



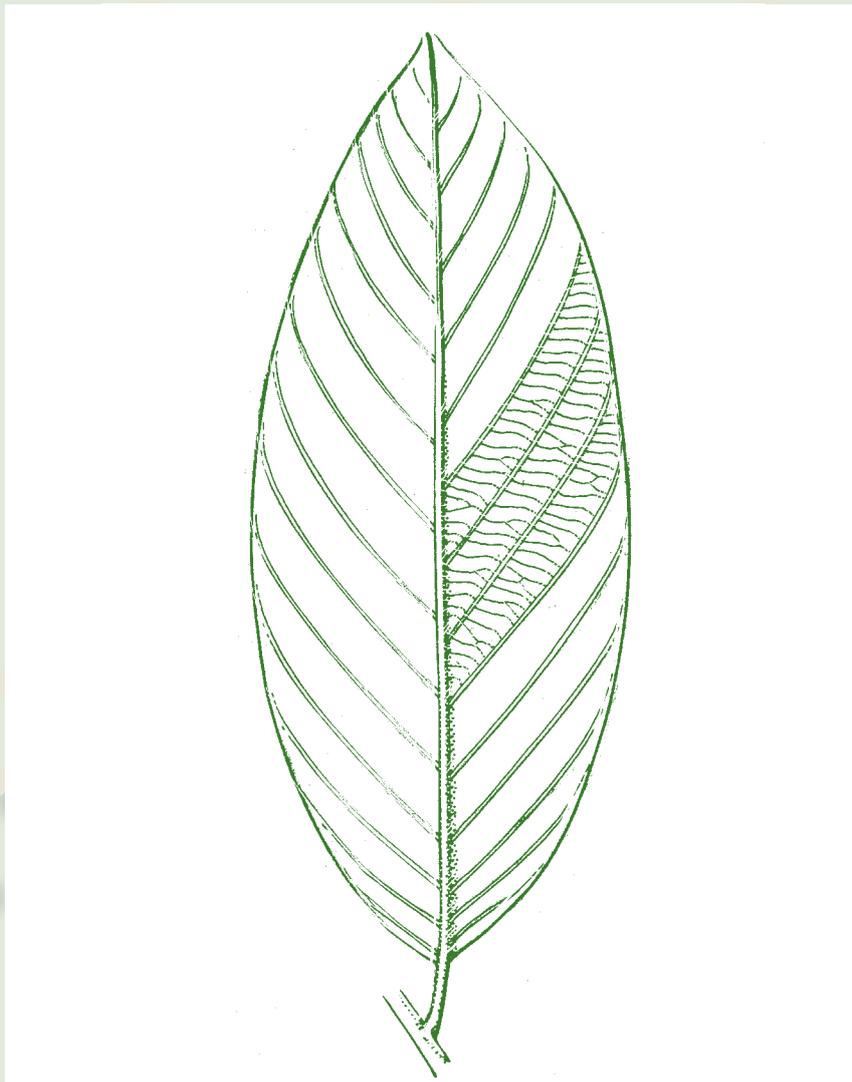
MÓDULO 1

Estrategias para la conservación de especies

Notas para el Profesor 1.3

Shorea lumutensis: **variación genética y** **conservación**

David Boshier



Reconocimientos

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.

Esta guía de capacitación fue validada durante varios eventos de capacitación en varios continentes. Nos gustaría agradecer los valiosos comentarios recibidos de muchos estudiantes y sus profesores, en particular los de Ricardo Alía y Santiago González-Martínez del Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA), España, y los de Peter Kanowski de la Universidad Nacional de Australia (ANU).

Nos gustaría agradecer especialmente a Lee Soon Leong, del Instituto de Investigación Forestal de Malasia (FRIM) el que haya puesto a nuestra disposición información adicional y fotografías para este estudio de caso. Nos gustaría también dar las gracias en particular a Thomas Geburek, del Departamento de Genética, Centro Federal de Investigación y Formación en Bosques, Riesgos Naturales y Paisaje (BFW), Viena, Austria, por revisar los estudios de caso presentados en este módulo. Sus valiosos comentarios produjeron mejoras sustanciales en el módulo.

Financiado por

Austrian

Development Cooperation

Las derechos de autor de las fotografías de la presentación PowerPoint pertenecen a Lee Soon Leong, David Boshier, 'New Scientist' y Royal Botanic Gardens, Kew.

en colaboración con



Finalmente, nunca hubiera sido posible la producción del Manual de Formación en Recursos Genéticos Forestales sin el apoyo económico de 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 periodo 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 e incorporadas en la maquetación al diseño creado por Patrizia Tazza. Agradecemos a ambas la belleza de su trabajo. La traducción al español fue realizada por Jesús Cordero.

Cita:

Boshier D. 2011. *Shorea lumutensis*: variación genética y conservación estudio de caso y notas para el profesor En: Manual de Formación en Recursos Genéticos Forestales. Editado por Boshier D, Bozzano M, Loo J, Rudebjer P. Bioversity International, Roma, Italia.

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

ISBN 978-92-9043-889-1
ISSN 2223-0165

Bioversity International
Via dei Tre Denari, 472/a
00057 Maccarese
Roma, Italia

© Bioversity International, 2011
Bioversity International es el nombre operativo del International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI).

MÓDULO 1

Estrategias para la conservación de especies

Notas para el Profesor 1.3

***Shorea lumutensis*: variación genética y conservación**

David Boshier, Departamento de Ciencias Vegetales, Universidad de Oxford

Introducción

El objetivo de estas Notas para el profesor es ayudar a los profesores a usar en la clase el Estudio de Caso 1.3 ***Talbotiella gentii*: variación genética y conservación**. Las notas:

- describen los conceptos clave que presenta el estudio de caso, con referencias a libros de texto sobre recursos genéticos forestales dónde encontrar explicaciones (referencias completas al final de estas notas).
- proporcionan consejos prácticos sobre cómo preparar y realizar el ejercicio, y discutir las principales cuestiones de aprendizaje (genéticas u otras) que los estudiantes deberían ser capaces de extraer del estudio de caso.
- ofrecen un comentario a la presentación PowerPoint utilizada para presentar el estudio de caso a los estudiantes. La presentación contiene fotos de la especie, la ubicación de las reservas en dónde se encuentra, asuntos relevantes relacionados con el uso de la tierra en la zona y figuras/cuadros del ejercicio.

En el DVD que acompaña estas notas se pueden encontrar los siguientes materiales de apoyo, así como también en la página web del Manual de Formación en Recursos Genéticos Forestales en www.biodiversityinternational.org

- Presentación PowerPoint del Profesor
- Vídeo – presenta información general sobre la tala y la conservación del bosque dipterocarpaceas en Malasia.
- El Estudio de Caso.
- Dos archivos PDF de los artículos en que se basa este estudio de caso: En estos artículos se pueden encontrar más detalles de la problemática (Lee & Krishnapillay 2004, Lee et al 2006).

Conceptos clave para introducir y considerar en este Estudio de Caso

Conservación en términos generales

- **Conservación *in situ* y *ex situ***: ver FAO et al. (2004a) pp 5-16, 33; FAO et al. (2001); FAO et al. (2004b); Finkeldey (2005) pp 181-198; Geburek & Turok (2005) pp 6-8, 535-562, 567-581.
- **Corredores biológicos**: ver FAO et al. (2004a) pp 43-44; FAO et al. (2001) pp 45-47, 64; Boshier et al. (2004).

Conceptos de genética

- **La regla 50/500 y el tamaño efectivo de población comparado con el tamaño censal** ver FAO et al. (2004a) pp 43-44; FAO et al. (2001) pp 7, 10, 61; FAO et al. (2004b) 10-12; Finkeldey (2005) pp 177, 181-198; Geburek &

Turok (2005) pp162-164, 420-431; Lee et al. (2006) p85.

- **Procesos genéticos asociados a poblaciones pequeñas –mayor deriva genética, cuello de botella, aumento de la endogamia y por ende homocigosidad:** ver FAO et al. (2004a) pp. 43-44; Finkeldey (2005) pp. 75-76.

Cómo realizar el ejercicio

Hay varias maneras de realizar el ejercicio dependiendo del tiempo disponible y del número de estudiantes. El ejercicio funciona mejor si los estudiantes pueden trabajar en grupos de 4 a 5 personas (no más de 6). Es mejor si los estudiantes ya han 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 completo! N.B: el ejercicio se situó en un contexto previo al año 2007, tanto en términos del estado de la especie como del perfil nacional. Aunque existe información más reciente y el contexto ha cambiado, estos no se incluyen pues no se consideran relevantes para el ejercicio.

Número ideal de estudiantes: 4-15

Duración ideal de la clase: 3 horas, distribuidas así:

Introducción - use el video y luego la presentación de PowerPoint - *aproximadamente 20 minutos.*

Trabajo en grupo: apropiado para 1-3 grupos, de 4-5 estudiantes cada uno. Cada grupo diseña una estrategia, pero utiliza un enfoque diferente y discute diferentes aspectos de manera que entre todo el grupo se tratan la mayoría de los temas. Los estudiantes discuten el estudio de caso entre ellos, respondiendo a puntos específicos y desarrollando su estrategia. El profesor debe estar presente para responder las inquietudes que tengan los grupos. Sin embargo, no es necesario que el profesor pase todo el tiempo con toda la clase reunida. 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 las horas de clase – *1.5 horas.*

Presentaciones: cada grupo presenta oralmente su estrategia a la clase con la ayuda de papelones o una presentación 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 y comentarios.

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

Información de contexto

Video – éste dura 5 minutos y presenta información general sobre la tala y la conservación del bosque de dipterocarpaceas en Malasia. Es muy útil para grupos que no conozcan este tipo de bosques y se puede excluir si los estudiantes están familiarizados con este contexto.

PowerPoint – presentación de aproximadamente 15 minutos. Incluye información de contexto sobre *S. lumutensis*, mostrando las condiciones en las cuales crece la especie. Además, permite explicar algunos puntos específicos tratados en el estudio de caso para los estudiantes.

Diapositiva 2 – fotos de hojas, flores y frutos de *S. lumutensis*.

Diapositiva 3 – mapa de la distribución de la especie en Malasia peninsular, restringida a cinco reservas, todas en una misma región.

Diapositiva 4 – foto del tipo de bosque montano donde se encuentra la especie, y datos sobre el número de árboles remanentes.

Diapositivas 5 a 7 – fotos de poblaciones de *S. lumutensis* que ilustran algunas amenazas en particular a la supervivencia de cada población.

Diapositiva 8 – muestra la necesidad de hacer investigación para lograr una conservación efectiva.

Diapositiva 9 – presenta los temas principales en los que se ha hecho investigación y proporciona las bases de los resultados presentados en el estudio de caso. Es importante tener en cuenta que los estudios ecológicos y genéticos son complementarios, y no excluyentes.

Diapositiva 10 – presenta los resultados del censo demográfico realizado.

Diapositiva 11 – presenta los principales resultados del censo sobre dinámica de poblaciones.

Diapositiva 12 - hace referencia a diferentes objetivos de la conservación. El profesor debe enfatizar la necesidad de que los estudiantes definan un objetivo para su estrategia de conservación. Frecuentemente los estudiantes no definen una estrategia o se les olvida explicar en qué consiste. Sin esta, es imposible juzgar la eficacia de una estrategia de conservación. Los objetivos deben ser pertinentes y realistas, y evitar el síndrome de “la operación quirúrgica fue un éxito, pero el paciente se murió” es decir, ejecutamos todas las actividades con éxito, pero no sirvieron de nada.

Diapositivas 13-14 tratan el tema del tamaño de la población. Relacione los valores ofrecidos en estas diapositivas con los tamaños de las poblaciones en el texto de los estudiantes (ver *Estado de la conservación*, página 4) y explique por qué el traslape de generaciones hace que el tamaño efectivo poblacional de estos remanentes sea inferior al tamaño censal.

Diapositivas 15 a 18 – resumen los diferentes enfoques para la conservación y los problemas asociados. Debería ponerse el énfasis en su naturaleza complementaria, no excluyente. El énfasis relativo que se le dé a la conservación *in situ* o *ex situ* cambiará dependiendo de las características de la especie y de la población objetivo.

Diapositiva 19 - muestra parte del Cuadro 4 y permite al profesor llamar la atención sobre la variación en las frecuencias alélicas entre poblaciones. Ciertos alelos ocurren con una frecuencia elevada en la mayoría de poblaciones (p.ej. *Slu110-222*, *224*; *Slu124-137*, *153*; *Slu175-220*, *226*). Algunos alelos muestran frecuencias elevadas en tan solo una o unas pocas poblaciones y por tanto dan una indicación de la diferenciación entre poblaciones, reflejando el impacto del tamaño poblacional y el flujo genético (p.ej. *Slu110-220SM*; *Slu124-133TM*, *165LU*; *Slu175-221TM*).

Diapositiva 20 – le permite al profesor explicar la importancia del dendrograma (Figura 2) y del Cuadro 3 del ejercicio, es decir, qué poblaciones están más estrechamente ligadas entre sí en términos genéticos. El profesor puede sugerir la idea de que esto puede ayudar a priorizar las poblaciones que conservar, aunque los datos muestran que de hecho existe poca diferenciación. Las

distancias geográficas entre poblaciones son muy cortas (Cuadro 3) y el área total de distribución de la especie es de tan sólo 20 km.

Diapositiva 21 – permite al profesor explicar la importancia del cuadro 5 y la figura 3 del ejercicio. En el cuadro 5 la especie muestra apareamiento mixto (algunos árboles mostraron principalmente alocriza y otros mostraron un alto grado de autocruzamiento) y la distancia media del flujo de polen. El tamaño de la unidad de mejoramiento genético está relacionado con la cantidad de genotipos paternos diferentes que estén representados en el total de frutos de un árbol madre. El área de la unidad de mejoramiento se calcula a partir de los estimados del análisis de paternidad del tamaño de la unidad de mejoramiento y las densidades encontradas en el censo de árboles adultos, sexualmente maduros. La figura 3 presenta los resultados de una simulación para calcular cuántos árboles se necesitarían para mantener los niveles actuales de diversidad genética en las poblaciones.

Diapositivas 22 a 24 – permiten al profesor repasar lo que los estudiantes deben hacer para ejecutar el ejercicio. El profesor hará hincapié en: a) la necesidad de ser específico en cuánto a los puntos que incluye la estrategia – los estudiantes tienden a ser muy generales en sus recomendaciones; b) la necesidad de priorizar – los estudiantes tienden a recomendar hacer de todo, sin entender que los recursos para estas acciones son extremadamente limitados; c) la necesidad de indicar qué información o pruebas utilizaron para justificar cada acción recomendada; d) que los estudiantes deben presentar un caso contundente capaz de convencer a un donante o a un gobierno de otorgarles fondos, promulgar una política, o legislar a favor de la conservación de la especie.

Puntos importantes a resaltar en la discusión e incluir en las estrategias de los estudiantes

Comentarios acerca de las preguntas en el Estudio de Caso

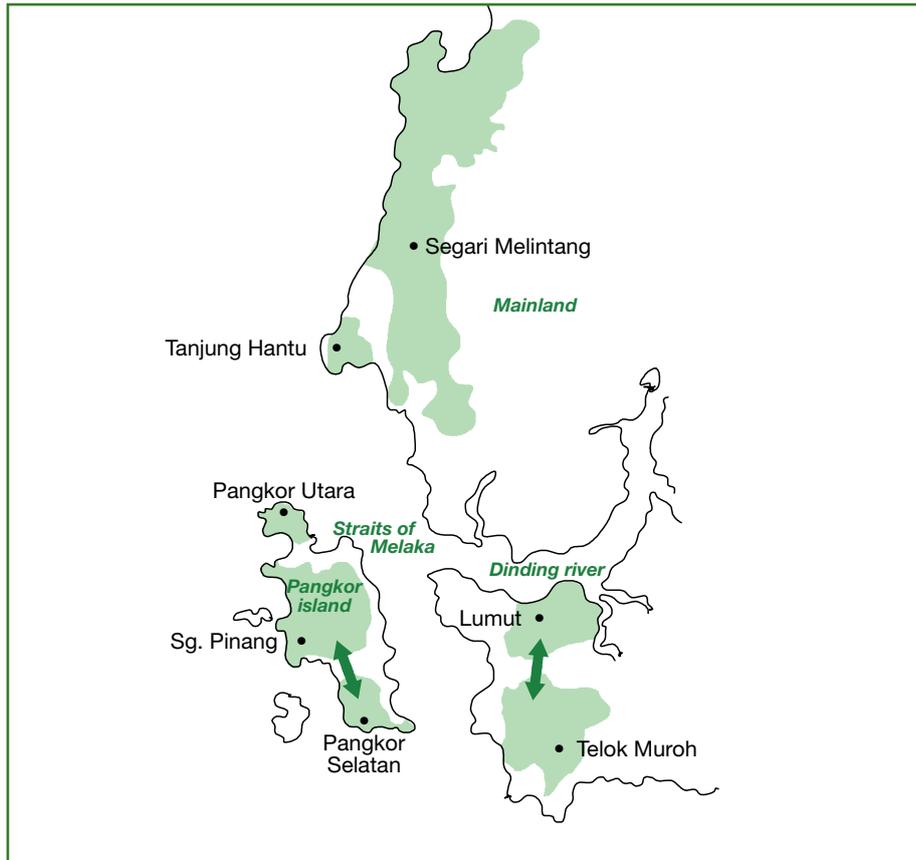
El documento de Lee et al (2006) sugiere posibles acciones de conservación y contexto (ver archivo PDF en el DVD adjunto)

■ *¿Cómo ha cambiado la estructura genética de *S. lumutensis* la intervención humana?*

A partir del texto (sección *Distribución* página 2) los estudiantes deberían identificar que no hay pruebas de que la distribución general de la especie haya sido mucho mayor de lo que es actualmente. La especificidad de los requerimientos del hábitat de la especie sugiere que su distribución natural es reducida y posiblemente también fragmentada naturalmente debido a la disponibilidad del hábitat. Es posible que las intervenciones humanas en la región hayan destruido rodales de esta especie en las laderas que ahora se encuentran deforestadas y es evidente que estas mismas intervenciones han reducido significativamente el tamaño de las poblaciones. Sin embargo, el mayor impacto humano sucederá probablemente en el futuro, y no en el pasado, a no ser que se tomen medidas para prevenirlo.

■ *¿Cuál es el sistema de apareamiento? ¿Cuál es el mecanismo de dispersión de la semilla y el polen?*

Ver secciones *Fenología* (página 2) y sección *Variación Genética* (página 7; Cuadro 5). La especie muestra apareamiento mixto (algunos árboles resultaron principalmente alógamos y otros mostraron un alto grado de autocruzamiento). Tanto los polinizadores (trips) como los mecanismos de dispersión de la semilla indican que es probable que el flujo de genes se presente mayormente en distancias relativamente cortas. Los trips no vuelan lejos; sin embargo, es probable que el viento los transporte a mayor distancia de lo esperado, y de ahí el rango intermedio de distancias de polinización del Cuadro 5.



■ ¿Cuáles son los niveles de variación genética y cómo se distribuyen los alelos entre todas las poblaciones?

Los niveles de variación genética son altos, típicos de marcadores SSR. Ciertos alelos ocurren con una frecuencia elevada en la mayoría de poblaciones (p.ej. *Slu057-110, 112, 114; Slu110-222, 224; Slu124-137, 153; Slu175-220, 226; Sle111a-149, 157; Sle267-116, 126*). También es típico de los marcadores SSR un gran número de alelos con baja frecuencia (p. ej. *Slu057-118, 121, 122, 123, 124, Slu124-141; Sle111a155*). Algunos alelos muestran frecuencias elevadas en tan solo una o unas pocas poblaciones (p. ej. *Slu110-220; Slu124-133,165; Slu175-221; Sle111a-151; Sle267-118, 130, 132*), dando una indicación de la diferenciación entre poblaciones (Figura 2), y reflejando el impacto del tamaño poblacional y el flujo genético. Sin embargo, existe poca diferenciación genética entre poblaciones (5,8% de la variabilidad genética se distribuye entre las poblaciones - ver sección Variación genética en poblaciones naturales en el estudio de caso; escaso apoyo para las ramificaciones en la Figura 2 de bootstrap), de modo que se podría entender la especie como una única población que se distribuida en las 5 reservas. Esto implica que es debatible que los esfuerzos de conservación deban intentar garantizar que se mantengan las cinco reservas como poblaciones separadas .

Enumere los problemas según el tipo

Genéticos

■ ¿Qué poblaciones son demasiado pequeñas?

Todas las poblaciones son demasiado pequeñas. La más grande (Segari Melintang) tiene alrededor de 120 individuos. Los tamaños efectivos de población serán muy inferiores debido al traslape entre generaciones. Puede presentarse erosión genética debida a la deriva. La deforestación fuera de las reservas puede reducir el alcance del flujo de genes (dispersión de polen y semilla) entre reservas y por ende aumentar la probabilidad de erosión genética debida a la deriva y con ello un aumento en la diferenciación genética entre poblaciones. La manera más efectiva de contrarrestar los riesgos genéticos es

favorecer la migración (el intercambio de polen y semillas). Si hay disponibilidad de recursos, la idea de corredores del hábitat—concepto originalmente desarrollado como opción para la conservación de animales—es una opción que se podría usar para vincular las poblaciones más cercanas (ver Figura página anterior). El Cuadro 3 muestra las distancias entre reservas, y el Cuadro 5 las distancias de flujo de polen. Las desviaciones estándar indican que el flujo de polen a distancias superiores a 500 m no es inusual. El aumento de la frecuencia del flujo de polen podría ser facilitado también por la plantación de árboles de *S. lumutensis* en parches de vegetación entre las reservas, que actúen de puentes o corredores genéticos.

Otros

■ *¿Cuáles son las amenazas para *S. lumutensis* (a corto y largo plazo)?*

Las principales amenazas a corto plazo son la deforestación y la falta de conocimiento sobre *S. lumutensis*. A largo plazo, el tamaño pequeño de las poblaciones amenaza a la especie en términos de eventos estocásticos (fortuitos) y de adaptabilidad evolutiva.

■ *¿Qué poblaciones requieren acciones prioritarias y en qué deben consistir éstas?*

En términos generales, la prioridad debe ser la conservación de aquellas poblaciones con una mayor probabilidad de viabilidad (genética y en el contexto social) y que en su conjunto abarquen el rango de diversidad genética intraespecífica. Sin embargo, en este estudio hay poca diferenciación entre poblaciones y todas están amenazadas y son de tamaño similar. La proximidad de las poblaciones también quiere decir que cualquier evento estocástico (al azar, p. ej. un ciclón) las puede afectar a todas simultáneamente. Considerando que las poblaciones están en reservas ya existentes, no es necesario priorizar entre poblaciones. Las cinco poblaciones remanentes deben ser designadas legalmente como áreas estrictamente protegidas. Es esencial que haya un monitoreo de las reservas para verificar que las poblaciones se están manteniendo y no hay reducción de su tamaño. Esto requiere recopilar y registrar datos de línea de base para posteriormente poder identificar cambios (positivos o negativos) a posteriori.

■ *¿Cuáles son los factores sociales limitantes para la conservación, utilización y establecimiento de plantaciones?*

Las presiones humanas sobre los bosques y árboles remanentes y la falta de conocimiento sobre *S. lumutensis*. Considerando la lenta tasa de crecimiento de la especie, es improbable que se pueda promover la conservación mediante la plantación *ex situ* en plantaciones comerciales. Sin embargo, la semilla que se produzca mediante la conservación *ex situ* se puede usar para la restauración ecológica.

Las estrategias de los estudiantes deberían indicar

¿Cuáles serán los métodos de conservación – in situ, ex situ?

- *In situ*: la conservación *in situ* de las cinco poblaciones es una prioridad, con un fortalecimiento del estatus de área protegida de las reservas.
- *Ex situ*: valdría la pena una recolección de semilla para conservar *ex situ* la especie y las poblaciones mantenidas y evitar con ello la pérdida de recursos genéticos en caso de una destrucción catastrófica de las poblaciones mantenidas *in situ*. Sin embargo, puesto que la producción de semilla es episódica y el almacenamiento de semilla a largo plazo es problemático, será necesario establecer el material en condiciones *ex situ* como rodales de conservación. La estrategia debe especificar los detalles de la recolección de semillas: combinar la semilla recolectada de las cinco poblaciones. Recolectar cantidades iguales de semilla de por lo menos 10 árboles

progenitores por población separados entre sí al menos 200 m para asegurar el muestreo de acervos de polen diferentes. Esto aseguraría el muestreo de >50 árboles madre y muchas más fuentes de polen.

¿Qué necesitan saber los usuarios finales y cómo se lo va a comunicar? Las personas involucradas en el manejo del uso de la tierra dentro de la distribución natural de la especie (como comunidades locales, agencias gubernamentales, empresas, promotores, propietarios de las tierras) deben conocer que *S. lumutensis* es una especie rara y las reservas de esta especie son de importancia global. Como país signatario del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Malasia tiene la obligación de garantizar la protección de esta especie. La estrategia de conservación debería estar vinculada a las actividades de la comunidad local. Se requiere producir información específica para grupos (como afiches y volantes). Es importante reseñar que este estudio mostró que la cantidad de individuos de *S. lumutensis* es mayor que las cifras originales proporcionadas por la evaluación de la UICN (ver secciones Estado de Conservación e Introducción del estudio de caso para el estudiante). Esto ilustra el tipo de inexactitud asociado con algunas de las designaciones de especies de UICN. Es necesario incorporar esta información al estatus UICN de la especie.

¿Quién hará qué y dónde? De acuerdo con la constitución malaya, la tierra es una responsabilidad estatal, y cada estado está facultado para promulgar leyes y formular políticas de manera independiente (ver Perfil Nacional). La legislación estatal afecta la designación de las áreas de conservación. Para garantizar que las áreas de conservación sean funcionales, es una necesidad urgente que el gobierno estatal confiera a estas áreas el estatus de 'estrictamente protegidas'. El establecimiento de áreas de conservación *in situ* no sólo preservará *S. lumutensis*, sino que también ayudará a conservar el ecosistema en su totalidad, incluyendo especies no-objetivo como *Eurycoma longifolia* en Sungai Pinang.

¿Cómo lo van a financiar? Es esencial que los estudiantes entiendan que los recursos para la conservación son limitados y por tanto hay que priorizar las acciones dependiendo de los recursos disponibles. Los esfuerzos de conservación deben dirigirse allí donde los escasos recursos sean más efectivos. Las acciones principales⁷⁷ enumeradas arriba son limitadas pero factibles. La recolección de semilla requeriría fondos adicionales, mientras que la comunicación de la importancia y las ventajas de *S. lumutensis* requiere un presupuesto modesto que también se beneficiaría de una reasignación de los recursos existentes.

Más información

Boshier DH, Gordon JE, Barrance AJ. 2004. Prospects for *circa situm* tree conservation in Mesoamerican dry forest agro-ecosystems. En: GW Frankie, A Mata, SB Vinson, editores. Biodiversity conservation in Costa Rica, learning the lessons in the seasonal dry forest. Berkeley, University of California Press. pp. 210–226.

FAO, DFSC, IPGRI. 2001. Conservación y Manejo de los Recursos Genéticos Forestales: Vol. 2: En Manejo de bosques naturales y áreas protegidas (*in situ*). International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia.

FAO, DFSC, IPGRI. 2004a. Conservación y Manejo de los Recursos Genéticos Forestales: Vol. 1: Perspectiva general, conceptos, y varios enfoques sistemáticos. International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia.

FAO, DFSC, IPGRI. 2004b. Conservación y Manejo de los Recursos Genéticos Forestales: Vol. 3: En plantaciones y bancos de germoplasma (*ex situ*).

International Plant Genetic Resources Institute, 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.

Lee SL, Ng KKS, Saw LG, Lee CT, Norwati M, Tani N, Tsumura Y, Koskela J. 2006. Linking the gaps between conservation research and conservation management of rare dipterocarps: a case study on *Shorea lumutensis*. *Biological Conservation* 131: 72-92

Lee SL, Krishnapillay B. 2004. Lee, SL., B. Krishnapillay. 2004. Country reports on the status of forest genetic resources conservation and management in Malaysia. Luoma-aho T, Hong LT, Ramanatha Rao V, Sim HC, editores. En: Actas del Taller Inicial APFORGEN, Julio 2003, Kuala Lumpur. International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia. pp. 206-228.

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