

Conservar los genes para salvar los bosques

Guadalupe Andraca-Gómez, Lorena Ruiz-Montoya y Neptalí Ramírez-Marcial

Al igual que en diversos lugares del planeta, en los Altos de Chiapas los bosques sufren continuos procesos de fragmentación asociados con la sobreexplotación y degradación de sus hábitats, situación ocasionada por las múltiples actividades humanas. Debido a que el periodo de vida de un árbol se mide en siglos, los intensos procesos de degradación limitan la recuperación natural de las masas forestales, acelerando la pérdida de diversidad biológica.

Un buen ejemplo es la tasa de deforestación del bosque mesófilo de montaña, considerado como uno de los ecosistemas forestales más diversos de México. En dicho sistema boscoso, durante los últimos 15 años se han registrado tasas de deforestación superiores al 6% anual, valores muy por encima de los porcentajes nacionales (1-1.5% anual). A estos ritmos, es casi seguro que en pocos años observemos la pérdida de numerosas especies de plantas y animales que dependen del bosque.

¿Qué tienen que ver los genes con la pérdida de árboles?

Los genes son el medio por el cual se transmiten las características físicas de una generación a otra. En humanos son los que determinan el color de los ojos, el pelo y la piel, así como otras características hereditarias. En plantas determinan el tamaño y forma de las hojas, el color de las flores, la altura, textura y forma del tronco o fuste, la tolerancia a determinadas condiciones ambientales adversas como sequía, heladas o toxicidad. Así, cada árbol es único y su forma depende de los genes que posea, que son los que podrá heredar a su descendencia.

Para ilustrar la importancia de los genes en el reino vegetal, consideremos como ejemplo dos árboles: cada uno dispone de un par de genes que codifican para el color de la flor. Uno de ellos codifica para el color rojo, al que de aquí en adelante también llamaremos *R*; el otro gen codifica para el color blanco, que nombraremos *r*. Suponga que la interacción entre los dos genes es codominante, es decir que la expresión de un gen no domina sobre la del otro; por lo tanto la unión de *R* y *r* produce un color intermedio entre el blanco y rojo: rosa, ¿le parece?

Ahora imagine que cada uno de nuestros árboles tiene la combinación de genes *Rr*, por lo mismo sus flores serán rosadas. Luego se cruzan entre sí y sus hijos pueden tener la siguiente combinación: *RR*, *Rr* y *rr*, cuyo color será rojo, rosa y blanco, respectivamente. Ahora bien, con el transcurso del tiempo los dos árboles producirán muchos, muchos árboles, ¡cientos!, de tal manera que habrá varios con flores de color rojo (*RR*), otros tendrán flores de color rosa (*Rr*) y otros, de color blanco (*rr*).

Si cortamos algunos de cualquier color afectamos ligeramente su constitución genética, pues quedan muchos más árboles de todas las combinaciones posibles con estos dos genes. Pero sucede que tenemos pocos ejemplares, por decir 10 adultos: seis son de flor roja (*RR*); dos tienen flor rosa (*Rr*), y dos, flor blanca (*rr*). Si por alguna razón talamos los que producen flores rosas y blancas, estaríamos quitando cuatro árboles (dos rosa y dos blancos). Podríamos no preocuparnos por el número de árboles, ya que nos quedan seis. Sin embargo, jamás vol-

veremos a tener ejemplares con flores blancas o rosas, porque hemos eliminado de la población el gen que produce el blanco y el que combinado con *R* produce el rosa; por lo tanto, tendremos una población que en adelante sólo producirá árboles con flores rojas.

La herencia de todas las características de los árboles, cualquiera que sea, en la realidad es mucho más compleja, aunque en general sigue el camino que hemos descrito. Con ello queremos señalar que si en el manejo forestal dejamos de considerar el patrón de herencia, pueden perderse de manera definitiva algunas características importantes, como la velocidad de crecimiento expresada en el grosor de los tallos para maximizar la producción de madera o leña, o bien, la tolerancia a ciertas enfermedades o a condiciones climáticas severas. Así, cuando eliminamos ciertos ejemplares de especies silvestres o aquellas por las que no sentimos un interés particular, también contribuimos en la pérdida de sus genes, aun cuando sean especies consideradas de poca utilidad.

Otro efecto genético de la deforestación surge cuando quedan pocos árboles adultos y además son hermanos. Si otros ejemplares se encuentran distantes, entonces la cruce para producir más árboles sólo podrá ocurrir entre hermanos. El fenómeno se conoce como endogamia, y nos permite detectar características nocivas que normalmente no se aprecian y que se hacen evidentes en tal circunstancia.

Retomemos nuestro ejemplo del color de las flores. Añadiremos una característica más: el color rojo confiere a los árboles resistencia a algún tipo de

Si en el manejo forestal dejamos de considerar el patrón de herencia, pueden perderse de manera definitiva algunas características importantes de las especies, o bien, la tolerancia a ciertas enfermedades o a condiciones climáticas severas.

enfermedad viral (por ejemplo, virosis foliar). En este caso, el rojo domina sobre el gen que codifica para el blanco. Entonces, todos los individuos que posean *RR* serán rojos y resistentes a la enfermedad causada por un virus. Los individuos *Rr* también serán rojos porque *R* domina sobre *r* y serán, por ende, resistentes; en tanto que los individuos *rr* serán blancos y más vulnerables a la enfermedad.

La endogamia incrementa la posibilidad de que los individuos blancos (*rr*) sean cada vez más frecuentes, al grado de que puedan ser los únicos, situación que coloca a los árboles de flores blancas

con pocas posibilidades de sobrevivir pues no son resistentes al virus. En cambio, si en la población persisten los árboles con flores rojas, morirían sólo los de flores blancas y permanecerían los primeros, que pueden ser *RR* o *Rr*; así se conserva la diversidad genética porque se mantienen los dos genes. Debemos recalcar que las relaciones de los genes y sus atributos benéficos o nocivos son muy complejas y frecuentemente desconocidas, aunque en esencia funcionan como se ha mencionado.

Por supuesto que en los ejemplares de una población hay multitud de genes, algunos de ellos pueden contribuir a la expresión de más de una característica. La variedad de genes que puede albergar una población es lo que conocemos como diversidad genética: entre menos genes, hay menor diversidad; una disminución de la diversidad genética en las poblaciones disminuye su capacidad de respuesta ante los cambios ambientales.

Volvamos al ejemplo de la resistencia de los árboles con flores rojas a una enfermedad viral. Si permitimos el crecimiento de individuos con flores blancas y no está presente ningún mal, no



Bosque mesófilo de montaña

ARCHIVO

habrá problema: los árboles vivirán; pero una variación hacia la presencia de enfermedad nos llevará a perder todos los árboles. En cambio, si permitimos árboles con flores blancas y rojas favorecemos la diversidad genética; sólo perderemos unos cuantos y la mayoría quedará para continuar las generaciones.

¿Qué hacer para no perder genes de los árboles?

Para conservar la variación genética de los árboles se requiere:

1. Mantener los pocos fragmentos de vegetación que aún quedan como fuentes de semillas.
2. Permitir que al menos una parte de la descendencia llegue a la edad adulta.
3. Incrementar la cobertura forestal mediante la restauración ecológica.
4. Dar seguimiento a su diversidad o variación genética para constatar que estamos conservando genes.

Los dos primeros puntos son procesos en los que no interviene el humano, salvo cuando evita la tala de árboles y cuando impide que los retoños sean

consumidos por herbívoros domésticos, facilitando así la supervivencia de los individuos. El punto tres refiere un proceso diseñado y guiado con base en el conocimiento científico sobre la ecología de las especies.

La restauración ecológica o forestal busca revertir o mitigar los efectos de la deforestación al introducir plantas de especies locales. A diferencia de la reforestación común, es una actividad en la que se emplean especies nativas para emular la estructura, función, diversidad y dinámica de un ecosistema que fue alterado. De esta manera la restauración contribuye no sólo a la recuperación de áreas forestales, sino también a la conservación de la diversidad de especies arbóreas locales.

En los esfuerzos de recuperación de la masa forestal, desafortunadamente se ha utilizado un limitado número de especies (pinos y cipreses en primer lugar; fresnos, eucaliptos, casuarinas y otros). La actividad mantiene una cubierta forestal, aunque en general se ha visto que tiene pocos efectos favorables para la conservación de otros elementos incluidos en la diversidad biológica.



La Milpoleta, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.



RINA PELIZZARI

La restauración ecológica busca revertir o mitigar los efectos de la deforestación al introducir plantas de especies locales. A diferencia de la reforestación común, emplea especies nativas para emular la estructura, función, diversidad y dinámica del ecosistema.

Por ejemplo, hace poco más de 20 años ocurrió un fuerte incendio en las laderas del norte de la ciudad San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, en La Milpoleta; aunque hoy existe una cobertura de cipreses y algunos pinos, en ese lugar es notable la ausencia de otras especies y resulta evidente la presencia de numerosas cárcavas y el aumento constante en la pérdida de suelo. El deterioro se debe, en parte, a la pobre calidad de las especies que se utilizaron para reforestar. Basta con contrastar los fragmentos aledaños que cuentan con una mayor cobertura de encinos, para verificar que en ellos la pérdida de suelo es notablemente menor.

¿Qué se hace en ECOSUR para conservar los genes?

El grupo de investigación de ECOSUR sobre Ecología de Bosques ha llevado a cabo proyectos de restauración del bosque mesófilo de montaña desde 1990 en diversas localidades de los Altos de Chiapas, utilizando alrededor de 54 especies arbóreas típicas. A la fecha, se han establecido al menos 60 parcelas de restauración con diferentes composiciones específicas ubicadas en varios sitios de la región. A cada especie se le registra su supervivencia y crecimiento en altura máxima y diámetro del tallo para conocer en qué condiciones se da el mejor desarrollo de las plantas.

Se trata de incluir un enfoque genético-ecológico, de tal forma que además de preservar poblaciones de especies nativas, se contribuya a mantener la diversidad genética. El objetivo es reestablecer poblaciones autosustentables ecológica y evolutivamente para propiciar el mantenimiento de las poblaciones y de la diversidad genética, a fin de que la capacidad evolutiva o de cambio (especiación) no se vea limitada.

Los estudios genéticos-ecológicos que se están iniciando en ECOSUR van encaminados a describir los patrones de variación genética de las poblaciones naturales y de las construidas en las prácticas de restauración. Para ello utilizamos la "técnica de electroforesis de enzimas en acetato de celulosa", misma que permite un seguimiento de la diversidad genética en su conjunto; no busca genes ni su función, sino que estudia la variación genética existente en las poblaciones.

Nuestro interés es sumar el mayor conocimiento posible para que los programas de conservación de especies nativas arbóreas no sólo pretendan minimizar los efectos negativos de su explotación, en términos de número de especies y tamaño poblacional: también deben procurar que la diversidad genética se asemeje a la que existía antes de que la zona fuera perturbada. Preservar la diversidad genética es otro propósito de la biología de la conservación. 

Guadalupe Andraca fue tesista de ECOSUR; Lorena Ruiz (lruiz@sclc.ecosur.mx) y Neptalí Ramírez (nramirez@sclc.ecosur.mx) son investigadores del Área de Conservación de la Biodiversidad de ECOSUR San Cristóbal.