



Entre cerros y barrancas: el flujo de los genes del copal a través del paisaje



Ciencia al Instante

El copalillo (*Bursera cuneata*) es un árbol aromático del Bosque Tropical Caducifolio que produce resinas utilizadas desde la época precolombina para elaborar inciensos. Investigadores estudiaron cómo la deforestación y el cambio de uso de suelo fragmentan el hábitat del copalillo, afectando el flujo de sus genes a través del paisaje. Los resultados revelan que aves e insectos dispersan las semillas y polen del copalillo entre poblaciones cercanas, pero las zonas agrícolas y urbanas actúan como barreras que interrumpen este intercambio genético. La solución propuesta incluye implementar corredores biológicos que conecten los bosques fragmentados, permitiendo que el copalillo y sus polinizadores mantengan el flujo genético necesario para la supervivencia de la especie.



Entre cerros y barrancas: el flujo de los genes del copal a través del paisaje

*El copalillo no solo es aromático, cuenta historias
ancestrales desde su genética.*

Cómo citar este artículo: Zurita-Solis MA, Rico Y. 2026. Entre cerros y barrancas: el flujo de los genes del copal a través del paisaje. Revista Ciencia y Naturaleza (1216).





Las burseras son un género de árboles y arbustos aromáticos conocidos como copales, cuajotes o papelillos (el nombre varía según la región y la especie). En México existen aproximadamente 90 especies, de las cuales el 40% son endémicas, es decir, solo se encuentran en nuestro país. La madera de los copales se usa para elaborar artesanías, inciensos y sus hojas tienen propiedades medicinales antiinflamatorias, analgésicas y cicatrizantes.

Conociendo el hábitat del copalillo

El Bosque Tropical Caducifolio (BTC) es un ecosistema que se caracteriza por tener épocas marcadas de lluvias y secas. El otoño y el invierno es la época de secas y es durante estos meses cuando la mayoría de sus árboles pierden las hojas. En los meses de primavera y verano cuando llueve, los árboles recuperan su follaje y producen flores y frutos (Figura 1).



Figura 1. A) Bosque Tropical Caducifolio (BTC) en época de lluvias y B) BTC en época de secas.



Sin embargo, la deforestación y el cambio de uso de suelo amenazan al copalillo y a otras especies de este tipo de bosque, poniéndolas en riesgo de extinción por la pérdida acelerada del bosque, quedando cada vez, remanentes de vegetación más aislados y pequeños. Esta es una de las razones por las que empezamos a estudiar las poblaciones de copalillo, específicamente buscamos entender cómo la pérdida de su hábitat afecta al intercambio de genes entre poblaciones. En los árboles, los genes viajan a través del polen y las semillas; durante la reproducción, esa información genética se hereda de padres a hijos.



Figura 2. Copalillo (*Bursera cuneata*) en la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

En el BTC del centro del país, principalmente Michoacán, Guanajuato, Estado de México, Ciudad de México y Morelos, habitan árboles conocidos como copalillos, cuyo nombre científico es *Bursera cuneata* (Figura 2). Estos árboles son dioicos, es decir, hay árboles macho y árboles hembra, estos se caracterizan por producir resinas de aroma agradable, utilizadas para la elaboración de inciensos desde la época precolombina. Su madera también se utiliza para la elaboración de joyeros, máscaras y figuras religiosas.

"Para el copalillo moverse no es caminar, sino que sus genes viajan a través del polen y las semillas transportadas por aves e insectos."



Los amigos de las burseras

Los árboles son inmóviles, por lo que, para dispersar sus semillas, muchas plantas dependen de organismos móviles como los animales. En el caso del copalillo, aves de los géneros *Melanerpes* y *Myarchus*, consumen los frutos y dispersan sus semillas de un lugar a otro mediante la frugivoría.

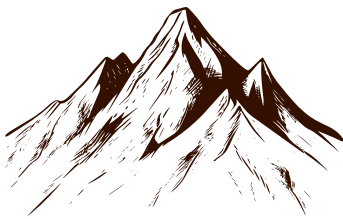
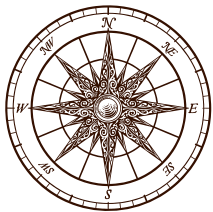


Este tipo de estrategias permite que las semillas se alejen de los árboles parentales y de semillas hermanas, evitando la reproducción entre individuos emparentados, además de favorecer la colonización de nuevos sitios, lo que ayuda a mantener la variabilidad genética de la especie. Otro proceso que ayuda a mantener la diversidad genética en las plantas es la polinización, es decir, el movimiento del polen de flor en flor. La polinización permite la reproducción sexual entre los árboles macho y hembra del copalillo y en este caso corre a cargo de una gran diversidad de insectos, incluidas abejas, moscas y escarabajos. Por ello, aves e insectos son muy importantes para el copalillo, ya que ayudan a la reproducción de la planta y mantienen la conectividad genética entre los parches de hábitat, permitiendo que las semillas y polen se muevan de una población a otra.

"Sin dispersores los bosques pierden movilidad."
Henry F. Howe y Judith Smallwood.

Ciudades, las barreras de la diversidad

En nuestra investigación del copalillo, partimos de la idea de que las actividades humanas que modifican el paisaje, como la agricultura, la minería y las zonas urbanas, al fragmentar el hábitat nativo (en este caso, el BTC), afectan la movilidad de sus dispersores y polinizadores y, en consecuencia, afectan indirectamente el flujo de sus genes.



Además, otras características físicas del paisaje también pueden influir en el movimiento de estos organismos, entre ellas se encuentran la orientación de las laderas. Este término hace referencia a la dirección cardinal (norte, sur, este u oeste) hacia la que está orientada una montaña o colina y, por lo tanto, la cantidad de luz solar que recibe. Otra característica física del paisaje es la pendiente del terreno, la cual indica qué tan inclinado está un sitio con respecto a una superficie plana.

Por ejemplo, mientras menor es la pendiente, más plano es el terreno; en cambio, pendientes altas corresponden a laderas o zonas montañosas. Lo mismo ocurre con la rugosidad del paisaje, una característica relacionada con qué tan irregular o accidentado puede ser un terreno debido a barrancas, relieves abruptos o cambios bruscos de altura.

Todos estos elementos son importantes porque en la naturaleza los paisajes no son completamente planos, y estas variaciones pueden influir en el movimiento de polinizadores y dispersores.

Para responder las preguntas que nos habíamos planteado, colectamos hojas de 228 árboles de copalillo pertenecientes a 33 poblaciones distribuidas en cinco cuencas hidrológicas: Lerma-Chapala, lago de Pátzcuaro, lago de Cuitzeo, río Balsas y México. Estas hojas fueron llevadas al laboratorio para extraer su ADN, la molécula que contiene la información genética de los seres vivos.





A partir de esta información pudimos comparar qué tan relacionadas estaban las poblaciones entre sí e identificar qué poblaciones compartían genes y cómo este material genético se movía a través del paisaje. Nuestros resultados mostraron que las poblaciones más cercanas geográficamente, como las ubicadas en los lagos de Pátzcuaro y Cuitzeo, compartían más genes, por lo que probablemente tienen mayor flujo de genes. En cambio, las poblaciones más alejadas, es decir, en los extremos de la distribución, mostraban menos similitudes genéticas. Además, estas poblaciones estaban rodeadas de zonas agrícolas y urbanas. Este hallazgo es importante porque las aves que dispersan las semillas del copalillo no suelen volar más de cinco kilómetros. La fragmentación del bosque por actividades humanas puede dificultar que las semillas lleguen a otros parches del bosque tropical caducifolio (Figura 3).



"El paisaje no solo es un fondo, es un actor clave en la evolución." Stéphanie Manel

Figura 3. Fragmentación del bosque tropical caducifolio por el establecimiento de zonas agrícolas en la cuenca de Lerma-Chapala. En las laderas del fondo se observan remanentes del bosque, mientras que en primer plano son áreas transformadas para actividades agrícolas.

También, observamos que los remanentes del bosque tropical caducifolio, el hábitat natural del copalillo, y las áreas con mayor rugosidad del terreno, es decir, aquellas con barrancas, laderas y relieves irregulares, facilitan el intercambio de genes entre las poblaciones. En estos paisajes, la presencia de barrancas y relieves irregulares favorece la retención de humedad y ayuda a mantener temperaturas más estables,



incluso durante las épocas más cálidas, lo que beneficia el establecimiento y supervivencia del copalillo. Por otro lado, las zonas agrícolas y urbanas actúan como barreras que limitan el intercambio de genes. Esto ocurre porque en estos sitios, el suelo ha sido modificado, generando un cambio en las condiciones ecológicas y ambientales originales. Por ejemplo, en zonas agrícolas suele aumentar la temperatura al disminuir la cantidad de árboles, porque hay menos humedad y se alteran los nutrientes del suelo.

Estos cambios dificultan que las semillas que sí lograron llegar a otros parches de bosque puedan germinar y crecer. De manera similar, las ciudades funcionan como barreras ecológicas: el cemento reduce la retención de humedad, aumenta la temperatura y dificulta la germinación de las semillas. Como consecuencia, disminuyen las poblaciones del copalillo y también el alimento disponible para las aves e insectos que participan en la dispersión de semillas y polinización.



Finalmente, nuestra investigación mostró que las áreas naturales existentes no son suficientes para proteger al bosque tropical caducifolio y que muchas de ellas se han reducido debido al aumento de zonas agrícolas y urbanas. Esta pérdida y fragmentación del hábitat son las principales amenazas para la supervivencia del copalillo. Por ello, es urgente promover estrategias de conservación, como la implementación de corredores biológicos, áreas que conectan los parches remanentes de bosque y permitan a las poblaciones de copalillo no estar aisladas para que las aves e insectos continúen moviendo sus genes. 🍀



Conceptos

Dioicos. plantas en las que existen individuos macho e individuos hembra por separado. Para reproducirse, necesitan intercambiar polen y semillas.

Genes. fragmentos de información biológica que se transmiten de padres a hijos y que ayudan a determinar las características de los organismos. En el caso de las plantas esta información biológica hereditaria viaja a través del polen y las semillas de una generación a otra.

ADN. molécula que contiene la información genética de los seres vivos y que se hereda de una generación a otra.

Agradecimientos

Agradecimientos al Centro Regional del Bajío del Instituto de Ecología, AC, por las facilidades brindadas en este proyecto, al posgrado de Ciencias Biológicas, INECOL, CVU: 916840, y a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) YR: CB2016-283237.

Para Consulta

- Cultid-Medina CA, Rico Y. 2020. Los aliados emplumados de los Copales y Cuajiotos de México: aves y la dispersión de semillas de *Bursera*. Revista Digital Universitaria 21 (2): 1-9. [\[Link\]](#)
- Maya-Elizarrarás E, Rico Y, Cultid-Medina CA. 2024. Copales, cuajiotos y sus visitantes. Ecofronteras 28 (80): 20-24.
- Mesa-Sierra N, De la Peña-Domene M, Campo J, *et al.* 2022. Restoring Mexican Tropical Dry Forests: A National Review. Sustainability 14(7): 3937. [\[Link\]](#)
- Rzedowski J, Guevara-Féfer F. 1992. Familia Burseraceae. Flora del Bajío y Regiones adyacentes 3: 1-52 [\[Link\]](#)



Crédito de imágenes en orden de aparición: Getty Images, Creative, Pexels, natrot, Getty Images Signature, spacecreav, Getty Images Pro, Geolimages, canvasstudio, Canva AI Studio with AI, dilawpic, Design By Bilqis Nur Amalia, Aflo Images, pixabay. Crédito de figuras: Las fotos fueron tomadas por Marisol A. Zurita-Solís. Los autores confirmaron que ningún párrafo del manuscrito ha sido generado completamente o con más del 50% de sus palabras con esta herramienta.

Dra. Verónica Reyes-Çalindo
Editora Invitada.
Primer Congreso Mexicano de Evolución

Diseño de publicación: Sofia Paz



Marisol Alicia Zurita Solis

Centro Regional del Bajío. Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). Estudiante de Doctorado en Ciencias interesada en comprender cómo el paisaje y el cambio climático influyen en la diversidad genética y la adaptación de las especies, mediante herramientas de genética del paisaje, genómica de la conservación y filogeografía.

contacto: solazurita@gmail.com



Yessica Rico

Centro Regional del Bajío. Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). Investigadora especializada en genética del paisaje y genética de la conservación, interesada en comprender cómo la transformación y fragmentación del hábitat afectan la dinámica de las poblaciones silvestres, sus procesos demográficos, el flujo génico y la adaptación local, integrando información genética, genómica y ecológica.

contacto: yessica.rico@inecol.mx