



El grupo de *Evo-Devo* en Plantas, busca entender la variación en la forma de las flores, particularmente en especies neotropicales de plantas poco estudiadas.

EL ENIGMA GENÉTICO DE LA SIMETRÍA DE LAS FLORES

Por: *Yesenia Madrigal Bedoya,*
*Natalia Pabón-Mora***

Bióloga, estudiante de maestría, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Investigadora del grupo Evo-Devo en Plantas. Ganadora del Premio Medellín Investiga 2016, en la categoría Jóvenes investigadores de pregrado destacados en investigación.

*** Doctora en biología. Profesora del Instituto de Biología. Coordinadora del grupo Evo-Devo en Plantas*

¿Dónde concilia el ser humano su sentido de la existencia?... en la naturaleza; ¿Y cuál es la expresión más sutil, elocuente y asombrosa de esa naturaleza? las flores. Surgidas hace 120 millones de años, y con cerca de 300.000 especies, no existe en el mundo biológico una estructura de mayor diversidad que las flores y nada en la expresión de la naturaleza puede albergar tanta complejidad sobre un mismo tema.

En términos generales, una flor posee, de afuera hacia adentro: sépalos, pétalos, estambres y carpelos. Los sépalos, usualmente verdes, protegen el botón floral. Los pétalos, normalmente muy coloridos y a veces fuente de néctar, atraen insectos durante la polinización. En el interior de la flor, los estambres producen en sus sacos polínicos los granos de polen, y los carpelos facilitan la recepción del polen y su transporte hasta los óvulos que se encuentran en su interior.

La simetría es la correspondencia en tamaño, forma y posición relativa de las partes de un todo. Las flores presentan simetría *bilateral* si solo tienen un plano de simetría, lo que quiere decir que algunas partes crecen más que otras o se fusionan entre sí y usualmente crecen en distintas direcciones.

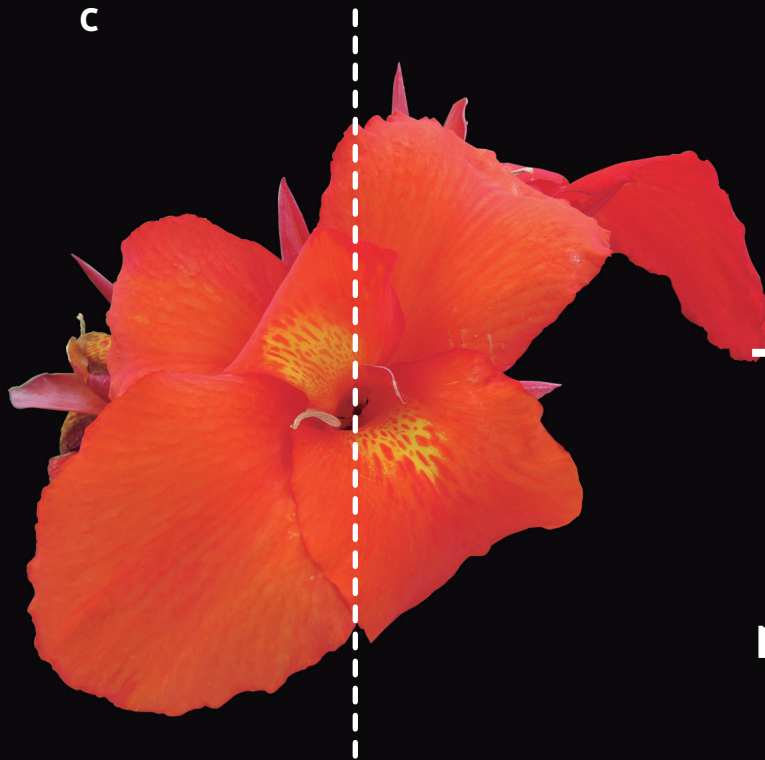
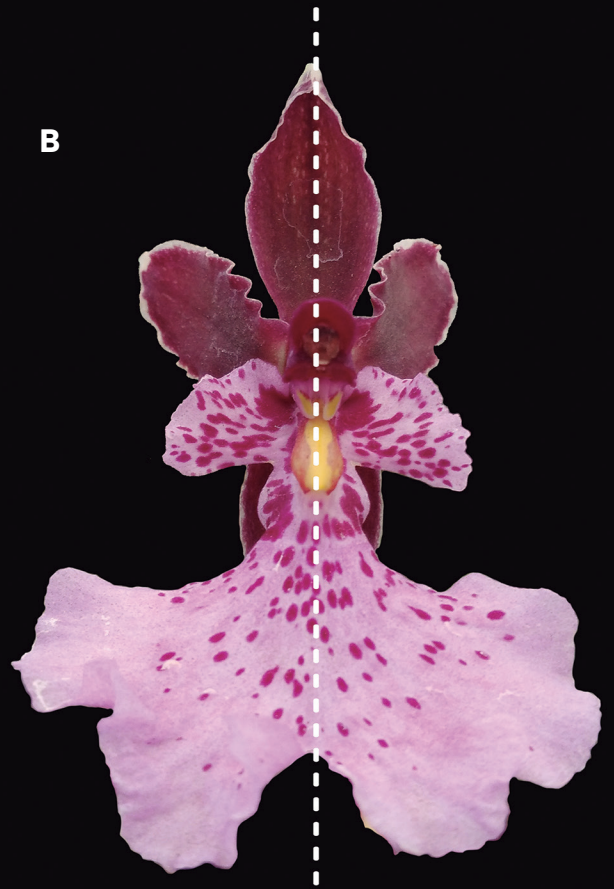
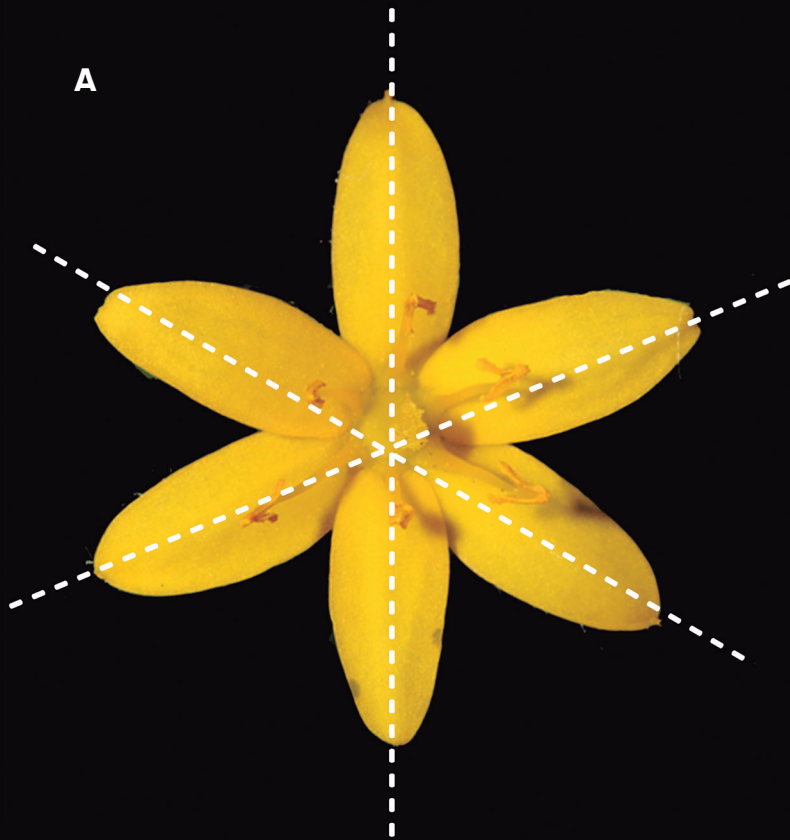
Presentan simetría *radial* si más de un plano las divide en partes del mismo tamaño y forma, equidistantes. De otro lado, las flores asimétricas no presentan ningún plano de simetría reconocible como resultado del crecimiento irregular de un solo órgano o el aborto masivo de varios órganos florales.

En los últimos 30 años, los estudios de mutantes naturales y generados en el laboratorio, han permitido integrar a la botánica otras disciplinas biológicas como la genética y la biología molecular para identificar genes responsables de los cambios en la simetría floral. Estudios en especies como las "bocas de dragón" (*Anthirrinum majus*) han concluido que los genes *CYCLOIDEA (CYC)* controlan la división celular en los pétalos dorsales (de arriba) y reprimen otros genes en los pétalos ventrales (de abajo), resultando en flores con simetría bilateral. Curiosamente, en otras flores de simetría bilateral como las de las legumbres (Leguminosas), o las de las begonias, los mismos genes son los responsables de la adquisición de flores bilaterales, y a su vez estas se han especializado en polinización por insectos.

El grupo de *Evo-Devo en Plantas*, bajo la coordinación de la profesora Natalia Pabón-Mora del Instituto de Biología, activo desde el 2012, busca entender la variación en la forma de las flores, particularmente en especies neotropicales de plantas poco estudiadas. Los cambios morfológicos y genéticos que desencadenan cambios en la simetría floral son uno de los intereses del grupo. Estos estudios se llevan a cabo en tres pasos: primero se realiza la búsqueda inicial de genes en bases de datos disponibles; luego se hace un análisis para establecer el número de copias y cambios en las secuencias; y finalmente, se estudia la expresión de todos los genes encontrados en distintos órganos florales.

Tras la genética de las orquídeas

Actualmente el grupo *Evo-Devo en plantas* lidera un proyecto que estudia el control genético de los cambios en la simetría floral en uno de los órdenes con mayor número de especies en monocotiledóneas: las Asparagales. Este orden incluye plantas de interés agronómico como los ajos y cebollas, el aloe, los espárragos, los puerros, el ágave y la vainilla, así como plantas de interés ornamental como las dracaenas, los hemerocallis, los narcisos, los agapantos, los gladiolos; y las plantas más hermosas y codiciadas: las orquídeas. Las Asparagales exhiben predominantemente flores de simetría radial, con partes florales libres, en múltiplos de tres, que constan de tres sépalos, tres pétalos, seis estambres y tres carpelos. La excepción dentro del orden son las



A. Flores radiales con varios planos de simetría.
B. Flores bilaterales con un solo plano de simetría.
C. Flores asimétricas.
Fotografías cortesía de Natalia Pabón-Mora

La identificación de los genes responsables de los cambios de simetría en orquídeas será fundamental para identificar procesos únicos de ecología de la polinización y diversificación de especies.

flores altamente organizadas (sinorganizadas) de las orquídeas (Orchidaceae) que exhiben tres sépalos, dos pétalos normales ventrales, y la modificación del pétalo dorsal (conocido como labelo), el aborto de 4 o 5 estambres y una fusión congénita entre estigmas y estambres fértiles (conocido como ginostemo), resultando en flores bilaterales. Las flores de las orquídeas giran 180° dejando el labelo hacia abajo, como una plataforma para los polinizadores.

En principio, era de esperarse que los genes *CYC*, determinantes de la simetría bilateral en especies modelo, conservaran su función en orquídeas. Así, el grupo inició la búsqueda de estos genes en Asparagales. Una de las primeras sorpresas fue encontrar genes *CYC* incompletos, con muchos cambios en su secuencia. Los genes *CYC* están activos en todos los órganos florales y en las hojas y no exclusivamente en la porción dorsal de la flor, como lo planteaba el modelo de simetría floral. Esto sugiere que los genes *CYC* no controlan la simetría bilateral en las orquídeas. Estas observaciones inesperadas resultan fascinantes, pues abren la puerta a estudios sobre el control genético de la simetría floral a través de la evolución de las plantas con flor. De forma preliminar es posible proponer que los genes *CYC* no están implicados en la adquisición de la simetría floral de las orquídeas, y que los estudios en plantas en especies modelo no se pueden generalizar a todas las plantas con flor. Las implicaciones son numerosas, no solo en la generación de conocimientos para estudios posteriores en el tema, sino en establecer la base del mejoramiento de especies de interés ornamental como las orquídeas. La identificación de los genes responsables de los cambios de simetría en orquídeas será fundamental para identificar procesos únicos de ecología de la polinización y diversificación de especies. ✕

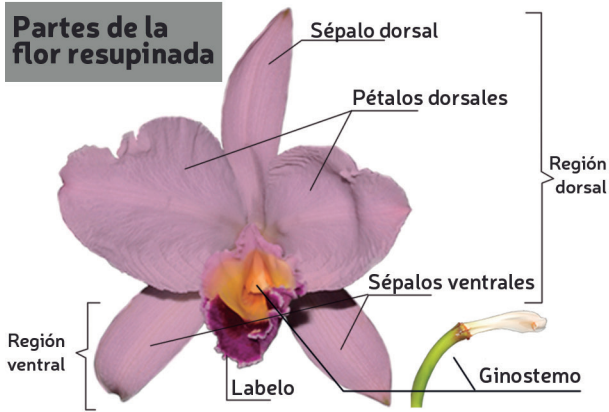
Las orquídeas tienen cerca de 25.000 especies y tienen flores de simetría bilateral que les han aportado múltiples ventajas, como la especialización de polinizadores.



Epidendrum aff secundum Jacq.
Ejemplos de polinizadores en flores de Orquídeas.
Fotografías cortesía de Natalia Pabón-Mora

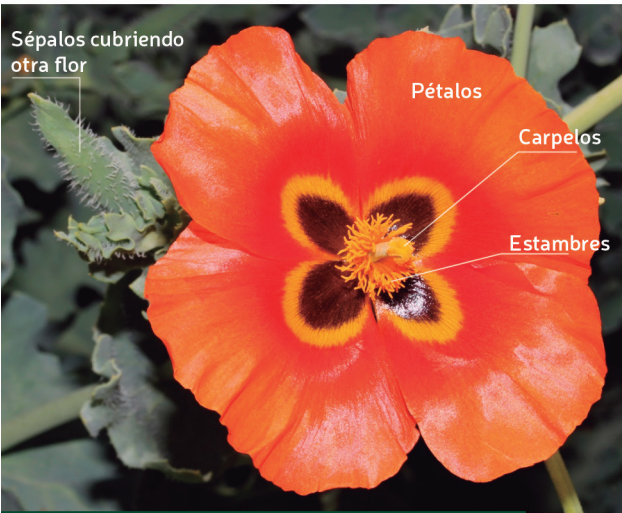
Pterichis sp. sp
es la abreviación de especie usada como sufijo en un género cuando no se tiene una determinación completa de un espécimen. Para este caso, indica "especie del género *Pterichis*"

Partes de la flor resupinada



Cattleya trianae (Orchidaceae)

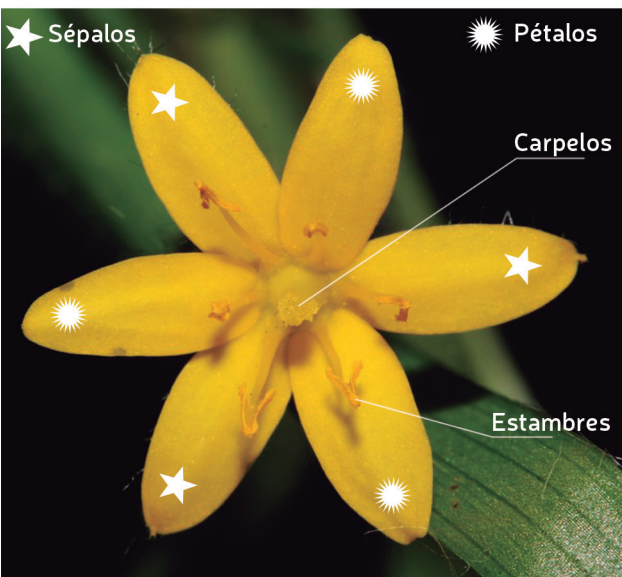
Sépalos cubriendo otra flor



Papaver sp. (Papaveraceae). Flor de Amapola

★ Sépalos

☼ Pétalos



Hypoxis decumbens (Hypoxidaceae)

Glosario:

Especies modelo: Organismos muy estudiados, fáciles de mantener en condiciones de laboratorio, con ciclos de vida cortos y extensamente caracterizados. Sobre estos organismos se adquieren detalles de un proceso particular que sirven de referencia para estudios en otros organismos.

Expresión de genes: Activación de la información contenida en el ADN estable, seguida de su conversión en ARN inestable y posteriormente en proteínas que regulan el desarrollo del organismo.

Flores sinorganizadas: Flores cuya complejidad está dada por arreglos de simetría y fusión tanto congénita como postgenita.

Fusión congénita: Unión de partes desde el desarrollo temprano.

Monocotiledónea: Planta con flor que se caracteriza por poseer un solo cotiledón en el embrión y por lo general tienen un hábito herbáceo, hojas con venación paralela, raíces adventicias y flores con partes en múltiplos de 3.

Mutante natural: Organismo que ha sufrido un cambio en su secuencia de ADN (mutación) de forma espontánea en la naturaleza. Como resultado muestra características fenotípicas atípicas comparadas con individuos silvestres.

Mutante artificial: Organismo que ha sufrido un cambio en su secuencia de ADN (mutación) de forma inducida en un laboratorio. Como resultado muestra características fenotípicas atípicas comparadas con individuos silvestres.

Polinizador: Agente biótico que transmite los granos de polen de una flor a otra.

"Lo que vemos es simplemente una sombra de aquello que no vemos"
– Martin Luther King, Jr.
