

La biodiversidad invisible: ¿cómo las actividades humanas están simplificando los bosques?

Diana Abilene Ahuatzin Flores^{1*} y Susana Maza-Villalobos²

¹ Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI)

² El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), San Cristóbal de Las Casas

* Dirección para correspondencia: abline542@gmail.com

Cada vez que salimos a pasear y recorremos grandes distancias podemos ver a través de la ventana del automóvil diferentes paisajes. Por ejemplo, si estamos en un sistema montañoso y nos dirigimos a la playa, a medida que disminuimos la altitud en la carretera van cambiando los bosques templados a otros ecosistemas. Podemos ver cómo los enormes pinos van dando paso a árboles de selvas tropicales o en algunos casos a matorrales. Cada uno de estos ambientes alberga diferentes plantas, animales, hongos y microorganismos. La variedad de formas de vida y de las relaciones que mantienen entre sí constituye lo que conocemos como biodiversidad (Halffter, 1995).

A pesar de los avances científicos, todavía conocemos de manera incompleta la diversidad de la vida en nuestro planeta. Existen regiones poco exploradas y grupos de organismos cuya distribución, abundancia e interacciones conocemos de manera limitada. Esto dificulta identificar todos los cambios que ocurren en los ecosistemas y, por lo tanto, también representa un desafío para su conservación. Al mismo tiempo, actividades como la deforestación, la transformación del uso del

suelo y la expansión de asentamientos humanos modifican las condiciones donde viven numerosas especies. Estas transformaciones en el paisaje tienen muchas implicaciones, ya que podríamos estar perdiendo a un ritmo bastante acelerado especies que la ciencia aún no conoce.

Recientemente hay una enorme preocupación por el hecho de que muchas de las formas de vida que antes habitaban bosques, selvas, desiertos y varios ecosistemas acuáticos están desapareciendo. Diversos estudios han documentado cambios importantes en la abundancia y diversidad de insectos en distintos ecosistemas, aunque estos patrones no son iguales para todos los grupos ni en todas las regiones. Esto es relevante porque muchos insectos participan en procesos ecológicos fundamentales. Numerosos insectos actúan como polinizadores y contribuyen a la reproducción de una gran variedad de plantas que son base de nuestra alimentación; otros participan en la descomposición de materia orgánica, en el reciclaje de nutrientes o en las redes alimentarias. Por ello, comprender cómo las actividades humanas modifican los paisajes es también una forma de entender cómo pueden cambiar las comunidades y las funciones de los ecosistemas.

Cuando un bosque pierde algo que no podemos ver

Imaginemos dos bosques templados separados por cientos de kilómetros, uno se encuentra en las montañas de Chiapas y otro en las montañas de Veracruz a unos

2,000 metros sobre el nivel del mar (msnm). A primera vista pueden parecer muy diferentes: albergan distintas especies de árboles, animales y plantas, y están condicionados por características particulares de temperatura, humedad, suelo e historia ecológica. Ahora imaginemos que, con el paso del tiempo, ambos comienzan a experimentar transformaciones similares: se abren caminos, se talan algunos árboles, aumenta la presencia de ganado, se establecen cultivos y aparecen viviendas que van modificando el paisaje. Después de una temporada, las áreas de bosque quedan reducidas a fragmentos rodeados por terrenos agrícolas y zonas urbanizadas. Algunas especies sensibles a estas transformaciones pueden disminuir o desaparecer localmente, mientras que otras, capaces de utilizar ambientes modificados, pueden mantenerse o aumentar. Luego de varias décadas de un continuo proceso de transformación del paisaje, puede ocurrir algo aparentemente paradójico: los dos bosques no solamente tienen menos especies, sino que también se parecen más entre sí (Figura 1).

Este proceso se conoce como homogeneización biótica y constituye una de las formas menos evidentes en que estamos perdiendo biodiversidad (Olden y Rooney, 2006). La homogeneización biótica ocurre cuando comunidades biológicas de distintos lugares pierden parte de sus diferencias y aumenta su similitud en composición de especies. Por ello, para evaluar la pérdida de biodiversidad no basta con preguntar cuántas especies quedan en un sitio: también necesitamos preguntarnos cuáles son y cuánto se parecen las comunidades entre diferentes lugares. Además, cuando disminuye la abundancia o desaparece localmente una

especie, algunas interacciones ecológicas pueden verse afectadas. Las consecuencias dependerán de la función que desempeñaba esa especie y de si existen otros organismos capaces de realizar funciones similares. Es así como podemos estar perdiendo biodiversidad incluso cuando el paisaje todavía parece “verde”.



Figura 1. Dos bosques templados de México, ubicados alrededor de los 2,000 msnm, pueden albergar especies y condiciones ambientales particulares. Las transformaciones humanas pueden modificar estos paisajes y cambiar la composición de sus comunidades biológicas. Cuando procesos similares ocurren en diferentes sitios, las comunidades pueden volverse cada vez más parecidas, favoreciendo la homogeneización biótica.

¿Qué significa simplificar un bosque?

Cuando pensamos en pérdida de biodiversidad solemos imaginar un bosque completamente talado: donde antes había árboles ahora existe un terreno desnudo

y erosionado. Este es, sin duda, uno de los cambios más evidentes y que también observamos en diferentes ecosistemas terrestres (Fahrig, 2017). Sin embargo, un bosque también puede cambiar sin desaparecer por completo. Puede conservar árboles, arbustos y plantas herbáceas, pero perder especies especializadas en determinadas condiciones ambientales, organismos sensibles a la perturbación o algunas de las interacciones que caracterizaban a la comunidad original. En este contexto, hablamos de simplificación de la comunidad cuando disminuye parte de su composición, estructura o diversidad funcional y algunas especies pasan a dominar mientras otras se vuelven menos abundantes o desaparecen localmente. La simplificación, por tanto, no significa necesariamente que queden pocas especies, sino que la comunidad puede perder parte de su complejidad y de las características que la hacían particular.

Más allá de los números

Existen varios índices que nos ayudan a conocer y hacer estimaciones de la biodiversidad que nos rodea. Uno de los más importantes es la riqueza de especies, el cual nos dice cuántas especies hay en un sitio (Rodríguez y Vázquez-Domínguez 2003). Pero conocer solamente ese número puede ocultar cambios importantes en las comunidades biológicas. Imaginemos dos bosques con diez especies cada uno. Si las diez especies son diferentes en cada bosque, ambos sitios aportan una gran variedad a escala regional. Pero si los dos están dominados por las mismas

especies, la diversidad regional será menor, aunque cada bosque tenga la misma riqueza local. Esta diferencia es fundamental para comprender la homogeneización biótica: el problema no consiste únicamente en que disminuya el número de especies dentro de cada sitio, sino también en que se pierdan las diferencias que existían entre comunidades (Olden y Rooney, 2006). Por ello, para comprender la biodiversidad necesitamos mirar no solamente cuántas especies hay, sino también qué especies son, qué funciones realizan, dónde se encuentran y cuánto se parecen unas comunidades a otras.

El paisaje también forma parte del ecosistema

Para estudiar la relación entre los organismos y las transformaciones humanas necesitamos cambiar nuestra manera de observar la naturaleza. Un ecólogo puede estudiar un árbol, una hormiga, un ave o una comunidad completa. Pero también puede alejarse y observar el territorio como un mosaico formado por diferentes elementos: bosques, cultivos, pastizales, ríos, carreteras, ciudades y otros tipos de cobertura. Esta forma de estudiar la naturaleza corresponde a la ecología del paisaje.

Podemos imaginar el paisaje como un gran rompecabezas. Algunas piezas son grandes fragmentos de bosque; otras son pequeñas parcelas agrícolas, carreteras o asentamientos humanos. La forma, tamaño, distribución y conexión entre estas piezas pueden influir en qué organismos son capaces de desplazarse,

alimentarse y reproducirse. Entonces, ¿qué ocurre cuando una carretera atraviesa el bosque? Desde el punto de vista humano, puede parecer una franja relativamente estrecha, pero sus efectos ecológicos pueden extenderse más allá de la superficie directamente ocupada por el camino. (Arroyo-Rodríguez *et al.*, 2017).

Dependiendo de sus características y del contexto del paisaje, una carretera puede interrumpir el movimiento de algunos organismos, incrementar el riesgo de atropellamiento, modificar las condiciones ambientales de los bordes y facilitar el acceso humano a áreas anteriormente poco accesibles. Cuando un fragmento de bosque queda rodeado por una matriz agrícola, ganadera o urbana, sus condiciones internas también pueden cambiar. Cerca del borde suele existir mayor exposición a la luz, cambios en temperatura y humedad y mayor influencia del viento. Estos cambios pueden favorecer a determinadas especies y perjudicar a otras. Así, una carretera no solamente divide físicamente el bosque, también puede modificar las condiciones ecológicas dentro de los fragmentos (Santos y Tellería, 2006).

El paisaje que construimos también selecciona especies

Las actividades humanas no afectan a todas las especies de la misma manera (Fahrig, 2017). Esto debido a que algunas especies necesitan condiciones muy específicas: un determinado tipo de alimento, árboles grandes para anidar, ambientes húmedos, poca iluminación o grandes extensiones de bosque continuo. Otras son capaces de utilizar una gran variedad de ambientes. Cuando

transformamos un bosque, estamos modificando las condiciones que determinan quién puede vivir allí. Podemos entender la perturbación como un filtro ecológico: las nuevas condiciones pueden reducir la presencia de especies que no toleran determinados cambios y favorecer, en ciertos contextos, a aquellas capaces de aprovechar ambientes modificados. Por ejemplo, en algunos bosques tropicales perturbados se ha observado un aumento de especies pioneras o tolerantes a la perturbación acompañado por una disminución de especies asociadas a bosques maduros (Maza-Villalobos y Ahuatzin, 2026) (Figura 2).



Figura 2. Representación conceptual de la homogeneización biótica. El paisaje A conserva una comunidad con mayor riqueza y especies particulares, mientras que el paisaje B presenta una comunidad simplificada dominada por especies tolerantes a ambientes modificados. Cuando estos cambios ocurren en diferentes lugares, algunas especies pueden perderse localmente y otras repetirse entre sitios, reduciendo las diferencias en la composición de las comunidades. El paisaje regional integra la diversidad presente en ambos sitios y permite visualizar que la conservación de la biodiversidad depende no solo de la riqueza local, sino también de las diferencias entre comunidades.

Si procesos similares ocurren en distintos lugares, algunas especies tolerantes a la perturbación pueden aparecer de manera recurrente en comunidades que antes eran muy diferentes. De esta manera, dos paisajes pueden conservar una cantidad considerable de especies y, aun así, compartir cada vez más una misma composición. La comparación entre sitios permite detectar este cambio que un simple conteo local podría pasar por alto (Rodríguez y Vázquez-Domínguez 2003). Este es precisamente uno de los motivos por los que la homogeneización biótica es tan importante. Un paisaje puede mantener una diversidad local aparentemente aceptable mientras pierde especies únicas a escala regional (Olden y Poff, 2003).

¿Por qué debería importarnos que los bosques se parezcan?

Podría pensarse que, si algunas especies tolerantes a la perturbación permanecen, el cambio no representa necesariamente un problema. Pero un ecosistema no funciona únicamente por la presencia de especies individuales. También depende de las interacciones entre ellas y los papeles ecológicos que juegan. Por ejemplo, muchos insectos participan en la polinización, diversos animales dispersan semillas, los depredadores pueden contribuir a regular las poblaciones de sus presas y los microorganismos participan en la descomposición de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes. La importancia de cada interacción depende del ecosistema y de los organismos involucrados.

Cuando una especie disminuye o desaparece localmente, alguna de sus interacciones también puede verse afectada. Por ejemplo, una planta puede permanecer en un bosque fragmentado, pero si disminuyen los animales que dispersan sus semillas, su regeneración podría verse limitada. En estos casos, la pérdida de biodiversidad puede afectar no solo quiénes están presentes, sino también las relaciones ecológicas que contribuyen al funcionamiento del ecosistema.

La homogeneización también puede tener consecuencias para la respuesta de los ecosistemas frente a nuevas perturbaciones (Olden y Poff, 2003). Si diferentes lugares terminan compartiendo un conjunto similar de especies y características funcionales, una perturbación que afecte especialmente a ese conjunto de organismos podría producir respuestas similares en varios sitios. Sin embargo, las consecuencias dependerán de las especies presentes, de las funciones consideradas y del tipo e intensidad de la perturbación.

Los esfuerzos de la restauración y la conservación de la biodiversidad

¿Cómo podemos evitar que todos los bosques terminen pareciéndose? Una estrategia consiste en conservar los fragmentos de bosque que todavía mantienen especies, estructuras o condiciones particulares. No todos los fragmentos tienen el mismo valor ya que algunos pueden contener especies raras, árboles grandes,

microhábitats particulares o funcionar como puntos de conexión entre otros fragmentos (Monroy-Hernández *et al.*, 2026).

Otra estrategia consiste en mantener o recuperar la conectividad del paisaje. Cuando los fragmentos están conectados mediante corredores u otros elementos que facilitan el movimiento de organismos, algunas especies pueden desplazarse entre áreas, mantener intercambio genético y recolonizar sitios donde han desaparecido localmente. La eficacia de estas conexiones depende de las características de cada especie y del tipo de paisaje.

Una última estrategia consiste en la restauración, la cual también puede contribuir a conservar la diversidad regional, pero restaurar un bosque no significa simplemente plantar árboles. Si diferentes proyectos utilizan repetidamente las mismas especies fáciles de producir y establecer, pueden generarse comunidades con composiciones similares. En determinadas circunstancias, el uso predominante de especies generalistas o disponibles comercialmente puede contribuir a la homogeneización. Por ello, la restauración debería considerar las especies propias de cada región, las condiciones ambientales del sitio, las interacciones ecológicas que se busca recuperar y las características del paisaje que permitan que las especies lleguen, se establezcan y persistan.

Conclusiones

La homogeneización biótica nos recuerda que la pérdida de biodiversidad no siempre es visible. Un bosque puede conservar su apariencia verde y, sin embargo, haber perdido especies particulares, interacciones ecológicas o parte de las características que lo diferenciaban de otros bosques. Por eso, conservar la biodiversidad requiere mirar más allá del número de especies presentes en cada sitio. También es necesario considerar qué especies están presentes, cuáles se han perdido, cómo interactúan entre sí y cómo se distribuyen a través del paisaje.

Las decisiones sobre el territorio pueden favorecer paisajes donde todavía existan comunidades diferentes entre sí o, por el contrario, paisajes donde se repita una composición cada vez más similar. Conservar los fragmentos importantes, mantener la conectividad y diseñar restauraciones que consideren la diversidad regional son estrategias que pueden ayudar a mantener las diferencias. Porque conservar la biodiversidad no consiste solo en evitar que desaparezcan especies. También significa conservar las características que hacen que un bosque sea diferente de otro.

Agradecimiento

Beca posdoctoral (I1200/311/2023) del programa: Estancias Posdoctorales por México Convocatoria 2023(1).

Referencias

Arroyo-Rodríguez V, Melo FPL, Santos BA *et al.* (2017). Multiple successional pathways in human-modified tropical landscapes: new insights from forest fragmentation research. *Biological Reviews* 92:326-340.

Fahrig L (2017). Ecological responses to habitat fragmentation per se. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 48:1-23.

Halffter G (1995). ¿Qué es la biodiversidad? *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural* 5-14.

Maza-Villalobos S y Ahuatzin Flores DA (2026). Multiscale environmental drivers of plant diversity in tropical ecosystems in southern Mexico. *Forest Ecology and Management* 619:124053.

Monroy-Hernández E, Maza-Villalobos S, Oropeza-Sánchez MT y Cedeño-Vázquez JR (2026). Urban forest remnants: key refuges for reptile conservation in the highlands of southern Mexico, local and landscape environmental factors effects. *Urban Ecosystems* 29(4):171.

Olden JD and Rooney TP (2006). On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography* 15:113-120.

Olden JD y Poff NL (2003). Toward a mechanistic understanding and prediction of biotic homogenization. *American Naturalist* 162:442-460.

Rodríguez P y Vázquez-Domínguez E (2003). Escalas y diversidad de especies. En Morrone, J. y Llorente, J. (eds.). *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. (pp. 109-114). Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Santos T y Tellería JL (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas* 15:3-12.