

Importancia de las consideraciones genéticas en la reforestación y restauración de los ecosistemas forestales

Evert Thomas, Michele Bozzano, Riina Jalonen, David Boshier, Leonardo Gallo, Stephen Cavers, Sandor Bordacs, Paul Smith, Judy Loo

Contexto

Creciente interés mundial en la restauración de los ecosistemas y la plantación de árboles (Aichi 15, Bonn Challenge, New York declaration)

El área global de bosques plantados es esperado de aumentar con 350 millones de hectáreas de aquí al 2030

Gran escala de las actividades en curso y las planeadas presentan oportunidades y riesgos

Contexto

Oportunidad: mover el enfoque de especies exóticas a nativas

Riesgo: no lograr cumplir con los objetivos iniciales

Tradicionalmente existe un enfoque sólo de plantar árboles y no de establecer poblaciones y ecosistemas viables y resilientes

Fracasos : prácticas silviculturales inapropiadas, falta de considerar aspectos genéticos

Contexto

Diversidad genética está relacionada positivamente tanto con el “*fitness*” de árboles individuales, como con el funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas

Comunidades de árboles requieren particularmente de variación genética adaptiva para persistir en sitios bajo tratamiento de restauración y en visto de cambio climático

Estudio Temático sobre consideraciones genéticas en restauración



Estudios de caso

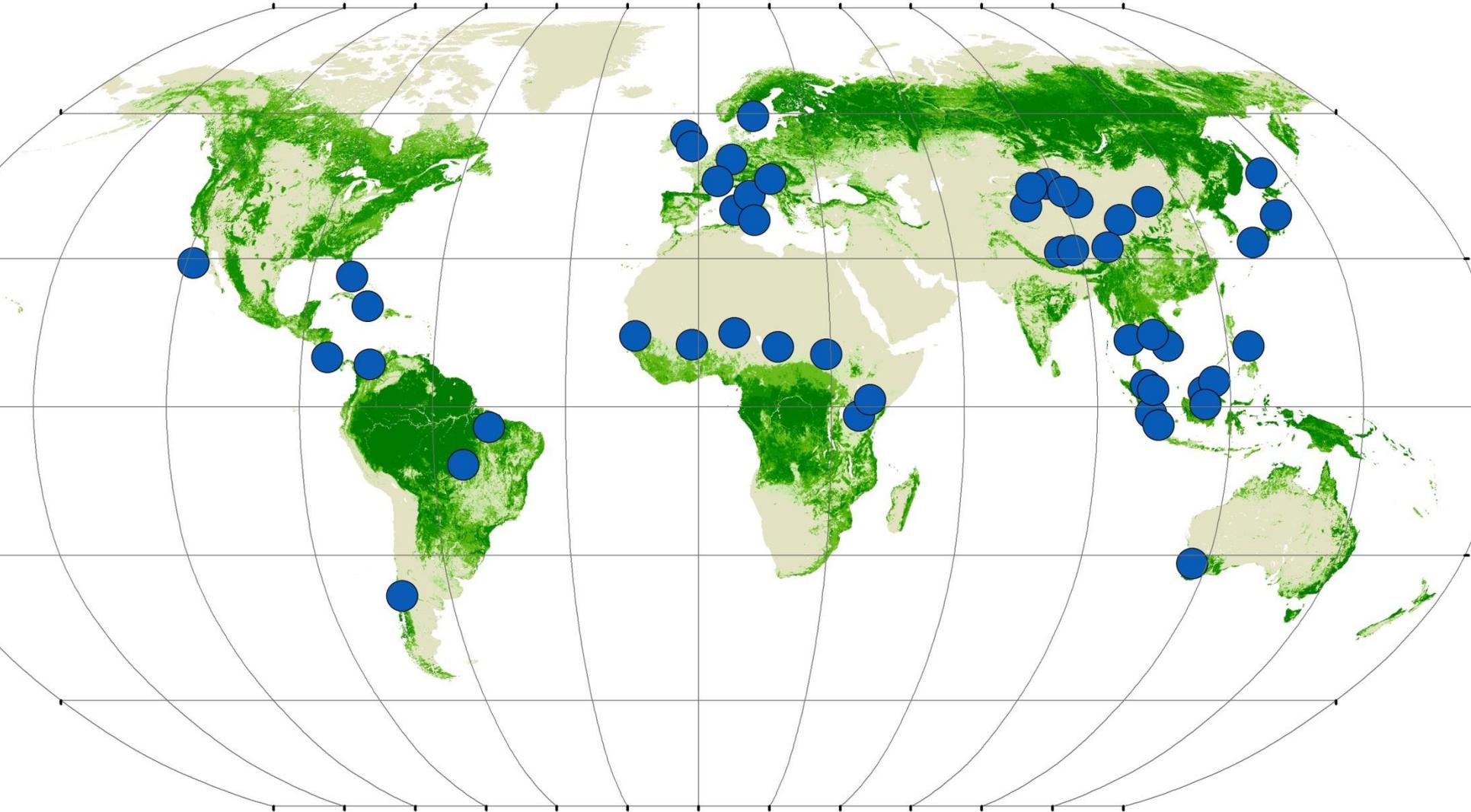


Tabla de contenido

- 1. Selección de especies y material reproductivo**
2. Conectividad ecológica, asociaciones de especies y conservación de la biodiversidad
3. Anticipación a los impactos del cambio climático
4. Medición del éxito de actividades de restauración



Selección de especies y material reproductivo.

Donde posible promover regeneración natural

- evita riesgos asociados con introducciones
- pero...fuentes naturales de semilla suficientemente grandes y diversas para evitar *endogamia* y *deriva genética* (hay diferencias de una especie a otra)

Necesidad de plantar en muchos casos, mismo en casos de regeneración natural o bosque secundario: enriquecimiento para aumentar valor económico y/o ecológico

Preferencias para especies nativas: selección debe tomar en cuenta capacidad de sobrevivir y persistir + capacidad de aportar a los objetivos de la restauración (rasgos funcionales)

Especies exóticas aceptables bajo ciertas condiciones

Selección de especies y material reproductivo

Tradicionalmente hay una preferencia para material local asumiendo que existe una mejor adaptación

Proximidad geográfica no siempre es mejor indicador para calidad o idoneidad, particularmente en poblaciones fragmentadas o degradadas (ej. después de extracción selectiva)

Es mejor coleccionar pocas semillas de un número elevado de árboles, en vez de muchas semillas de pocos árboles (entre 15 y 60 según número de semillas por árbol y niveles de endogamia)

Diversidad genética para adaptación al sitio

A nivel intra-específica existen marcadas diferencias en la adaptabilidad del germoplasma (comprobado típicamente a través de experimentos AxG)

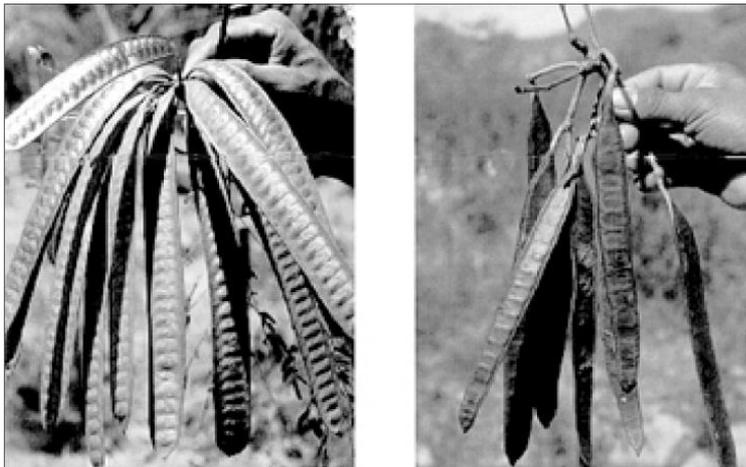
Germoplasma mal adaptado puede resultar en

- mortandad temprana
- Mal crecimiento
- Mortalidad tardía (p.ej. debido a efectos de cambio climático agudos o crónicos)



Diversidad genética para producción y resiliencia

Fuentes de semilla deben ser grandes y genéticamente diversas para evitar endogamia y contener material genético para selección natural



Pseudotsuga menziesii (Douglas-fir)

- Comparación de progenie resultado de endogamia y alogamia 33 años después de establecimiento
- Sobrevivencia arboles endogamos 61% mas bajo que de arboles alogamos
- DAP de arboles endogamous 41% mas bajo que de arboles alogamos (para arboles sobrevivientes)

Selección de especies y material reproductivo

El papel de los viveros :

- **asegurar que material reproductivo sea**
 - 1 adaptadao al sitio de plantacion y**
 - 2a suficientemente diverso (para establecimiento de poblaciones viables a largo plazo)**
 - 2b de calidad superior para fines productivos**
- **Sistema de registro auditable**
- **interaccion temprano con proyectos de restauracion para producir que se necesita en vez de usar lo que esta disponible**

El papel de poblaciones restauradas como fuentes futuras de MFR...

02/06/2013

Tabla de contenido

1. Selección de especies, fuentes y disponibilidad de material reproductivo
- 2. Conectividad ecológica, asociaciones de especies y conservación de la biodiversidad**
3. Anticipación a los impactos del cambio climático
4. Medición del éxito de actividades de restauración



Conectividad ecológica, asociaciones de especies y conservación de la biodiversidad

Para ser viables poblaciones efectivas deben contar con un número elevado de árboles reproductivos (500-5000 árboles)

Muchos proyectos de restauración más pequeños → promover conectividad genética y ecológica

Precaución: tratar de asegurar material introducido esta emparejado con el de poblaciones residentes, para evitar formación de progenies híbridos con reducción de *fitness*

Promover presencia y movilidad de polinizadores y dispersores

Connectividad ecológica, asociaciones de especies y conservación de biodiversidad

Evidencia experimental sugiere que bajo condiciones climáticas cambiantes se requiere de más diversidad de especies y genética para asegurar funcionamiento y resiliencia ecosistémica comparado con ambientes más estables
→ plantaciones mixtas, que además son más productivas

Variación genética en una especie puede afectar la diversidad de otras especies (*community genetics*) (ej. especies de pájaros o micorrizas pueden asociarse preferencialmente con ciertos genotipos de árboles) → restaurar asociaciones de especies

Tabla de contenido

1. Selección de especies y material reproductivo
2. Conectividad ecológica, asociaciones de especies y conservación de la biodiversidad
- 3. Anticipación a los impactos del cambio climático**
4. Medición del éxito de actividades de restauración



Anticipación a los impactos del cambio climático

Tres escenarios para poblaciones naturales y restauradas bajo cambio climático:

(1) Pueden persistir si logran rastrear nichos ecológicos apropiados mediante migración

(2) Pueden persistir si logran adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes

(3) Pueden extirparse

Anticipación a los impactos del cambio climático

Bajo condiciones de incertidumbre climática y falta de conocimiento acerca de la biología de las especies, una estrategia prudente sería de:

- aumentar diversidad genética y de especies,**
- Incrementar tamaños poblacionales,**
- promover conectividad ecológica y genética entre poblaciones**
- promover migración de arboles y sus polinizadores y dispersores hacia condiciones climáticas favorables**
- asegurar el mantenimiento de una cobertura boscosa (aunque fragmentada)**

Combinar alta diversidad de material de siembre con en plantaciones mixtas de diferentes edades

Anticipación a los impactos del cambio climático

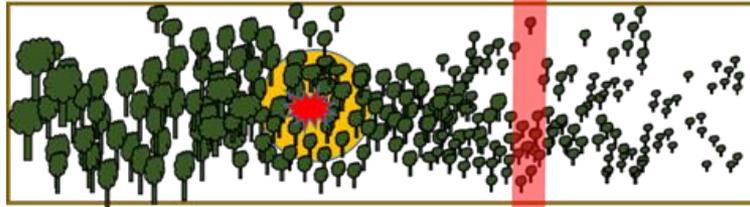
- Identificación y selección de material de siembra apropiado debería ser guiado por la fuerza de la interacción entre genotipo y condiciones ambientales actuales y futuras (interacciones GxA)
- En su ausencia: información de estudios moleculares y modelación ecogeográfica

Usar resultados para generar zonas de procedencias actuales y futuras

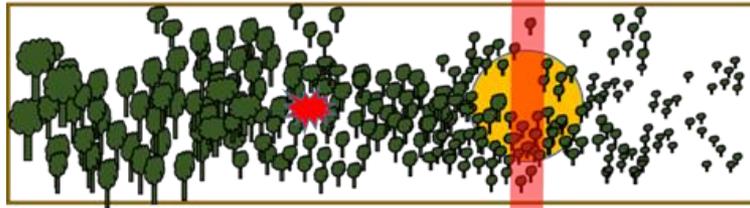
Tendencias

- mezclas de semillas de diferentes procedencias (ej. *composite provenancing*; *admixture provenancing*)
- mover material a través de gradientes ambientales (ej. *predictive provenancing/migración asistida*)

Increasing aridity



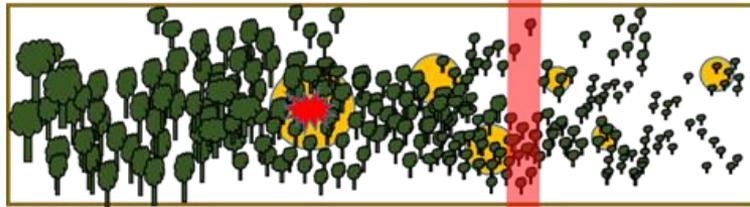
Source seeds locally



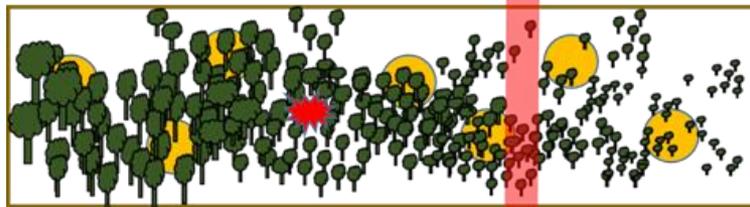
Source seeds from the area similar to future conditions of the site



Source seeds proportional to distance from the site



Source seeds proportional to distance from site only towards future conditions of the site



Source seeds from all neighbouring areas

Predicted future conditions of restoration site

Climate-adjusted provenancing: a strategy for climate-resilient ecological restoration

Suzanne M. Prober^{1*}, Margaret Byrne^{2†}, Elizabeth H. McLean^{1,2}, Dorothy A. Steane^{3,4}, Brad M. Potts³, Rene E. Vaillancourt³ and William D. Stock⁵

Anticipación a los impactos del cambio climático

- Necesidad de más experimentos en campo (procedencias, progenies) para guiar estrategias de selección de semilla de especies nativas (es gracias a esos experimentos que las plantaciones de pino y Eucalipto son tan exitosas!)
- Promover incorporación sistemática de un componente experimental en actividades de restauración

Tabla de contenido

1. Selección de especies y material reproductivo
2. Conectividad ecológica, asociaciones de especies y conservación de la biodiversidad
3. Anticipación a los impactos del cambio climático
- 4. Medición del éxito de actividades de restauración**



Medición del éxito de actividades de restauración

Muchas evaluaciones del éxito de proyectos de restauración o reforestación solo miden número de árboles plantados y sobrevivencia a corto plazo

Ignora la importancia de usar material adecuado capaz de establecerse y formar poblaciones y ecosistemas funcionales y resilientes a largo plazo

Re-establecimiento exitoso de ecosistemas funcionales puede ser evaluado solamente cubriendo todas las etapas principales (establecimiento, crecimiento, éxito reproductivo, fitness de progenies...)

Medición del éxito de actividades de restauración

Idealmente con base en indicadores sobre la estructura genética de:

L
I
N
E
A

B (i) arboles residuales en el paisaje
A (ii) su regeneración natural
S (iii) las poblaciones fuentes de germoplasma
E (iv) plantas de semillero en vivero

BLANCO (v) poblaciones naturales saludables

Monitorear características adaptativas a lo largo del tiempo

Importante para detectar cuellos de botella genéticos

Medición del éxito de actividades de restauración

No es posible ejecutar estudios moleculares para todos los proyectos de restauración

→ dos conjuntos de indicadores

(1) Donde estudios moleculares son factibles

(2) Otros casos: indicadores sustitutos con base en observaciones biológicos

Necesidad de evidencia experimental de desempeño de diferentes métodos de restauración para establecer poblaciones viables

Recomendaciones politicas

- Crear demanda para material de siembra de buena calidad de especies nativas mediante marcos regulatorios que estimulan (o imponen) la implementacion de buenas practicas en la colecta y produccion de material, asegurando adaptabilidad y una base genetica amplia
- Desarrollar e implementar zonas de semilla para guiar recolecta y movimiento de material de siembra
- Crear o apoyar mecanismos financieros que promuevan el uso de especies nativas y semilla de buena calidad



Preparando semilla para siembra directa

Photo: Luciana Akemi Deluci

Recomendaciones para fortalecimiento de capacidades y manejo de conocimiento

- Ajustar protocolos y guías de buenas prácticas de colecta de semilla existentes al contexto de la restauración
- Proveer capacitación para actores de restauración, incluyendo los operadores de los viveros
- Fortalecer mecanismos que promueven el intercambio de información sobre especies nativas, su propagación, manejo y conservación
- Incluir indicadores genéticos en monitoreo del éxito de los proyectos de restauración





ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Forest Ecology and Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foreco



Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species

Evert Thomas^a, Riina Jalonen^a, Judy Loo^a, David Boshier^{a,b}, Leonardo Gallo^{a,c}, Stephen Cavers^d, Sándor Bordács^e, Paul Smith^f, Michele Bozzano^{a,*}

^a *Bioversity International, Maccaresse, Italy*

^b *Department of Plant Sciences, University of Oxford, United Kingdom*

^c *Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, INTA Bariloche, Argentina*

^d *Centre for Ecology and Hydrology, Natural Environment Research Council, United Kingdom*

^e *Central Agricultural Office, Department of Forest and Biomass Reproductive Material, Hungary*

^f *Seed Conservation Department, Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom*





¡Muchas Gracias!

e.thomas@cgiar.org