

Servicio de entrega natural: el papel de los animales en la dispersión de semillas

Las semillas son unidades reproductivas que logran establecerse como nuevas plantas al dispersarse valiéndose de diferentes vectores; los más comunes son el agua, el viento y los animales. En este artículo se aborda el papel de estos últimos en la dispersión, mediante la zoocoria, como una estrategia exitosa y de gran interés dada la complejidad de su relación evolutiva e importancia ecológica.

La semilla como unidad de dispersión

Angiospermas:

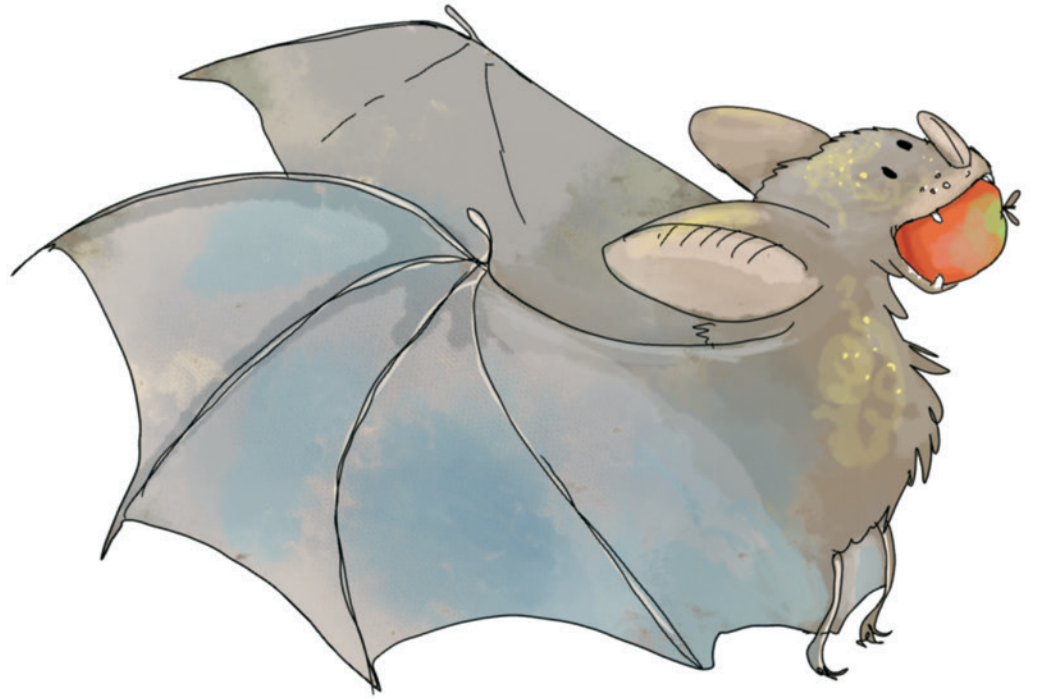
Plantas que producen flores y frutos en los cuales, al madurar, se desarrollan las semillas.

La gran mayoría de las plantas **angiospermas** se reproducen por medio de mecanismos sexuales, durante los cuales ocurre un entrecruzamiento de las células reproductoras femeninas y masculinas que da lugar a un embrión. Este último es el delicado producto de la fecundación y, en las condiciones correctas, se desarrollará como un individuo adulto. El embrión se encuentra dentro de lo que comúnmente conocemos como semilla, una estructura compuesta de un **endospermo**, que brinda el suministro alimenticio, y una cubierta rígida proveniente del tejido ovárico, llamada testa, que sirve como capa de protección. Con el soporte de ambas estructuras que constituyen a la semilla, el embrión comenzará a formarse como una plántula (Mauseth, 2017).

Endospermo

Tejido nutritivo de reserva formado como consecuencia de la fertilización y el cual rodea al embrión en desarrollo.

Las semillas son también consideradas como unidades de propagación, las cuales han evolucionado para asegurar el establecimiento de la planta adulta. Para ello, a lo largo de su historia evolutiva, han desarrollado múltiples estrategias no sólo para proteger al embrión de las condiciones ambientales adversas, sino también para poder ser movilizadas y llegar a un sustrato donde puedan establecerse. Adicionalmente, los frutos también han desarrollado modificaciones para ayudar a propagar las semillas dependiendo del tipo de vector de dispersión al que apueste la planta (Nabors, 2006).



Gramínea

Nombre común otorgado a las plantas pertenecientes a la familia *Poaceae*, la cual incluye a los pastos y cereales.

Estrategias de dispersión

Múltiples especies, principalmente las **gramíneas**, desarrollan mecanismos de dehiscencia que permiten la apertura autónoma del fruto para que éste pueda expulsar las semillas de manera involuntaria por medio de una explosión programada de los frutos ya secos o la separación de las cubiertas protectoras para que las semillas entren en contacto con el medio exterior (De Erice-Zúñiga y González Mandujano, 2012). En ocasiones, estas semillas pueden tener largas proyecciones que les dan propiedades aerodinámicas y les permiten planear o flotar para recorrer distancias considerables hasta llegar a su destino de establecimiento, como es el caso de las semillas dispersadas por el viento (anemocoria). Por otro lado, las semillas de dispersión acuática pueden desarrollar capas mucilaginosas o poco densas que les brinden propiedades de flotación (hidrocoria) (Evert y Eichhorn, 2013).

No obstante, las modificaciones más comunes, variadas y aprovechadas en la naturaleza son aquellas destinadas a los dispersores bióticos. En este sentido, distintas especies de animales se encargan de forma mayoritaria de la dispersión de semillas en los ecosistemas (zooecoria), mediante múltiples estrategias que han desarrollado en conjunto las plantas y los animales para optimizar este proceso y garantizar que cada una de las partes obtenga un beneficio.

Síndromes de dispersión y tipos de zooecoria

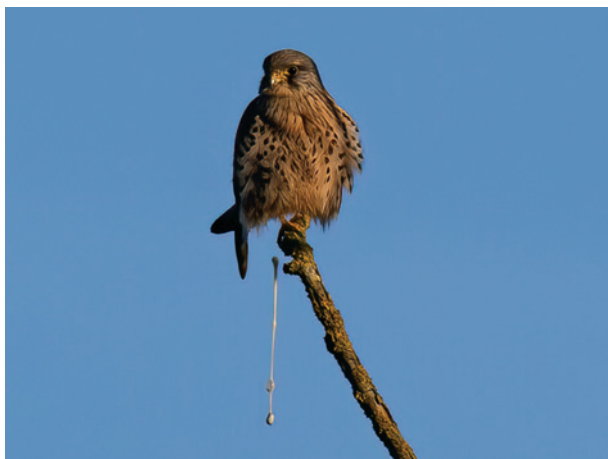
Dada la similitud entre los procesos de dispersión que llevan a cabo ciertos grupos de animales y la importancia que estos últimos tienen en los ciclos vitales de las plantas, para estudiar el tema se han clasificado los mecanismos según el animal específico involucrado. Esto va desde la generalización en clases hasta los casos especiales en los que hay familias taxonómicas que han desarrollado su propio mecanismo de dispersión. Por lo general, estas divisiones por tipo de vector se relacionan con las modificaciones que los frutos y las semillas han desarrollado para lograr su establecimiento, conocidas como síndromes de dispersión, las cuales son adaptaciones para atraer la atención de un grupo particular de ani-



males dispersores que permitan soportar el proceso; la mayoría de estos casos resulta en relaciones mutualistas entre la planta y el vector (Wenny, 2001).

En primera instancia, los síndromes de dispersión pueden clasificarse según la forma en que los animales transportan las semillas, ya que esto influye fuertemente en el tipo de modificaciones y adaptaciones que el fruto o la semilla deben desarrollar. Cuando la dispersión se lleva a cabo de forma externa ocurre la epizooecoria, proceso mediante el cual la semilla es transportada de manera superficial, al adherirse a la piel o el pelaje de un animal por las proyecciones que estos frutos tienen en su exterior, tales como espinas, tricomas, ganchos, etc. (Mauseth, 2017). Esta forma de dispersión es relativamente sencilla, pues se trata de una relación pasiva entre ambas partes: el animal no debe hacer un esfuerzo mayor para dispersar las semillas, sino que más bien ésta se da de manera accidental.

Por otro lado, la dispersión por ingestión (endozooecoria) es uno de los métodos más comunes entre los vertebrados, que ayudan a dispersar las semillas por medio de sus heces. Por su alta eficiencia, este mecanismo es muy importante, pues se hipotetiza que existe cierta presión selectiva con el fin de determinar las características de diseminación que poseen los frutos. Por lo general, éstos desarrollan pulpas carnosas, con sabores, olores y colores agradables o llamativos que sirven como una forma de atraer a los animales para que los consuman; además, suelen tener una gran cantidad de semillas de tamaños re-



ducidos que son fáciles de tragar y lo suficientemente resistentes para no dañarse al ser masticado y tragado el fruto. Los vertebrados dispersores más conocidos son las aves y los mamíferos; entre estos últimos destacan los primates, murciélagos y algunos roedores. No obstante, en ocasiones también los reptiles frugívoros pueden ser importantes vectores de dispersión (Evert y Eichhorn, 2013).

El caso de los insectos dispersores es muy diferente del que se observa en los mamíferos y otros vertebrados; no obstante, los métodos de dispersión entomocóricos son aún altamente desconocidos, ya que son mucho menos notorios que el trabajo que realizan otros animales. Usualmente los insectos desarrollan relaciones coevolutivas con algunas plantas para dispersar las semillas a partir de los órganos de sujeción, tales como ganchos, dientes o vellosidades, de forma similar a la epizooecia, lo que en este caso se denomina eriocoria (Li Vigni y Melati, 1999). Un insecto dispersor de gran fama es el escarabajo pelotero; sin embargo, su actividad de dispersión se debe más bien a una coincidencia, ya que sus hábitos de anidado y alimentación al transportar y enterrar las heces de mamíferos como los primates terminan resultando en la dispersión y potencial germinación de semillas, las cuales en otros casos hubieran sido dañadas por pequeños roedores u hongos (Vulinec, 2002).

Pero la forma de entomocoria más común y con mayor grado de incidencia y documentación es la realizada por hormigas (mirmecocoria) en sitios

con climas tropicales. Las hormigas dispersoras son atraídas a cierto tipo de frutos y semillas que tienen cubiertas pluricelulares y, además, una capa carnosa dotada de sustancias lipídicas que son altamente nutritivas (principalmente **eleosomas**, entre otros nutrientes). Las hormigas consumen primero esta cubierta, pero al llegar a la semilla les es imposible comerla debido a su dureza; de tal forma, al no serles útil, desechan la semilla, la cual ya tiene un cierto nivel de abrasión debido a los intentos de las hormigas por penetrar el tejido endospermico para alimentarse. Es así como la semilla cuenta con cierta ventaja que le facilitará germinar. De la misma manera, se ha registrado la función entomocórica de algunas especies de termitas con comportamientos similares al de las hormigas; no obstante, éstas transportan las semillas bajo tierra y las depositan en raíces lastimadas de otras plantas para que las parasiten (Li Vigni y Melati, 1995; Escala y Enrech, 1991).

■ Ventajas y desventajas

■ La estrecha relación evolutiva entre plantas y animales puede estudiarse desde múltiples ángulos con el objetivo de conocer los requerimientos específicos para que la dispersión de semillas se pueda llevar a cabo de manera exitosa, junto con una infinidad de fenómenos que influyen en este proceso y las consecuencias colaterales, tanto positivas como negativas. Una de las principales desventajas con respecto a la dispersión en general es el gasto energético que implica la producción de frutos vistosos, atractivos y apetecibles para llamar la atención de los dispersores. Por lo tanto, para justificar este gasto, debe haber ventajas lo suficientemente importantes como para que se mantenga estable una relación de costo-beneficio en lo que a la dispersión respecta.

Se han hipotetizado cuatro tipos de ventajas relacionadas con este proceso. En primer lugar, y de manera exclusiva para la dispersión biótica por vertebrados, se encuentra la germinación mejorada como resultado del paso del fruto y las semillas por el tracto digestivo del animal. En este proceso las semillas son sometidas a efectos similares a la **escarificación** química y mecánica que facilita el establecimiento de la

◀ Eleosoma

Tejido provisto de una reserva de sustancias lipídicas altamente nutritivas que rodea a algunas semillas y atrae vectores de dispersión, principalmente hormigas.

◀ Escarificación

Procesos de abrasión química o física que debilitan las capas exteriores de la semilla con el fin de acelerar su germinación.

plántula al eliminar inhibidores de la germinación, lo cual implica una mayor oportunidad para que la semilla se desarrolle en una planta adulta en el futuro. Este caso es muy común para las semillas dispersadas por aves; localmente podemos observarlo en la dispersión de semillas de chiltepín, las cuales tienen más dificultades para germinar sin la asistencia de vectores que las digieran primero (Araiza Lizarde y cols., 2011).

Otras ventajas generales de la dispersión son las propuestas en las hipótesis de escape y colonización. El escape puede ser una ventaja importante dados los altos índices de mortalidad y la baja densidad de plantas al establecerse cerca de la planta madre; por lo tanto, los vectores sirven como vehículos para interponer distancia entre la planta madre y la hija, para así disminuir esta mortalidad. Por un lado, la colonización consiste en la distribución amplia y aleatoria de las semillas; de esta manera, se apuesta por una gran cantidad de semillas que abarquen áreas considerablemente grandes para así establecer poblaciones concretas que puedan llegar a dominar espacios cuando las condiciones sean idóneas. Por otra parte,

la dispersión dirigida tiene lugar cuando las semillas son depositadas en lugares estratégicos para asegurar que las plantas puedan establecerse y prosperar; en este caso, la planta apuesta por tener frutos que atraigan a cierto vector específico que pueda garantizar el depósito de las semillas en el lugar necesario, o en su defecto que la semilla cuente con características especiales para solamente germinar en un lugar determinado para su establecimiento (Wenny, 2001).

Por último, la reconstrucción y regeneración de ecosistemas es una de las ventajas a las cuales se le está prestando más atención actualmente dado su potencial para la conservación de las especies y el hábitat. Contar con un vector de dispersión dirigido implica que las semillas pueden alcanzar un rango de distancia mucho mayor en comparación con el que podrían tener solamente al dejar caer sus frutos; además, esta distancia añadida implica que el material genético de las plantas tendrá un alcance mayor y se alejará de la planta madre, con lo cual disminuyen las probabilidades de **endogamia** en el futuro, cuando esta planta llegue a su etapa reproductiva, y así aumente la variabilidad genética (Parrado-Rosselli, 2007).

Endogamia

Cruce o reproducción entre individuos emparentados que produce descendencia con menor variabilidad genética.



■ Importancia ecosistémica de la dispersión

■ Un importante ejemplo de las ventajas de la dispersión de semillas por vectores animales lo podemos observar en México, en el caso de los murciélagos frugívoros en Veracruz. Esta entidad federativa tiene altos índices de fragmentación del hábitat debido a la intensa actividad agrícola que ha dejado grandes extensiones de pastizales donde originalmente debería haber selvas. Actualmente la vegetación selvática está distribuida en una especie de mosaico heterogéneo con múltiples árboles aislados de sus ecosistemas originales.

No obstante, algunas especies de murciélagos “adaptables” han comenzado a abandonar el núcleo seguro de vegetación en mosaico para comenzar a **perchar** en estos árboles aislados y, por lo tanto, consumir sus frutos y dispersar sus semillas. Esta actividad dispersora ha permitido que las semillas que caen bajo la copa de estos árboles aislados germinen en pequeños microambientes con las condiciones necesarias para que las plántulas se establezcan. A la fecha se han registrado árboles de hasta 8 m de altura que han surgido gracias a este mecanismo de dispersión. Esto significa que la quiropterocoria es una de las estrategias de mayor importancia para la regeneración de los ecosistemas tropicales (Galindo, 2005).

Estudiar las técnicas de dispersión de semillas por medio de los animales nos ofrece una herramienta muy útil para comprender algunos patrones de regeneración de ecosistemas como las selvas y los bosques. De igual forma, identificar qué especies de animales son dispersores importantes para ciertas plantas de interés podría ser la clave para impulsar los esfuerzos de conservación mediante programas de protección tanto para las plantas como para los vectores, así como en las áreas donde éstos se desarrollan.

Ana Paulina Barcelos González

Universidad de Sonora.
a218219397@unison.mx

Referencias específicas

- Araiza Lizarde, N., E. Araiza Lizarde y J. G. Martínez Martínez (2011), “Evaluación de la germinación y crecimiento de Plántula de Chiltepín (*Capsicum annuum* L variedad glabriusculum) en invernadero”, *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(2):170-175.
- Escala, M. y X. de Enrech (1991), “Estudio morfoanatómico de semillas mirmecócoras en un ecosistema semiárido venezolano”, *Orsis: Organismes i Sistemes*, 6:45-59.
- Evert, R. F. y S. E. Eichhorn (2013), *Biology of Plants*, 8.ª ed., Nueva York, W. H. Freeman and Company Publishers.
- De Erice-Zúñiga, E. V. y A. González Mandujano (2012), *Biología: la ciencia de la vida*, 2.ª ed., México, McGraw Hill.
- Galindo, J. (2005), “¿Regeneración de la selva? Los murciélagos, expertos en el asunto”, *La Ciencia y el Hombre*, 28(2):37-40.
- Li Vigni, I. y M. R. Melati (1999), “Examples of seed dispersal by entomochory”, *Acta Botanica Gallica*, 146(2):145-156. Disponible en: <doi.org/10.1080/12538078.1999.10515813>, consultado el 26 de julio de 2023.
- Mauseth, J. D. (2017), *Botany: An Introduction to Plant Biology*, 6.ª ed., Burlington, Jones & Bartlett Learning.
- Nabors, M. W. (2006), *Introducción a la Botánica*, Madrid, Pearson Educación.
- Parrado-Rosselli, A. (2007), “Estudio de caso. La dispersión de semillas: una herramienta para comprender la composición y estructura de los bosques amazónicos”, en S. L. Ruiz *et al.* (eds.), *Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonia colombiana – Diagnóstico* (pp. 109-116), Bogotá, Corpoamazonia/Instituto Humboldt/Instituto Sinchi/UAESPNN. Disponible en: <doi.org/10.13140/2.1.2731.3281>, consultado el 26 de julio de 2023.
- Vulinec, K. (2002), “Dung Beetle Communities and Seed Dispersal in Primary Forest and Disturbed Land in Amazonia”, *Biotropica*, 34(2):297-309. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/4132905>, consultado el 30 de julio de 2023.
- Wenny, D. G. (2001), “Advantages of seed dispersal: A re-evaluation of directed dispersal”, *Evolutionary Ecology Research*, 3:51-74.

Perchar

Acción de descanso por parte de algunas aves y mamíferos voladores al posarse o colgar de superficies tales como ramas de árboles y arbustos o construcciones y líneas de cableado eléctrico en zonas intervenidas por el ser humano.