o temas en particular de recursos genéticos forestales.
- **Notas para el profesor** – proporcionan multitud de consejos prácticos sobre cómo preparar y realizar el ejercicio, y discutir las principales cuestiones de aprendizaje que los estudiantes deberían ser capaces de extraer del estudio de caso.
- **Información de contexto adicional** – puede utilizarse para presentar el estudio de caso a los estudiantes. Incluye videos y presentaciones en PowerPoint.
- **Materiales de referencia** – incluyen archivos PDF de publicaciones clave, relevantes para el estudio de caso.

Hay varias maneras de realizar los ejercicios, dependiendo del tiempo disponible y del número total de estudiantes. Los ejercicios funcionan mejor si los estudiantes pueden trabajar en grupos de 4 a 5 personas (no más de 6). Es preferible que los estudiantes hayan leído el estudio de caso antes de iniciar el ejercicio, *pues así no pierden tiempo valioso de clase mientras lo leen*. Entregue por tanto el estudio de caso en una clase previa y ¡recomiende que lo lean antes de la siguiente clase! ¡No sobra advertir que el profesor y sus asistentes deben estar familiarizados con el documento en su totalidad! Cada ejercicio dura aproximadamente 3 horas, distribuidas de la siguiente manera:

- **Introducción:** use el video y la presentación en PowerPoint – *aproximadamente 30 minutos*.
- **Trabajo en grupo:** los estudiantes discuten el estudio de caso entre ellos, respondiendo a cada punto específico y elaborando su estrategia. El profesor debe estar presente para responder las inquietudes que tengan los grupos. Sin embargo, no es necesario que el profesor esté presente todo el tiempo con la totalidad de la clase. Una vez que el profesor y los grupos consideren que han entendido la tarea y los temas, cada grupo se puede reunir por su cuenta para discutir y preparar la estrategia fuera de clase – *1,5 horas*.
- **Presentaciones:** cada grupo presenta oralmente su estrategia a la clase con la ayuda de papelógrafo, o con una presentación en PowerPoint,

donde anotarán los puntos principales – 10 minutos por presentación más 5 minutos después de cada una para que el resto de la clase y el profesor hagan preguntas o comentarios.

- **Discusión final:** liderada por el profesor, para permitir que los alumnos hagan comentarios generales sobre lo que les pareció bueno, lo que hizo falta, etc. – 10 minutos.

Publicaciones clave de carácter general

Antecedentes generales sobre los temas suscitados en este módulo

En el DVD que acompaña estas notas se pueden encontrar los siguientes documentos, así como también en la página web del Manual de Formación en Recursos Genéticos Forestales en www.biodiversityinternational.org. Estos proporcionan un contexto más amplio a los temas suscitados en este módulo y pueden ser utilizados por el profesorado para fortalecer su conocimiento y sugerir ideas sobre cada tema. N.B.: los tres volúmenes de Conservación y Manejo de Recursos Genéticos Forestales: volumen 2 (FAO et al. 2002), volumen 1 (FAO et al. 2007a) y volumen 3 (FAO et al. 2007b) cuentan con ejemplos de ecosistemas de zonas tropicales y templadas. El libro de Finkeldey (2005) es mucho más relevante para zonas tropicales, mientras que Geburek y Turok (2005) es más relevante para zonas templadas, en particular para un contexto europeo.

Temas sobre la cadena de abastecimiento de semilla y germoplasma de árboles

- *¿Dónde está la especie? ¿Cuántas poblaciones? ¿Cuáles? ¿De qué tamaño? ¿Qué información es necesaria?* FAO et al. (2007a), pp. 39-50. FAO et al. (2007b), pp. 9-17. Finkeldey (2005) pp. 185-187.
- *Materiales reproductivos – origen, recolección y distribución* FAO et al. (2007b), pp. 9-17, 41-42. Finkeldey (2005) pp. 76, 158-161, 188-189; Geburek y Turok (2005) pp. 448-456, 548-553, 567-570.
- *Enfoque participativo* FAO et al. (2007a) pp. 57-61, 74.
- *Supuestos y malentendidos acerca de las comunidades locales* FAO et al. (2007a) pp. 61-63.
- *Glosario de términos genéticos* FAO et al. (2007a) pp. 105-110; FAO et al. (2002) pp. 93-97; FAO et al. (2007b) pp. 84-89.

Boshier DH. 2004. Agroforestry systems: important components in conserving the genetic viability of native tropical tree species? En Schroth G, Vasconcelos H, Harvey CA, Gascon C, Fonseca G, editores. *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, USA. pp. 290-314.

Dawson IK, Lengkeek A, Weber JC, Jamnadass R. 2009. Managing genetic variation in tropical trees: linking knowledge with action in agroforestry ecosystems for improved conservation and enhanced livelihoods. *Biodiversity and Conservation* 18: 969-986.

Dawson IK, Vinceti B, Weber JC, Neufeldt H, Russell JR, Lengkeek AG et al. 2011. Climate change and tree genetic resource management: maintaining and enhancing the productivity and value of smallholder tropical agroforestry landscapes. *Agroforestry Systems* 81:67-78.

Dhakal LP, Lillesø J-PB, Kjær ED, Jha PK, Aryal HL. 2005. Seed sources of agroforestry trees in a farmland context - a guide to tree seed source establishment in Nepal. *Forest & Landscape Development and Environment Series 1-2005*, Hørsholm, Denmark.

FAO, CSFD, IPGRI. 2002. Conservación y ordenación de recursos genéticos forestales. Vol. 2: en bosques naturales ordenados y áreas protegidas (*in situ*). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.

FAO, FLD, Bioversity International. 2007a. Conservación y manejo de recursos genéticos forestales. Vol. 1: visión general, conceptos y algunos métodos sistemáticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.

FAO, FLD, Bioversity International. 2007b. Conservación y manejo de recursos genéticos forestales. Vol. 3: en plantaciones y bancos de germoplasma (*ex situ*). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.

Finkeldey R. 2005. An Introduction to Tropical Forest Genetics. Institute of Forest Genetics and Forest Tree Breeding, Georg-August-University Göttingen, Germany.

Geburek T, Turok J, editores. 2005. Conservation and management of forest genetic resources in Europe. Arbora Publishers, Zvolen, Eslovaquia.

Manual de Formación en Recursos Genéticos Forestales

MÓDULO 1 Estrategias para la conservación de especies

- 1.1 *Leucaena salvadorensis*: variación genética y conservación
- 1.2 *Talbotiella gentii*: variación genética y conservación
- 1.3 *Shorea lumutensis*: variación genética y conservación

MÓDULO 2 Árboles fuera del bosque

- 2.1 Conservación de la diversidad de especies arbóreas en cacao agroforestal en Nigeria
- 2.2 Opciones para la conservación de dos especies arbóreas fuera del bosque

MÓDULO 3 Cadena de abastecimiento de semilla y germoplasma de árboles

- 3.1 **Cuellos de botella genéticos en la restauración de *Araucaria nemorosa***
- 3.2 **Plantación de árboles en fincas en África Oriental: ¿cómo asegurar la diversidad genética?**

MÓDULO 4 Manejo forestal

- 4.1 Impactos de la tala selectiva en la diversidad genética de dos especies maderables amazónicas
- 4.2 ¿Degradan las talas selectivas la calidad genética de las generaciones futuras mediante selección disgénica?
- 4.3 Conservación de *Prunus africana*: análisis espacial de la diversidad genética para la gestión de productos forestales no maderables

MÓDULO 5 ¿Cuán local es lo local? – la escala de adaptación

- 5.1 Selección de material de plantación para la restauración forestal en el Pacífico noroeste de los Estados Unidos
- 5.2 Adaptación local y restauración forestal en Australia Occidental

Otros módulos en esta serie:

Plantaciones forestales, Domesticación de especies arbóreas, Restauración forestal, Modificación genética