



**UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**APUNTES DE CLASES  
Relación Polinizador-Planta  
Néctar y Polen: las principales recompensas florales**

Material de apoyo docente para las asignaturas de Botánica Agrícola y Biología Vegetal que se imparten a las carreras de Agronomía y Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales.

Autora: MSc. Eliana Belmonte Schwarzbaum  
Imágenes: Mabel Arismendi Macuer, Ingeniera Agrónoma

Arica, 2021

## INDICE DE CONTENIDOS

Presentación y objetivos	3
Contenido	4
Polen	5
Néctar	12
Exudados estigmáticos	19
Aceites	21
Compuestos aromáticos florales con significado sexual para abejas	23
Tejidos como alimento	26
Sitio de crianza	27
Referencias Bibliográficas	29
Glosario	31

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Granos de polen de <i>Bougainvillea spectabilis</i> .	5
Figura 2. Dibujo esquemático de un grano de polen.	6
Figura 3. Elementos del xilema en parénquima fundamental del nectario anular de <i>Eccremocarpus scaber</i> .	13
Figura 4. Elementos del floema en parénquima secretor del nectario anular de <i>Eccremocarpus scaber</i> .	13
Figura 5. Cromatografía en capa fina del néctar de <i>Eccremocarpus scaber</i> .	13
Figura 6. Amiloplastos en epidermis y parénquima secretor del nectario anular de <i>Eccremocarpus scaber</i> .	14
Figura 7. Corte longitudinal por flor tubular de <i>Eccremocarpus scaber</i> .	16
Figura 8. Ovario y nectario anular de <i>Eccremocarpus scaber</i> .	16
Figura 9. Estoma anomocítico del nectario anular de <i>Eccremocarpus scaber</i> .	18

# **Relación polinizador-planta**

## **Néctar y polen, las principales recompensas florales**

### **PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS**

En el presente documento se trabajan aspectos propios de la relación polinizador-planta, revisando conceptos como recompensas florales, polinización, néctar, polen, aceites y otras instancias de atracción sexual.

Se analizan las características de cada recompensa, situación que lleva a la reflexión acerca de las múltiples formas que la vida vegetal ha puesto en marcha, para atraer al polinizador (quien es el que, en última instancia, le traslada polen de una a otra flor, permitiendo que se realice la polinización cruzada y con ello, la recombinación genética).

Entonces, desde el punto de vista de la planta, ¿cómo asegurar la visita del polinizador?, ¿cómo atraer al polinizador y satisfacer sus necesidades energéticas?, ¿a qué hora del día son las visitas de los polinizadores?

El desarrollo de esta temática entregará, básicamente al estudiante de Agronomía y al Profesor de Biología y Ciencias Naturales u otras personas interesadas en el tema, herramientas para entender los rasgos de una relación estrecha entre dos mundos, el vegetal y el animal.

Se escogió un formato simple para el desarrollo de los diferentes conceptos, sobre la base de preguntas que orientan al lector y ayudan a una mejor comprensión de un tema fascinante: la relación polinizador-planta.

## CONTENIDO

¿Cuáles son las recompensas florales que usan las plantas para atraer a los polinizadores bióticos?

El tipo de sustancias usadas por las plantas como recompensa floral es muy restringido. Entre ellos, polen y néctar son los más usados. Numerosos factores parecen haber influido en la evolución para que ciertas sustancias sean seleccionadas como recompensa floral por sobre otras. Para ello la planta debe disponer de alguna sustancia o algún precursor que sea flexible y pueda cambiar para ser usado como recompensa floral; asociado a ello está el costo de producción de la sustancia y la flexibilidad del sistema de recompensa considerando una futura evolución (Proctor & Yeo 1972, Simpson & Nef 1983, Uslar 1982).

¿Cómo seleccionan sustancias los polinizadores bióticos?

Los visitantes bióticos han seleccionado como recompensa floral, sustancias que sean fáciles de transportar o de consumir y que contengan una buena cantidad de calorías o de nutrientes por unidad de volumen (Simpson & Nef 1983).

¿Es frecuente encontrar en la naturaleza animales que requieran grandes especializaciones para acceder y aprovechar la recompensa floral que ofrece la planta?

Son pocos los polinizadores bióticos que requieren de especializaciones para acceder y usar la recompensa floral. Si se considera la accesibilidad al recurso y la digestibilidad del mismo, se entiende por qué está tan generalizado el uso del polen y el néctar (Proctor & Yeo 1972, Simpson & Nef 1983).

¿Cuáles son las recompensas florales?

Básicamente se consideran las siguientes: 1) partes completas de flores y 2) sustancias que se pueden producir en grandes cantidades para ser utilizadas

como recompensa y que se presenten en tejidos no florales, o que sean químicamente fáciles de degradar.

La disponibilidad del recurso y el costo de producción del mismo son los dos aspectos más importantes que debe atender una planta para asegurar las visitas periódicas del polinizador. Se asume que las recompensas florales que requieran la menor especialización por parte del polinizador serán las más utilizadas. La recompensa debe ser rica energéticamente, fácil de obtener y de transportar (Proctor & Yeo 1972, Simpson & Nef 1983).

## POLEN

¿Un grano de polen es una célula?

Todas las angiospermas producen polen durante el proceso de polinización. El polen debe haber servido como alimento para los animales que visitaron flores desde el primer momento en que evolucionaron las angiospermas (a fines de la era Mesozoica). De igual forma, también los óvulos deben haber jugado un rol importante como recompensa en los sistemas primitivos de polinización. Sin embargo los óvulos que portan el núcleo femenino, son sésiles y generalmente están bien protegidos al interior del ovario, por lo que son de más difícil alcance; en cambio el grano de polen es muy pequeño, por lo general está expuesto y se dispersa fácilmente. Cada grano tiene una célula vegetativa y una célula generativa, que es la portadora de los 2 núcleos masculinos (Figura 1) (Erdtman 1987, Heslop-Harrison 1975).

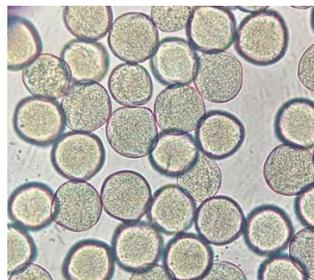


Figura 1. Granos de polen de *Bougainvillea spectabilis*, x 40 (familia Nyctaginaceae) (Elaboración M. Arismendi).

¿Hay correlación entre la ornamentación de la exina del grano de polen y el tipo de polinizador?

La pared del polen, en particular la ornamentación de la exina (Figura 2), tiene gran valor taxonómico; sin embargo no ha sido posible relacionar un tipo particular de polinizador o comportamiento con algún patrón. Las escalas son muy distintas. La escultura de la exina está en el orden de un par de micrones, en cambio las estructuras para coleccionar polen de los insectos están en el orden de unas décimas de milímetro (Erdtman 1987. Heslop-Harrison 1975).

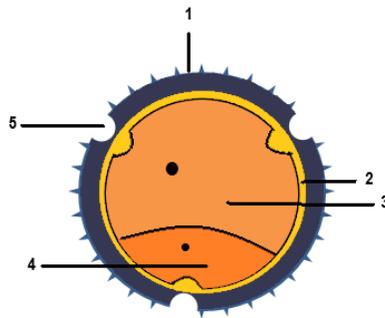


Figura 2. Dibujo esquemático de grano de polen, mostrando exina (1), intina (2), célula vegetativa con núcleo (3), célula generativa con núcleo, poro germinativo (5) (elaboración M. Arismendi).

¿Cómo se transporta el polen?

El polen que capta la mayoría de las especies entomófilas presentan una exina ornamentada, con espinas o cubierto con “pollenkitt”, que permite transportar grandes cantidades de granos de polen de una sola vez. (“Pollenkitt”, también llamado manto polínico es una sustancia constituida por lípidos, carotenos, polisacáridos y glucoproteínas, que protege al polen de factores medioambientales, previene la desecación del polen y el ataque por hongos u otros parásitos) (Proctor & Yeo 1972).

¿Es importante la envergadura del polinizador biótico?

El tamaño del polen se ha relacionado con diversos grupos de polinizadores o formas de polinización (el diámetro de polen está en un rango entre 5 y 210 micrones, aunque la mayoría mide entre 15 y 60 micrones). Se postula que las flores de gran tamaño presentan largos estilos y forman pólenes de mayor diámetro, y serían visitadas por polinizadores de mayor envergadura. La correlación que corresponde hacer es entre el diámetro del polen y el largo del estilo. (Aspecto señalado ya por Darwin en 1877, haciendo referencia a la heterostilia, un mecanismo para evitar la autofecundación). Se presume que los granos de polen de mayor dimensión representarían una recompensa de mayor categoría para los insectos que se alimentan de polen (Proctor & Yeo 1972, Simpson & Nef 1983).

¿Dónde se encuentra el contenido energético del polen?

La esporopolenina presente en la exina (cubierta externa del polen) representa una gran proporción del total del contenido energético del polen, pero es un compuesto indigesto para la mayoría de los grupos de animales polinizadores. Entonces, ¿cómo se puede aumentar la disponibilidad de nutrientes para los animales consumidores de polen? Se ha registrado una tendencia a aumentar los nutrientes del polen, variando la reserva energética citoplasmática entre aceites y almidón. Y por parte del polinizador, minimizando las dificultades para transportar granos de polen de gran tamaño (Erdtman 1987, Heslop-Harrison 1975).

¿Varía la cantidad de polen producido entre flores visitadas por insectos especialistas y generalistas?

Hay abejas que sólo consumen polen de un solo tipo, son los especialistas; en esos casos se ha registrado que dichas flores aumentan la cantidad de polen que producen respecto de otras plantas que son visitadas por diferentes tipos de insectos (los generalistas). Y en estos casos, en que se ha registrado una menor

producción de pólen, se ha debido a una mayor eficiencia en el traslado del polen (Proctor & Yeo 1972, Simpson & Nef 1983).

¿El polen es nutritivo y contiene nitrógeno?

Químicamente el polen ha sido descrito como una excelente fuente nutritiva para los animales que visitan flores, debido al alto contenido en nitrógeno y esa es una de las principales razones principales por el cual los animales lo colectan y lo metabolizan; incluso el polen de flores anemófilas presentan polen rico en nitrógeno. Esto, debido a que en ambos casos el polen transporta al gameto masculino y se debe asegurar su germinación y posterior crecimiento y desarrollo del tubo polínico. Se ha comprobado que en grupos de plantas entomófilas que ofrecen polen como recompensa floral, se presentan variaciones en el valor nutritivo del polen de acuerdo a los grupos específicos de abejas que las visitan. También se demostró experimentalmente que el polen de una planta anemófila presenta muy bajo contenido energético respecto de las necesidades energéticas de *Apis mellifera* (Baker & Baker 1979, Erdtman 1987, Heslop-Harrison 1975).

¿Almidón o aceite en el citoplasma del polen?

El estudio sobre la cantidad relativa de almidón o aceite en el citoplasma del polen y el uso que se le dé como principal recompensa han mostrado que las especies anemófilas presentan polen con bastante almidón y bajo contenido lipídico, haciéndolo poco atractivo para abejas; éstas prefieren polen con bajo contenido de almidón y altos niveles lipídicos. (Para la planta, fabricar almidón es menos costoso que fabricar lípidos, situación que se puede interpretar como un mecanismo de ahorro energético) (Baker & Baker 1979, Simpson & Nef 1983).

¿Existe una dicotomía entre aceite y almidón?

Los grupos de plantas que presentan polen como el principal (o única) recompensa floral, debieran presentar pólenes rico en lípidos; y las plantas que

ofrecen otras recompensas junto con el pólen o en lugar de éste, presentarían pólenes más ricos en almidón. La dicotomía aceite-almidón es compleja; todo polen contiene algo de lípidos y aquellos que no contienen almidón, presentan como moléculas de reserva, otros hidratos de carbono como mono o disacáridos (Baker & Baker 1979, Proctor & Yeo 1972).

¿Cómo se presenta el almidón en el polen?

Estudios de metabolismo realizados con abejas melíferas indican que éstas no pueden metabolizar la amilopectina (el almidón es un polisacárido, macromolécula formada por amilosa y amilopectina). Sin embargo, las abejas absorben todo el almidón presente en el polen, lo que estaría indicando que la amilopectina no sería el principal constituyente del almidón de los granos de polen. Por lo tanto, se postula que el almidón presente en el polen sería de un tipo mas digestible, como por ejemplo, alfa-amilosa o, que el polen mismo o el tracto intestinal de las abejas produzcan una enzima que degrade el almidón (Baker & Baker 1979, Simpson & Nef 1983).

¿Hay aminoácidos en el polen?

En especies polinizadas por murciélagos, se ha registrado altos niveles de otros compuestos, como los aminoácidos prolina y tirosina. Aún cuando estos aminoácidos no representan mayor importancia para la biología de la reproducción, si es un hecho que la prolina y la hidroxiprolina tienen un rol importante en la formación de la pared celular del tubo polínico en desarrollo. De modo que grandes cantidades de estos aminoácidos y de proteínas en general estarían presente en plantas que tienen estilos largos, por donde debe crecer y avanzar el tubo polínico hasta alcanzar el micrópilo. Un ejemplo interesante es el caso del maíz, que presenta un estilo muy largo por donde debe crecer el tubo polínico, pero ésta es una planta anemófila (Dashek & Harwood 1974).

¿Varía el contenido químico del polen?

Estudios experimentales para determinar el contenido químico del polen muestra que si se colectan granos manualmente de una flor melífera y se compara con el polen colectado por abejas, los resultados no son congruentes; ésto, debido a que las abejas regurgitan néctar y lo mezclan con el polen para formar pellets (Simpson & Nef 1983).

¿Existe un polen utilizado como alimento y otro funcional?

Una modificación especial del polen y el rol que juega como recompensa floral se observa entre el polen usado como alimento (food pollen) y el polen funcional. Si una planta desarrolla ambos tipos de pólenes, las anteras que producen uno u otro tipo de polen son morfológicamente entre sí; situación que se ha visto en plantas melitofílicas. Fundamentalmente las diferencias afectan al largo del filamento de los estambres, así como en la ubicación espacial de la antera: el polen alimenticio sería estéril y estaría más expuesto, a diferencia del polen funcional (Proctor & Yeo 1972, Simpson & Nef 1983).

¿Qué representa el polen para el polinizador?

Desde el punto de vista del animal, el polen representa una fuente concentrada de nitrógeno, combinado con otros compuestos de gran valor nutritivo. Y debe destacarse que el polen representa un muy buen alimento que, para ser usado, requiere de un mínimo de adaptaciones por parte de los animales. Sea que tenga o no mandíbulas, los insectos pueden alimentarse de polen; sin embargo el desarrollo de modificaciones en las mandíbulas, en las maxilas u otras partes bucales aumentan la eficiencia del uso del polen como alimento (Proctor & Yeo 1972).

Un problema mayor es la exina (la capa más externa del polen), ya que es muy difícil de digerir. Algunos insectos han desarrollado modificaciones en sus mandíbulas que les permite moler los granos de polen y así aprovechar al máximo su contenido nutritivo. Algunos insectos incluso han desarrollado

mandíbulas asimétricas, lo que les permite perforar los granos de polen (Heslop-Harrison 1975).

¿Puede ser el polen la única fuente alimenticia para el polinizador?

Si bien el polen puede ser una fuente de alta calidad alimenticia, el lento proceso digestivo que significa la gran cantidad de polen requerido para cubrir sus necesidades energéticas, sumado a que más de la mitad del valor calórico del polen se encuentra en la exina (que es indigesto para la mayoría de los polinizadores bióticos), estaría indicando que difícilmente el polen pueda ser por sí solo, la única fuente alimenticia para animales que visitan flores, como las abejas, que tienen una alta demanda energética (Baker & Baker 1980, Erdtman 1987, Heslop-Harrison 1975).

¿Es el polen un recurso renovable?

Un inconveniente del polen como recompensa floral es que es un recurso no renovable. La producción de polen está determinado mucho antes de la anthesis (momento en que se abre la flor). La alternativa que tiene la planta es tener una dehiscencia secuencial de las anteras (que el polen se vaya liberando paulatinamente en el tiempo). Como el horario de visita de los polinizadores puede variar, una planta tiene poco margen de maniobra para alterar o reponer la oferta de polen, en contraste con el néctar (Erdtman 1987, Heslop-Harrison 1975).

Como insectos polinizadores, ¿Las abejas pueden modificar sus mandíbulas?

Lo presentado anteriormente corresponde a polen considerado como recurso alimenticio para ser colectado por un polinizador. Las abejas, consideradas como las consumidoras modernas por excelencia, requieren mucho polen para construir su nido como también, para producir alimento glandular para sus larvas. Lo que ha derivado en la modificación de una serie de estructuras para colectar y transportar eficientemente el polen. Las modificaciones en las mandíbulas

están relacionadas con la construcción del nido en el caso de las hembras y en el caso de los machos, al apareamiento (Proctor & Yeo 1972, Simpson & Nef 1983).

¿Hay diferentes síndromes de polinización?

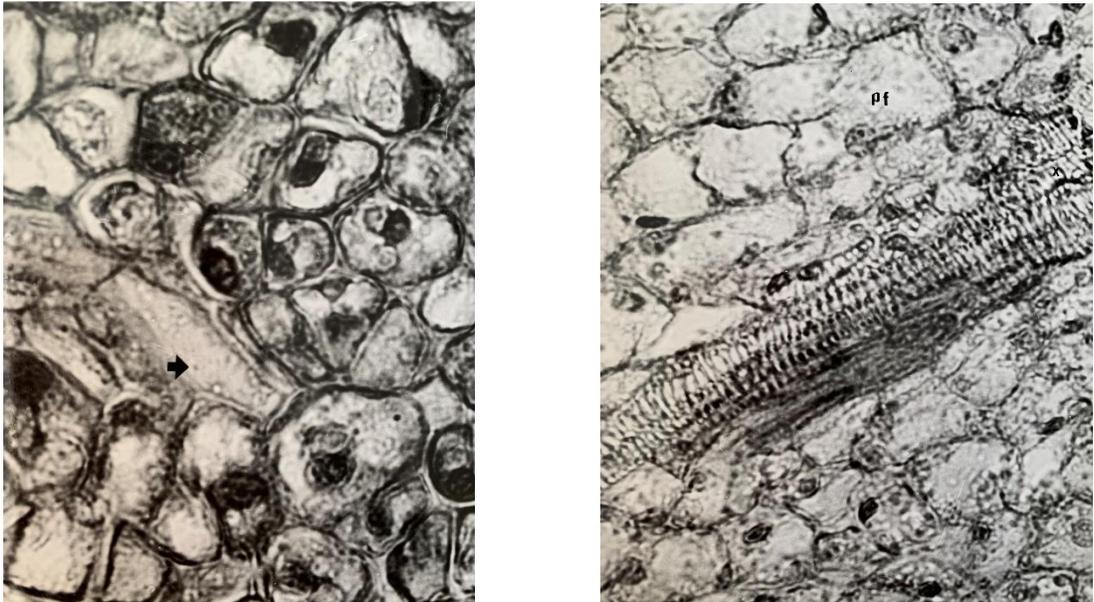
La cantarofilia se describe como el modo ancestral de polinización de las angiospermas. La hipótesis de la primitividad de esta asociación proviene, en parte, de la alianza de los escarabajos con las especies de plantas del orden Magnoliales, llamadas las angiospermas primitivas. A menudo se repite que los escarabajos eran prácticamente los únicos insectos disponibles como polinizadores en el momento de la aparición de las angiospermas en el concierto evolutivo. Sin embargo, otros grupos de insectos también habrían estado presente tales como, Hymenoptera, Orthoptera, Thysanoptera, Neuroptera y posiblemente también Lepidoptera. Lo importante es destacar que sí hay sistemas ancestrales y modernos de polinización (Proctor & Yeo 1972).

### **Néctar**

¿Cómo se relaciona el néctar con el contenido floemático?

El néctar es actualmente la recompensa floral más importante. Desde el punto de vista de la planta, el néctar es fácil de producir y, comparado con otras recompensas, no demanda mucha energía fabricarlo. El néctar se deriva del contenido floemático que sufre una serie de modificaciones a lo largo del recorrido desde los elementos del xilema hasta las células secretoras del nectario (Figs. 3 y 4). El contenido floemático consiste principalmente de sacarosa mezclada con cantidades menores de polisacáridos, aminoácidos, vitaminas, lípidos y iones inorgánicos. Por lo tanto, se esperaría encontrar algunos de estos compuestos químicos en el néctar (Fig. 5). Belmonte (1988) registró en *Eccremocarpus scaber* presencia de elementos conductores del xilema sólo en el parénquima fundamental del nectario, pero éstos no se

encuentran en el parénquima secretor del mismo (Fig. 2) (Baker & Baker 1979, 1980, 1983; Belmonte 1988, Belmonte et al. 1994, Fahn 1979).



Figuras 3 y 4. Tejido conductor del nectario anular de *Eccremocarpus scaber*. Elementos del xilema en parénquima fundamental, x 1600 (foto derecha) y elementos del floema en parénquima secretor, x 760 (foto izquierda) (Belmonte, 1988).

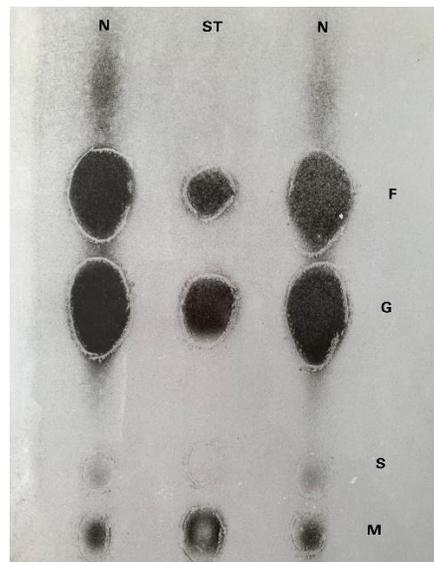


Figura 5. Cromatografía en capa fina del néctar de *Eccremocarpus scaber*. ST= standard de maltosa; N= néctar; F= fructosa; G= glucosa; S= sacarosa; M= maltosa (Belmonte, 1988).

¿Cuál es el origen de los azúcares del néctar?

Durante el proceso de secreción del néctar un grupo principal de compuestos que se eliminan al menos en parte son los aminoácidos. También la glucosa y la fructosa, dos de los azúcares más comunes que se encuentran en el néctar, nunca se encuentran en el contenido floemático y deben producirse a partir de la descomposición de la sacarosa en las células del nectario.

Belmonte (1988) y Belmonte y colaboradores (1994) mostraron que en *Eccremocarpus scaber*, planta polinizada por el picaflor gigante *Patagona gigas gigas*, las células del parénquima secretor y del parénquima fundamental del nectario contienen grandes amiloplastos citoplasmáticos cuyo contenido de almidón sería el origen de los azúcares contenidos en el néctar: glucosa, fructosa, sacarosa y maltosa (Fig. 6) (Baker & Baker 1983, Belmonte 1988, Fahn 1979, Ortiz-Crespo 1974).

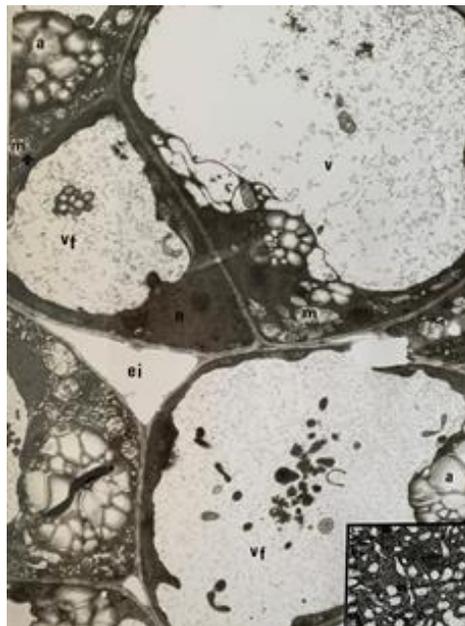


Figura 6. Amiloplastos (a) en epidermis y parénquima secretor del nectario de *Eccremocarpus scaber*, x 6.450. Inserto, detalle del citoplasma del citoplasma de la epidermis, x 16.625 (Belmonte, 1988).

¿Es el néctar una recompensa presente en la mayoría de las flores?

El néctar no sólo es la recompensa más común que ofrecen las flores hermafroditas polinizadas por animales, sino que también, la mayoría de las especies dioicas (plantas que tienen sexos separados en diferentes individuos); así como también, muchas especies monoicas (plantas que presentan sexos separados en un mismo individuo). Desde el punto de vista del animal, el néctar tiene la ventaja de ser muy sencillo de utilizar; ya que es una solución de azúcar simple que cualquier animal puede metabolizar (Fahn 1979, Proctor & Yeo 1972, Uslar 1982).

Interesantes resultados del trabajo con *Eccremocarpus scaber* (Belmonte 1988) demostraron que, aún en los estados más avanzados y de mayor secreción de néctar, muchas flores tenían una producción zero; situación que no se puede atribuir a una extracción producida por un polinizador, puesto que en este caso particular, las inflorescencias estuvieron cubiertas desde el estado de yema. Por otra parte, previo a la antesis, el 2.3% de las flores ya habían iniciado la secreción de néctar.

¿Cuál es el origen del néctar como recompensa floral, en el tiempo evolutivo?

El origen preciso del néctar como recompensa floral es imposible de determinar. La mayoría de los nectarios son anatómicamente muy simples y se encuentran en numerosos y distintos órganos de la planta como son los nectarios extraflorales (Percival 1961). Los nectarios florales están asociados a cualquier parte de la flor y suelen ser bastante más complejos que los extraflorales, como el de *Eccremocarpus scaber* (Belmonte 1988) que se encuentra en la base del tubo floral, rodeando al ovario (Figs. 7 y 8).



Figuras 7. Corte longitudinal medio por la flor tubular de *Eccremocarpus scaber* (izquierda), nectario (n), ovario (flecha), estilo (e), corola (c), x 8 (Fig. 5).

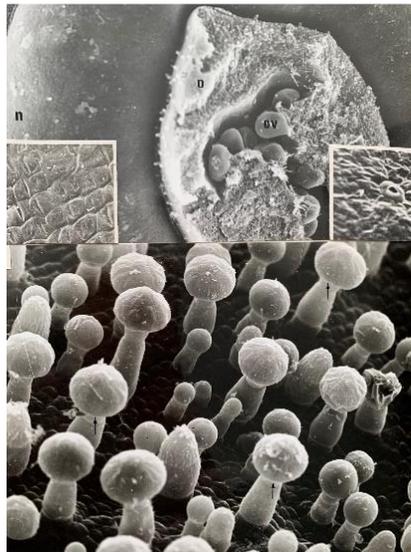


Figura 8. Relación estrecha entre el ovario, circundado por el nectario anular. En el corte transversal por ovario (o), foto superior, se observan óvulos (ov) y el nectario (n), x 122). Inserto de la derecha muestra un estoma en epidermis externa del nectario, x 450. En la foto inferior, se observan tricomas en distintos estados de desarrollo, de la superficie del ovario, x 840 (Belmonte, 1988).

Los primeros y potenciales polinizadores tal vez buscaban secreciones dulces antes de que se desarrollaran los nectarios florales. Este patrón de comportamiento lo podría haber desarrollado protopolinizadores acostumbrados a alimentarse de la excreción de líquidos dulces, como el néctar extrafloral, frutos dulces y maduros dispersados por animales, secreciones estigmáticas (hay insectos que recogen secreciones estigmáticas de algunas gimnospermas) (Baler & Baker 1980, Percival 1961).

¿Puede variar la química del néctar, los volúmenes secretados o las concentraciones del néctar?

El néctar como recompensa puede modificarse de varias maneras para aumentar la constancia o la especificidad de las visitas del polinizador. Entre ellas se encuentran sutiles alteraciones en la química del néctar, variaciones en los volúmenes o concentraciones de la solución, o en el momento de su producción. Casi todas las variaciones en la producción de néctar pueden correlacionarse con diferentes parámetros del sistema de polinización (Baker & Baker 1983, Percival 1961, Belmonte et al. 1994).

En *Eccremocarpus scaber* la producción de néctar es muy variable entre flores (Belmonte 1988), tanto en volumen como en cantidad de azúcares, variando la concentración entre 32% y 50% en el estado de mayor desarrollo. Durante su vida, una flor promedio acumula un total de 26.3 ul de agua.

A su vez, en *Eccremocarpus scaber* el volumen de néctar secretado por las flores maduras es en promedio de 32.4 ul, secreción favorecida por la presencia de grandes estomas en la epidermis del nectario anular (Fig. 9).

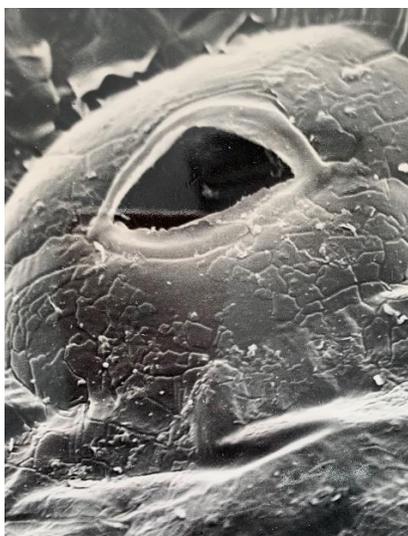


Figura 9. Estoma anomocítico del nectario anular de *Eccremocarpus scaber*, dos células guardianas y poro estomático abierto, x 6.750 (Belmonte 1988).

Hay que tener cuidado al interpretar las características del néctar estrictamente en términos de selección de polinizadores. Por ejemplo, se tiende a generalizar que hay un predominio de azúcares hexosas en los nectarios poco profundos y expuestos, mientras que habría dominio de sacarosa en los nectarios profundos y ocultos (Baker & Baker 1983). Sin embargo Belmonte 1988 y Belmonte *et al.* (1994) registraron, para *Eccremocarpus scaber* (Bignoniaceae) especie ornitofílica, néctar compuesto por sacarosa, fructosa, glucosa, y maltosa (0.34:0.32:0.17:0.17), con una relación sacarosa/hexosa de 0,25 lo que es muy bajo para plantas polinizadas por aves, acercándose más bien, a plantas polinizadas por murciélagos (Fig. 5).

¿Cómo influye la humedad en la concentración del néctar?

La importancia de la humedad en el control de las concentraciones del néctar es un nuevo enfoque de estudio. A una humedad relativa determinada, un néctar que sólo contenga sacarosa debiera tener una mayor concentración que un néctar compuesto por hexosas para mantener el equilibrio con el aire. Esta

simple relación física es probablemente el principal factor que influye en el predominio de la hexosas en los nectarios poco profundos y expuestos (Baker & Baker 1983, Percival 1961).

Pero no hay que generalizar, más aún teniendo en cuenta los datos anteriormente mencionados sobre *Eccremocarpus scaber*, especie polinizada por el picaflor gigante (*Patagona gigas gigas*) que se caracteriza por su alta demanda energética (Baker & Baker 1983, Belmonte 1988).

¿Insectos y aves han modificado piezas bucales para acceder al néctar floral?

En la actualidad, varios animales presentan adaptaciones que pueden relacionarse con comportamientos específicos para alimentarse de néctar. En particular, el alargamiento de las piezas bucales de insectos y aves favorecen la obtención de néctar a partir de corolas estrechas y/o profundas. Un caso especial es el de las abejas carpinteras (*Xylocopa* spp., Xylocopidae), en las que las galeas engrosadas sirven como órganos perforadores para robar néctar de corolas tubulares. En algunos casos, como los colibríes (Trochilidae) o los tábanos (Tabanidae), las piezas bucales alargadas pueden haber evolucionado originalmente para servir algún otro aspecto de la alimentación, pero ahora facilitan el uso para acceder a corolas estrechas y tubulares (Proctor & Yeo 1972).

Y siempre está el caso de los “ladrones de néctar” como *Bombus dahlbomi*, abejorro generalista también descrito en los estudios con *Eccremocarpus scaber*, que con su aparato bucal destruye externamente la base de la corola para extraer el néctar (Belmonte 1988).

### **Exudados estigmáticos**

¿Cuáles son los atributos de los exudados estigmáticos como recompensa?

Los exudados estigmáticos han recibido poca atención como recompensa floral para polinizadores aunque, en algunos casos, pueden llegar a ser la recompensa principal.

Generalmente, los exudados están compuestos por lípidos, aminoácidos, compuestos fenólicos, alcaloides y antioxidantes; ocasionalmente hay azúcares libres. Las principales funciones de los componentes de los exudados estigmáticos se relacionan con la captura y germinación del polen, así como con la protección del estigma y evitar su desecación. Especies de *Aristolochia* (Aristolochiaceae) tienen secreciones estigmáticas extremadamente ricas en aminoácidos y son alimentadas por moscas polinizadoras atrapadas en las flores. Algunas palmeras también producen abundantes secreciones en las superficies estigmáticas. Aunque no son realmente homólogas, las gotas polinizadoras azucaradas de la gimnosperma *Ephedra campilopoda* (Gnetaceae) también pueden servir de recompensa al polinizador (Proctor & Yeo 1972).

¿Cómo influye el largo del estilo en el uso de exudados estigmáticos como recompensa?

Los exudados estigmáticos sirven, en algunas plantas, como sustancia de recompensa, principalmente en aquellas que tienen un estilo muy corto o rudimentario y un estigma relativamente amplio (Proctor & Yeo 1972).

Si las flores presentan como característica morfológica un estilo muy largo, la llegada de un polinizador a alimentarse del exudado estigmático, podría dañar el estilo de la flor, lo que traería como consecuencia, la interrupción del crecimiento del tubo polínico; situaciones todas que parecen ser suficientes como para evitar la selección del uso de estas sustancias (exudados estigmáticos) como recompensa (Proctor & Yeo 1972).

Por otra parte, el néctar contiene todos los componentes que pueden llegar a encontrarse en los exudados estigmáticos y lo produce el nectario, que se ubica en un lugar en que el daño al gineceo que podría producir la llegada de un polinizador, es mínimo (Percival 1961).

## Aceites

¿Químicamente qué son los aceites florales?

Los aceites florales, una recompensa descubierta hace relativamente poco tiempo, difieren del polen, néctar y exudados estigmáticos, siendo algunos, similares a varios lípidos vegetales comunes. Los aceites florales son ácidos grasos saturados, libres de diglicéridos y son segregados en cantidades apreciables a partir de estructuras denominadas elaióforos (Simpson & Nef 1983).

Las abejas hembras de los Anthophorinae (Hymenoptera: Anthophoridae) tienen conjuntos de setas recolectoras modificadas en los basitarsos de las patas delanteras y/o medias o incluso en el abdomen, con los cuales recogen los lípidos de todos los grupos tropicales de plantas productoras de aceite del Nuevo Mundo. En general, la estructura química de los lípidos de los taxones del Viejo Mundo difieren de todas las especies de flores oleaginosas del Nuevo Mundo (Simpson & Nef 1972).

¿Dónde se puede encontrar ácidos grasos libres en una planta?

Los ácidos grasos libres están presente en casi todos los organismos vivos. En el néctar pueden estar presente cantidades apreciables de lípidos, algunos son lípidos insaturados, probablemente fenólicos, terpenos o glicéridos que contienen ácidos grasos insaturados. A menudo los lípidos se presentan en la superficie del polen, en cantidades tan grandes que pueden constituir una fuente importante de aceites para las abejas recolectoras de polen, quienes han desarrollado una mecánica de transporte del polen y requieren del aceite como un factor nutricional (Proctor & Yeo 1972).

¿Son necesarios los aceites florales para los polinizadores?

Si bien es posible postular la vía biosintética de la producción de aceite floral, no es fácil entender cómo se originó el hábito de recolección de aceite en las abejas,

sobre todo porque no se sabe qué rol cumplen los aceites en la historia de vida de las abejas; aunque sí se sabe que son metabolitos importantes para el desarrollo de las larvas. Las pruebas de diferentes estudios sugieren que en algunos casos los lípidos son el único componente líquido de las provisiones; pero en otros casos, la masa alimenticia de las larvas puede utilizar cantidades variables de néctar con aceites. El aceite tiene la ventaja de contener más energía por unidad de volumen que el néctar e incluso que el azúcar puro (9 Cal/g frente a 4 Cal/g de los azúcares). Sin embargo, para la planta, es energéticamente más costoso fabricar aceite que néctar (Simpson & Nef 1983).

¿Los aceites florales se recogen de la misma forma que el néctar?

Baker (1978) ha sugerido que el síndrome para coleccionar aceite de flores oleaginosas surgió de un sistema de alimentación por néctar. Esta sugerencia surgió a raíz que se suele encontrar lípidos en grandes cantidades en el néctar. Sin embargo, los lípidos del néctar parecen ser de un tipo diferente a los secretados por los elaióforos; nunca se han encontrado cantidades apreciables de azúcar en las secreciones de los elaióforos y, los aceites florales no se recogen de la misma manera que el néctar. Si tomar aceite de flores oleaginosas proveniese de tomar néctar, cabría esperar que los aceites se recogiesen con las piezas bucales, o con modificaciones de las mismas. Sin embargo, la recolección de aceite requiere el uso de estructuras especializadas formadas por setas modificadas.

¿Son frecuentes las flores oleaginosas?

La producción de aceite por parte de la planta y su recolección por parte del polinizador, es un sistema que requiere especializaciones de ambas partes. Para una planta, en un sentido evolutivo, modificar su estructura y cambiar a presentar flores oleaginosas es posiblemente fácil, en cambio es más difícil para un polinizador, cambiar un hábito establecido a otro para coleccionar aceite (Proctor & Yeo 1972).

En los trópicos del Nuevo Mundo, al menos seis o siete familias no emparentadas entre sí, tales como Iridaceae, Orchidaceae, Malpighiaceae, Krameriaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae y, posiblemente, Melastomataceae, han modificado su síndrome hacia flores oleaginosas. Sólo dos (o tres) tribus de una familia de abejas tienen las especializaciones morfológicas necesarias para la recolección de estos aceites (Simpson & Nef 1983).

### **Compuestos aromáticos florales con significado sexual para abejas**

¿Cómo aprovechan las abejas melíferas los aceites aromáticos?

El uso de aceites aromáticos como recompensa floral ha recibido mucha publicidad desde su descripción en 1961, pero la evolución del sistema y sus ventajas para las abejas melíferas polinizadoras siguen en estudio. La teoría más convincente del significado de estos aceites aromáticos en abejas, es que serían compuestos que podrían servir como precursores de feromonas (Proctor & Yeo 1972).

¿Los aceites aromáticos presentan compuestos específicos?

El origen de la producción de compuestos aromáticos florales no parece difícil de explicar, ya que los mismos compuestos u otros similares, como terpenos, aldehídos o cetonas, son comunes en varios grupos de plantas vasculares y no vasculares y, presumiblemente, ya estaban presentes en los progenitores de las angiospermas (Proctor & Yeo 1972).

En este sistema oleoso volátil, ¿son los compuestos o la fragancia lo que atrae a los machos polinizadores de abejas?

Muy a menudo, los machos son los únicos polinizadores. La especificidad se relaciona con perfumes particulares o mezclas de fragancias a los que sólo se atraen pocas especies de abejas. Sin embargo, el olor específico o la mezcla de olores atraerá a los machos independientemente de la fuente de emisión (sea papel filtro o diferentes tipos de especies de plantas), lo que estaría demostrando

que la fragancia no es sólo la recompensa sino también, el compuesto que los atrae (Simpson & Nef 1983).

¿Qué tipo de modificaciones desarrollan las abejas para aprovechar los aceites volátiles?

Las abejas que utilizan como recompensa aceites volátiles, han desarrollado diversas modificaciones morfológicas y fisiológicas para la recolección y utilización de los compuestos. Entre ellas, modificaciones de las setas tarsales y cambios en las patas traseras para la absorción de las fragancias. Es probable que las abejas utilicen las feromonas masculinas en el apareamiento, por lo tanto deben desarrollar modificaciones morfológicas para recoger y utilizar exitosamente las fragancias (Simpson & Nef 1983).

¿Ocurre algo similar en mariposas?

En mariposas del género *Danaus*, también se ha reportado el uso de sustancias químicas florales utilizadas como atracción sexual. Los machos adultos ingieren alcaloides de diversas partes de la planta, incluyendo en algunos casos, del néctar, que convierten en feromonas que utilizan en el apareamiento. Se ha propuesto que los alcaloides del néctar tienen ocasionalmente un efecto afrodisíaco directo (Uslar 1982).

Machos y hembras ¿se diferencian en el uso de resinas y gomas?

De uso aún más restringido que el uso de aceites volátiles, pero evolutivamente relacionados, es la presentación de resina (goma floral) como recompensa para las abejas hembras. Plantas del género *Dalechampia*, presentan glándulas que exudan aceites volátiles o resinas a partir de flores de una inflorescencia muy particular. Si se producen fragancias, los machos visitan las flores y son los polinizadores. Si se produce resina, compuesto principalmente de terpenos, son

las abejas hembras las que visitan las flores, recogen la resina y la utilizan como material de revestimiento de los nidos (Simpson & Nef 1983).

¿Las resina cumplen alguna función protectora?

La resina es principalmente un material vegetativo que circula por canales y drena si se perfora la planta. Al igual que los terpenos volátiles, las resinas cumplen una función antidepredatoria de los tejidos vegetativos. El ser humano descubrió muy tempranamente que la resina es un buen repelente del agua y, en pequeñas cantidades, no es tóxica.

La resina fue usada como revestimiento para sellar los ataúdes egipcios y la brea fue usada para recubrir internamente las vasijas de vino de los griegos (Simpson & Nef 1983).

¿Cómo se comportan las abejas frente a la oferta de resinas florales?

Las abejas buscan y utilizan material resinoso, sin embargo, ¿por qué las abejas utilizan la resina de las flores de la inflorescencia de *Dalechampia*, convirtiéndose en eficaces polinizadoras? Una hipótesis podría ser que la resina de *Dalechampia* sea más fácil de trabajar que las resinas vegetativas. Por otra parte, así como la fuente de resina vegetativa es imprevisible, las abejas pueden “aprender” la imagen de un flor y convertirse en visitantes “predecibles” si la fuente de resina estuviera garantizada (Simpson & Nef 1983).

¿Necesitan las abejas modificaciones estructurales especiales para coleccionar resinas?

Las abejas no necesitan modificaciones estructurales especiales para la recolección de resinas florales, más allá de las ya presentes para la recolección de resinas vegetativas. Por lo tanto, parece que cualquier abeja que utilice resina podría formar parte de este sistema de recompensa (Simpson & Nef 1983).

## Tejidos como alimento

¿Qué características deben tener los tejidos que sirven como cuerpos alimenticios?

Tejidos florales de diversas especies de plantas han sido modificados a lo largo del tiempo para convertirlos en cuerpos alimenticios que sirven de recompensa a los animales visitantes. Los tejidos alimenticios son generalmente de origen epidérmico o parenquimatoso y contienen cantidades superiores a las normales de azúcar, almidón, proteínas o lípidos (o diversas combinaciones). Estas células son masticadas por los visitantes de las flores, generalmente escarabajos, pero ocasionalmente murciélagos de la fruta y otros mamíferos que en última instancia sirven como vectores del polen (Simpson & Nef 1983).

¿Qué papel juegan las vacuolas en estos cuerpos alimenticios?

En general, las sustancias utilizadas como "alimento" en estos tejidos son compuestos que se encuentran en todas las células vegetales y que suelen acumularse en determinados órganos como rizomas, tubérculos, raíces de almacenamiento, floema y semillas. Por lo tanto, no son necesarias nuevas vías biosintéticas para ninguna de las sustancias propia de los tejidos alimenticios. Todo lo que se necesita es la translocación a las vacuolas o la producción *in situ* (Simpson & Nef 1983).

Desde el punto de vista energético de la planta, ¿un tejido alimenticio con almidón es igual a uno con proteína?

El almidón, un producto que se encuentra en algunos tejidos alimenticios, debiera ser una recompensa relativamente barata de fabricar para la planta. Sin embargo, suministrar tejidos alimenticios con proteína, es más caro de producir, en particular, si el nitrógeno es un elemento limitado (Van der Wilden et al. 1980).

¿Los polinizadores bióticos dañan partes florales al consumir tejidos alimenticios?

Los animales no necesitan modificaciones especiales para alimentarse de los tejidos alimenticios, sólo se requieren simples aparatos de masticación. Se postula que cuando se usan fragancias, los visitantes florales sólo consumen los cuerpos alimenticios y no dañan el ovario ni las anteras y tienen una alta probabilidad de transferencia exitosa de polen (Simpson & Nef 1983).

Los murciélagos son excelentes polinizadores, pero ¿dañan a la planta? ¿y los escarabajos?

Aunque los tejidos alimenticios pueden constituir recompensas económicas y asegurar los servicios efectivos de los polinizadores, pocos son los ejemplos en angiospermas, ya que este tipo de sistema de recompensa daña a la planta.

Se reportó un caso en que evolucionó dioicía (separación de sexos en plantas diferentes) como una forma de proteger al gametofito femenino (megagametofito) de los murciélagos, que sirven de polinizadores mientras consumen las inflorescencias nutritivas y sus brácteas.

También los escarabajos y mamíferos en general que utilizan los tejidos alimenticios como recompensa floral, presentan restricciones impuestas por la morfología floral. Las flores deben ser robustas, grandes y durar varios días y el costo que le significa a la planta producir este tipo de flores, es muy alto (Proctor & Yeo 1972).

### **Sitios de crianza**

¿Los insectos polinizadores pueden usar las flores como lugar de crianza?

Las flores pueden ofrecer como recompensa a los insectos polinizadores, un lugar para que desarrollen y críen sus huevos y larvas. Aún cuando este sistema es seguro y beneficioso para los insectos, es muy poco frecuente entre las angiospermas. Se postula que este sistema evolucionó a partir de una relación parasitaria inicial, hasta que los efectos negativos de esta relación se fueron

acumulando y finalmente superaron a los efectos positivos iniciales. La mayoría de los parásitos florales son larvas de insectos que nunca o raramente, transportan polen. La selección tiende a evitar el parasitismo. La utilización de un parásito como polinizador podría ser posible bajo condiciones extremas, como podría ser una población que se establece por dispersión a larga distancia (Simpson & Nef 1983).

Una relación estrecha polinizador-planta, ¿puede provocar cambios estructurales o morfológicas?

En los casos en los que el lugar de cría es la recompensa floral, se suele desarrollar una gran fidelidad entre el insecto y la planta. En los sistemas más avanzados, tanto las plantas como los insectos presentan adaptaciones morfológicas y de comportamiento. Como por ejemplo, la polinización de *Yucca* (Agavaceae) donde se da una relación estrecha entre polillas y flores. Las polillas presentan un aparato bucal modificado y desarrollaron una estructura especial para transportar una bola de polen que trasladan al estigma de otra flor. Las polillas también utilizan el néctar como parte del sistema de recompensa total. Los higos son un caso extremadamente especializado; son visitados por avispas que presentan modificaciones estructurales, como por ejemplo, machos sin alas, desarrollo de bolsillos en el tórax y modificación de las patas de las hembras para la transferencia de polen. También muestran adaptaciones de comportamiento, ya que desarrollaron una alta especificidad por ciertos higos en particular (Proctor & Yeo 1972).

Las especializaciones morfológicas se presentan a diferentes niveles y uno muy relevante es la presencia de palpos maxilares especializados en la recolección de polen y la adaptación conductual de las hembras que recogen una bola de polen con el único propósito de colocarla en la cavidad estigmática. Ambas modificaciones son consideradas adaptaciones para asegurar la polinización y en los que la selección favoreció el desarrollo de mecanismos que evitan la destrucción de la cosecha total de semillas (Proctor & Yeo 1972).

## Referencias Bibliográficas

- Baker H (1978) Chemical aspects of the pollination biology of woody plants in the tropics. Pp. 57-82. En P Tomlinson & M Zimmermann (eds.) *Tropical Trees as Living Systems*. New York. Cambridge Univ. Press.
- Baker H & I Baker (1979) Starch in angiosperm, pollen grains and its evolutionary significance. *American Journal of Botany* 66: 591-600.
- (1983) Floral nectar sugar constituents in relation to pollinator type. En Jones & Little (eds.) *Handbook of experimental pollination biology*, 117-140. New York.
- Belmonte E (1988) Características de la secreción de néctar en *Eccremocarpus scaber* R. et P. (Bignoniaceae) en relación a los hábitos de sus polinizadores. Tesis. Universidad de Chile, Santiago.
- Belmonte E, L Cardemil & M Kalin Arroyo (1994) Floral nectary structure and nectar composition in *Eccremocarpus scaber* (Bignoniaceae), a hummingbird-pollinated plant of central Chile. *American Journal of Botany* 81(4): 493-503.
- Dashek W & H Harwood (1974) Proline, hydroxyproline and lily tube elongation. *Annals of Botany*. 38: 947-959.
- Erdtman G (1987) Pollen morphology and plant taxonomy. (An Introduction to Palynology I). *Taxon* 36(4): 779-780.
- Fahn A (1979) Ultrastructure of nectaries in relation to secretion. *American Journal of Botany* 66: 977-985.
- Font Querr P (1993) *Diccionario Botánico*. Editorial Labor, S.A. Barcelona.
- Heslop-Harrison J (1975) The adaptive significance of the exine, pp 27-37. En: Ferguson & Muller. *The Evolutionary Significance of the Exine*, Academic Press, New York.
- Mauseth J (1991) *Botany. An Introduction to Plant Biology*. U. de Texas, USA y Pontificia Universidad Católica de Chile. Saunders College Publishing. USA.
- Ortiz-Crespo F (1974) The giant hummingbird *Patagona giga* in Ecuador. *Ibis* 116: 347-359.

- Percival M (1961) Types of nectar in angiosperms. *New Phytologist* 46: 142-173.
- Proctor M & P Yeo (1972) *The Pollination of Flowers*. Taplinger Publ. Co. New York.
- Simpson B & J Neff (1983) *Evolution and Diversity of Floral Rewards*. Department of Botany, University of Texas, Austin TX 78712 and 7307 Running Rope, Austin, TX 78731.
- Uslar P (1982) *Sistemas de reproducción en plantas*. Tesis. Universidad de Chile, Santiago.
- Van der Wilden, W Herman & M Chrispeels (1980) Protein bodies of mung bean cotyledons as autophagic organelles. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 77: 428-432.

## GLOSARIO

Amilopectina = polisacárido simple, ramificado, que contiene sólo residuos de glucosa. La mayor parte del almidón es amilopectina.

Amiloplasto = plastidio que almacena almidón.

Amilosa = polisacárido simple no ramificado y que contiene sólo residuos de glucosa. Gran parte del almidón es amilosa.

Angiospermas = grupo de plantas vasculares cuyas semillas portadoras del embrión, se encuentran encerradas en un ovario maduro. Se diferencia de las Gimnospermas, en que siendo éstas también plantas vasculares, no presentan ovarios y por lo tanto no se forma fruto y la semilla queda desnuda.

Antera = parte del estambres portador del polen. Porción del estambre que contiene tejido esporógeno que produce microsporas.

Antesis = momento de abrirse el capullo floral.

Cantarofilia = nombre del síndrome de polinización en el que los escarabajos son los agentes bióticos encargados del traslado del polen.

Caroteno = pigmento vegetal de color amarillo, rojo, anaranjado que acompañan a la clorofila en el cloroplasto, pero también están independientes disueltos o cristalizados en la célula vegetal. Son liposolubles.

Dehiscencia = apertura de anteras y frutos, que permite la libre dispersión de los cuerpos reproductivos allí contenidos. Para asegurar polinización cruzada, la planta puede programar una dehiscencia secuencial, si afecta a unos primero y otros después.

Elaióforo = tricoma glandular secretor (eventualmente acumulador) de aceites o sustancias oleosas.

Especies dioicas = se refiere a que los sexos están separados en pies diferentes; las plantas femeninas con desarrollo del gineceo y otras plantas son las portadoras de estambres con anteras produciendo polen.

Esporopolenina = compuesto orgánico que forma parte de la exina, que es la pared externa de las esporas y grano de polen; es muy resistente a los agentes químicos; es muy difícil de degradar.

Estigma = parte superior del pistilo o carpelo, verdadera “pista de aterrizaje” para los polinizadores bióticos. El estigma puede presentar secreciones azucaradas como recompensa floral, que permite la retención del polen.

Estilo = parte superior del ovario que se prolonga hasta el estigma. Se presenta de diversas formas, incluso puede estar ausente y en ese caso, el estigma se desarrolla en la parte superior del ovario.

Exina = membrana externa del grano de polen, constituida por esporopolenina, que le da gran resistencia y protección al núcleo espermático. La exina puede ser lisa o presentar grabaduras o relieves de forma diversa.

Exudados estigmáticos = secreción secretado por el estigma (porción apical del pistilo o carpelo) generalmente azucarado y denso.

Feromona = sustancia química secretado por seres vivos, con el fin de provocar un comportamiento específico en otro individuo de la misma especie, relacionado con atracción o rechazo sexual.

Galeas = estructura en forma de casco, formada generalmente por las piezas del perianto (cáliz o corola).

Gimnospermas = plantas vasculares leñosas que forman semillas desnudas (no tienen ovario). Grupo evolutivamente más antiguas que las angiospermas; sus primeros registros son del Devónico del Paleozoico.

Glucoproteínas = compuesto orgánico formado por proteínas unidas a azúcares simples o compuestos. También descritos como cadenas de oligosacáridos unidos a aminoácidos.

Heterostilia = para evitar la autofecundación y asegurar la polinización cruzada, las plantas pueden presentar dos o tres tipos de individuos, diferenciados por el largo de sus estilos, y a su vez, por la longitud de los estambres.

Hidratos de carbono = compuesto orgánico formado por una cadena de átomos de carbono a los cuales se unen átomos de hidrógeno y oxígeno. Pueden

ser monosacáridos, como la glucosa o fructosa, disacáridos como la sacarosa o polisacáridos, como la celulosa y el almidón.

Megagametofito = generación de células haploides que producen las células sexuales femeninas.

Néctar = fluido azucarado producido en nectarios florales o extraflorales, que atrae animales a las plantas. Junto con el polen, el néctar es considerado una de las principales recompensas florales.

Nectario = órgano que segrega néctar; puede ser floral o extrafloral. Si es floral, el nectario puede ubicarse en cualquier parte de la flor: base del ovario, pétalos, estambres. Si es extrafloral puede localizarse en las estípulas, en la base de las hojas.

Óvulo = estructura de una planta con semillas que contiene el gametofito femenino con la ovocélula; rodeado por la nucela y dos tegumentos. El óvulo al madurar, da origen a la semillas.

Plantas entomofílicas = denominación de plantas polinizadas por insectos.

Plantas ornitofílicas = denominación de plantas polinizadas por aves.

Polen = nombre genérico para denominar al conjunto de granos de polen, que es la microspora que contiene al gametofito masculino maduro o inmaduro, Se encuentra en plantas con semillas. Junto con el néctar, el polen es considerado una de las principales recompensas florales. Las plantas polinizadas por viento producen grandes cantidades de polen y a su vez, presentan amplias áreas estigmáticas para captar polen.

Polinización = transferencia de polen desde una antera a un estigma; se denomina biótica, si es un organismo viviente el que participa del traslado, o bien, abiótica, si son agentes como el agua o el viento los encargados del traslado.

Polinizadores especialistas = agentes bióticos que seleccionan y presentan adaptaciones a grupos definidos de plantas. Aquellos polinizadores que visitan indistintamente plantas, se denominan generalistas.

Quiropterofilia = nombre del síndrome de polinización en el que participan los murciélagos como agentes polinizadores.

Recompensa floral = secreción o parte estructural de la flor que atrae a un agente biótico, el cual, al satisfacer sus necesidades energéticas contenidas en la recompensa, arrastra polen que traslada hasta otra flor; contribuyendo a la polinización cruzada.

Resina = sustancia de secreción de las plantas formada a través del metabolismo normal o producto de un traumatismo.

Sésil = dícese de hojas, flores o frutos que carecen de un pedúnculo o pedicelo respectivamente y por tanto, están adherido por la base.

Tricoma = excrescencia o prolongación epidérmica que pueden ser simples como un pelo o muy compleja, como los tricomas peltados del género *Tillandsia*, con función de absorción de agua y sales minerales. Los tricomas pueden ser también glandulares.