RELACIÓN A ALTO VOLTAJE - POLINIZACIÓN POR COLIBRÍES

Posted on 25 enero, 2016 by Víctor M. Orteg y Tonatiuh Velázquez Premio

La relación entre los colibríes y las plantas que visitan es tan añeja, íntima e intrincada, que incluso las fuerzas eléctricas, las mismas que hacen que nuestros pelos se paren de punta, parecen intervenir de manera fundamental en el proceso de polinización.

Category: Ciencia

Tag: Ciencias Naturales

La relación entre los colibríes y las plantas que visitan es tan añeja, íntima e intrincada, que incluso las fuerzas eléctricas, las mismas que hacen que nuestros pelos se paren de punta, parecen intervenir de manera fundamental en el proceso de polinización. Exploremos juntos sobre qué trata todo esto.

Enemigo pequeño

Para las plantas con semilla la tarea de pasar físicamente su material genético a otras plantas fue relegada en un principio a factores ambientales como el viento o el agua. No obstante, el transporte

de polen por estos medios es inefectivo e ineficiente, ya que la gran mayoría del polen producido nunca alcanza su destino final, que es el óvulo. En Carolina del Norte fui testigo (VMO) del impresionante derroche energético que conlleva el frenesí orgiástico de las plantas anemófilas al inicio de la primavera. Es tanta la cantidad de polen arrastrada por el viento que en unos cuantos días no sólo los caminos se tiñen de amarillo rojizo, sino también techos de casas, barandales, plantas, arbustos, telarañas, es decir, prácticamente todo. No obstante, tal despilfarro es necesario ya que producir polen en gran cantidad aumenta las probabilidades de reproducción.

Hace aproximadamente cien millones de años un grupo de plantas llamadas angiospermas, comúnmente conocidas como plantas con flor, dieron con una solución radical al problema de transporte de polen. Y decimos radical porque surgió de una alianza desesperada nada menos que con el enemigo: los animales, aquellos que suelen devorar sus hojas, tallos y raíces hasta llevarlas en ocasiones al borde de la muerte. Las angiospermas se las ingeniaron para explotar la capacidad de locomoción de los animales y hacerlos transportar su polen a cambio de una recompensa energética imposible de rechazar: un sorbo de dulce néctar.

Ejemplos de angioespermas
Esta relación mutualista (interacción donde ambos obtienen beneficio) trajo consigo cambios que impactaron la vida en tierra firme, ya que de ella irradiaron nuevas formas de plantas, animales, flores, y con ello colores, olores, sistemas de protección e incluso de comunicación entre especies. La evidencia más antigua que se tiene de este mutualismo es el fósil de un insecto tisanóptero hallado con polen adherido a su cuerpo y que data del periodo Cretácico, o sea hace más de cien millones de años.

Casi un 70% de las plantas en el mundo son polinizadas por insectos, sin embargo, ellos no son los únicos animales dedicados a tan ardua labor. Existen otras especies de artrópodos al igual que de anfibios, reptiles, mamíferos y aves, que se encuentran en la lista de polinizadores. Y por supuesto, dentro de las aves no hay grupo más fuera de lo común por sus lazos con las plantas y que además poseen una peculiar forma de vuelo que los pequeñitos, exuberantes, pero no menos aguerridos colibríes.

A pie de guerra

Hay colibríes tan pequeños y livianos como una semilla de avellana (como el zunzuncito cubano) y tan grandes y pesados como un estornino (como el picaflor gigante); los hay tan prendidos en iridiscentes colores, especialmente los machos, que pueden competir fácilmente con las más vistosas mariposas o escarabajos. Los hay sólo en América; en el desierto, el bosque, la montaña, la selva y algunos son tan valientes que cada año osan cruzar el Golfo de México. Existen en tal cantidad que son el segundo grupo de aves más diverso, sólo detrás de los papamoscas. Pese a esta gran diversidad de forma, color y tamaño, las 330 especies conocidas de colibríes requieren néctar como fuente primaria de energía. Energía que es usada para regular su temperatura corporal, pero sobretodo para volar de la manera que sólo ellos saben hacerlo: unas veces estáticos, otras extáticos, arando el aire a velocidad de rayo, bien como insectos o como aves.

> *Los colibríes llegan a gastar la misma energía por unidad de tiempo que una bombilla eléctrica.*

Mientras baten sus alas con una frecuencia de hasta 80 ciclos por segundo, los colibríes llegan a gastar la misma energía por unidad de tiempo que una bombilla eléctrica de 120 watts. Tal tasa energética es la más alta de todas las aves, pero curiosamente muy cercana a la de los insectos. Con tan altas demandas metabólicas, a los colibríes no les queda más remedio que ahorrar energía durante la noche. Topor es el término técnico de este tipo de trance invernal que ellos

experimentan y consiste en reducir su metabolismo y mantener baja su temperatura corporal, casi a nivel ambiental. Al mismo tiempo reducen a un cuarto sus latidos de corazón y a un mínimo sus actividades cerebrales, pero eso sí, sin dejar de roncar. Las consecuencias de no entrar en topor serían fatales ya que podrían morir en medio de la noche de un golpe hipoglucémico por falta de azúcar.

Debido a sus altas demandas de energía se puede entender fácilmente el por qué los colibríes (específicamente los de la subfamilia *Trochilinae*) suelen proteger sus territorios con gran celo, a capa y espada, dando batalla no sólo a sus congéneres sino también a abejas, abejorros, lepidópteros, moscas e incluso aves de presa que por error osen pasar por allí. Los aztecas admiraron tanto la valentía y ferocidad de estas pequeñas aves que nombraron a su dios de la guerra Huitzilopochtli, que en Náhuatl significa colibrí enigmático y temible.

Amarillo no me pongo, amarillo es mi color

Los colibríes son muy selectivos a la hora de elegir flores, ya que las prefieren de vivos colores, con corolas tubulares y alargadas, de tal forma que su pico y lengua bífida puedan alcanzar el fondo donde se encuentra el alimento. Además optan por flores con abundante néctar, pero con baja concentración de azúcares y sin fragancia. Los colibríes, que se estima polinizan más de mil especies de plantas, necesitan beber diariamente una cantidad de néctar igual a su peso. ¿Cuántas flores deben visitar para cubrir su cuota diaria? Hagamos juntos el cálculo. Si la densidad y el volumen promedio de néctar en una flor son $1x10^{-3}$ gramos/microlitro y 10 microlitros (un microlitro es una millonésima parte de un litro) respectivamente, entonces al multiplicar ambas cantidades obtendremos la masa de néctar por flor: 0.01 gramos. Si un colibrí mediano tiene una masa de 5 gramos, entonces el número de visitas se puede obtener simplemente dividiendo esta cantidad entre la masa de néctar por flor. Por lo tanto, un colibrí mediano debe visitar al menos 500 flores al día (suponiendo que cada flor tenga la cantidad de néctar estimada). Por tal razón los colibríes son tan apegados a los comederos artificiales en nuestros patios, ya que les permite obtener todo el alimento azucarado que requieren sin tanto esfuerzo.

Figura 1. Colibrí (Calypte anna) tomando néctar con granos de polen flotando sobre su cabeza. Créditos Víctor Ortega.

Para las plantas, la energía gastada en producir néctar lamentablemente nunca se recupera. Sin embargo, tanto sacrificio se ve recompensado con creces al hacer de los colibríes cupidos y mensajeros de su misiva amorosa (Figura 1). El polen, anclado al pico y cabeza de los colibríes, será llevado a cientos de prometidas potenciales en un sólo día. Con tanto amor de por medio es entendible que las plantas derrochen tanta energía en atraer a sus polinizadores.

Polinización a alto voltaje

Para entender los efectos de las fuerzas eléctricas en la polinización hecha por colibríes primero demos un repaso a algunos conceptos de electrostática. Esta rama de la física trata con aquellos fenómenos donde hay interacción entre cargas eléctricas, pero sin atender su movimiento. La carga eléctrica en un cuerpo está determinada por la cantidad y distribución de electrones libres en su superficie y se mide en Coulombs. Un cuerpo puede adquirir carga eléctrica, positiva o negativa, por contacto directo, por frotación con una superficie o simplemente al acercarse a otro cuerpo cargado. El voltaje es una medida de energía eléctrica. Los teléfonos celulares funcionan con un voltaje de apenas 5 volts, mientras que una lavadora requiere 110 volts. En contraste, cuando se trata de fenómenos electrostáticos, como frotar un globo con nuestro pelo, comúnmente se habla de miles de volts. La razón entre carga y voltaje se denomina capacitancia, que se puede entender como la capacidad de un cuerpo para almacenar carga eléctrica. Tomando en cuenta el tamaño, un colibrí tenderá a acumular más carga que una abeja, ya que cuerpos más grandes tienen una capacitancia mayor.

Comúnmente los animales adquieren un potencial eléctrico al frotar sus cuerpos contra otros, o al caminar sobre hojarasca o pétalos de flores, de manera similar a nosotros cuando caminamos sobre una alfombra. Los insectos adquieren de esta forma cientos de volts. Por su parte, los animales voladores, como los colibríes, además pueden cargarse de electricidad mientras están aleteando, ya que sus alas al moverse se frotan contra iones y partículas de polvo cargadas que se encuentran flotando en el aire.

Un estudio reciente de investigadores de la Universidad de California, Berkeley, indica que los colibríes en vida libre pueden adquirir un potencial eléctrico de hasta 750 Volts, y una carga de 800 picoCoulombs (picoCoulomb es la billonésima parte de un Coulomb), especialmente en condiciones de muy baja humedad. Además, encontraron que partículas del tamaño del polen son atraídas hacia un modelo de colibrí metálico cargado a 400 picoCoulombs (Figura 2). También descubrieron que si estambres de flores, conectados a tierra, son puestos muy cerca del modelo de colibrí, estos son atraídos hasta hacer contacto físico con él, dejando como resultado una mancha de granos amarillos en la cabeza del modelo de colibrí. En conjunto, las medidas de carga en vida libre y los experimentos de laboratorio sugieren que la polinización es más efectiva cuando los colibríes se encuentran cargados eléctricamente ya que sus cabezas y picos tenderán a colectar más granos de polen.

Figura 2. Fotografía de larga exposición que muestra la atracción electrostática de partículas no cargadas sobre la cabeza del modelo de colibrí cargado positivamente. Créditos Víctor Ortega.

Las abejas pueden adquirir cargas eléctricas de hasta 250 picoCoulombs. Sorprendentemente, esta pequeña carga es suficiente para hacer saltar granos de polen de la punta del estambre a sus cuerpos. De igual manera se ha demostrado que la polinización por viento es favorecida por la electrostática, ya que el polen cargado eléctricamente es atraído directamente a las flores debido a su campo eléctrico. En la actualidad algunos agricultores cargan artificialmente granos de polen y los esparcen sobre árboles que han sido previamente conectados a tierra física. Con esta técnica artificial

de polinización los agricultores reducen el tiempo de trabajo y la cantidad de polen empleado. Pero sobre todo, aumentan el número de flores polinizadas, lo cual significa una mayor producción de frutos y semillas.

Conundrum

Como hemos visto, las fuerzas eléctricas juegan un papel importante en la polinización de plantas con flor. Pero sus alcances no terminan ahí, ya que la electrostática parece influir en otros aspectos de la vida de los animales. Recientemente se descubrió que insectos cargados eléctricamente generan deformaciones en telarañas, de tal forma que los hilos de seda son atraídos hasta hacer contacto con el cuerpo de los insectos, aumentando así el riesgo de ser capturados. Incluso se ha sugerido que los abejorros son capaces de distinguir el campo eléctrico de flores con y sin néctar, lo que les ayuda a evitar visitas inútiles. A pesar de estos fascinantes descubrimientos, aún sabemos muy poco sobre los efectos de las fuerzas electrostáticas en la vida de la mayoría de los animales. Queda en las nuevas generaciones de científicos hacer suyas estas preguntas y tratar de contribuir en esta fascinante y fértil área que promete estar plagada de grandes sorpresas. C^2

Víctor M. Ortega es investigador posdoctoral en el Departamento de Biología de la Universidad de California, Berkeley. vortega@berkeley.edu

Tonatiuh Velázquez Premio es experto en interacción entre plantas y colibríes y doctor en ciencias egresado del Instituto de Ecología AC en Xalapa, Veracruz. tonavela@yahoo.com

Para saber más:

- Arizmendi, M.C. y H. Berlanga. 2014. *Colibríes de México y Norteamérica.* Conabio. México. 160 pp.
- Badger, M., Ortega-Jimenez, V. M., von Rabenau, L., Smiley, A., Dudley, R. 2015. *Electrostatic Charge on Flying Hummingbirds and Its Potential Role in Pollination.* PloS one, 10: e0138003.
- Clarke, D., Whitney, H., Sutton, G. and Robert, D. 2013. *Detection and Learning of Floral Electric Fields by Bumblebees.* Science 340: 66–69.
- Grant, V., Grant, K. A. 1970. *A hummingbird-pollinated species of Boraginaceae in the Arizona*

flora. PNAs, 66: 917-919.

- Ortega V. M. 2014. *La telaraña: trampa electrostática.* Ciencia y Desarollo. Sep-Oct.
- Peñalver E, Labandeira CC, Barrón E, Delclòs X, Nel P, Nel A, Tafforeau P, Soriano C. 2012.*Thrips pollination of Mesozoic gymnosperms*. PNAs 109:8623-8.