

ECOLOGIA DE LA POLINIZACION EN EL ARBOL LECHOSO:
Tabernaemontana grandiflora Jack. (APOCYNACEAE)

Por: Beatriz Madrigal C. y
 Mercedes Girón V. (1)

INTRODUCCION

Los cambios evolutivos sufridos en las plantas y animales, hace millones de años, desarrollaron un amplio sistema de relaciones mutuas, por medio de las cuales, las plantas aseguraron su reproducción sin la participación directa de los factores abióticos: viento, agua, temperatura, etc.

Atractivos como la forma, el color, el néctar, el polen y el aroma, aseguraban la visita de insectos, aves y mamíferos que, en algunos casos, pondrían en contacto el polen con el estigma. Con el transcurso del tiempo estas relaciones se han ido refinando, diversificando y especializando.

En general, la polinización puede llevarse a cabo de dos maneras: por autogamia, si la flor es fecundada por polen de la misma planta o por alogamia, cuando el polen de una flor es transportado a otra planta.

Muchas veces, algunos visitantes no cumplen una función polinizante y sólo roban néctar o consumen los pétalos de las flores; también pueden posarse en ellas para descansar, tomar sol para regular su temperatura o ser atraídos por fragancias semejantes a las feromonas sexuales presentes en ciertos insectos, que son utilizadas por sus compañeros sexuales para atraerlos y realizar la cópula (Baker & Hurd, 1968).

La *Tabernaemontana grandiflora* (familia APOCYNACEAE) es sólo un ejemplo dentro de la amplia gama de especies vegetales de los trópicos cuya biología reproductiva es poco

conocida y que muestra a su vez algunas de las múltiples relaciones que se pueden establecer entre plantas y animales.

Sabiendo de antemano la utilidad y beneficios que aportan al hombre aquellas plantas productoras de látex y la reconocida presencia de alcaloides y glucósidos cardiotónicos en esta familia, fue de interés conocer su biología reproductiva y en primera instancia su polinización.

DESCRIPCION DE LA PLANTA

Esta planta corresponde a una de las familias (APOCYNACEAE) más evolucionadas, por presentar en su morfología características como: flores en forma de tubo, partes florales poco numerosas, simetría zigomórfica, etc. (Heywood, 1978).

Tabernaemontana es un género de origen tropical y presenta una distribución amplia en Colombia: en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Tolima, Atlántico, Bolívar, Santander del Norte y del Sur. Se ha localizado entre 20 y 1800 m.s.n.m. (García, 1975).

La planta posee abundante látex blanco en el cual L. G. Nickel, fitoquímico de los Laboratorios Pfizel, encontró una cantidad apreciable de cuatro alcaloides no identificados (García, op. c.).

Tabernaemontana grandiflora es un árbol de 4 a 5 m, con ramas hasta de 2 m. de largo (Fig. 1). Produce numerosas flores blancas y olorosas que se distribuyen en las termina-

(1) Estudiantes de Biología, Universidad de Antioquia.

ciones de las ramas en dos grupos de tres flores cada uno. La corola es gamopétala con cinco lóbulos imbricados. Los cinco estambres están adnados (unidos) internamente a la corola y poseen anteras libres, de escaso polen y de dehiscencia longitudinal. Estas sobrepasan un poco la altura del estigma formando un "techo" sobre él, es decir, se hallan dispuestas en forma introrsa. La pared interna de la corola es de color amarillo y, muy cerca a las anteras, forma cinco pliegues vellosos y acanalados (Figs. 2 y 3). El nectario se encuentra en la base del ovario, el cual es compuesto, pero se divide tempranamente en dos partes o carpelos, siendo pseudocárpico. Los estilos se fusionan antes de llegar al estigma. Cada carpelo posee un tabique por el cual se realizará posteriormente la dehiscencia del fruto. Los óvulos son de placentación central y muy numerosos. El estigma permanece muchas veces hasta la iniciación del fruto.

El fruto está formado por dos folículos; inicialmente son de color verde y al madurar se tornan amarillos (Fig. 4). Su dehiscencia es longitudinal. La apertura de los folículos es asincrónica. Al abrir, exponen un mesocarpo color crema que contrasta con numerosas semillas de testa negra, suave y rugosa, las cuales poseen un arilo color naranja intenso y aceitoso.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se llevó a cabo en el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe y en zonas aledañas a la Universidad de An-



Figura 1. El pequeño árbol de la *T. grandiflora* sirve de ornamento a muchos sectores residenciales de Medellín. (Tomada por M. Girón V.

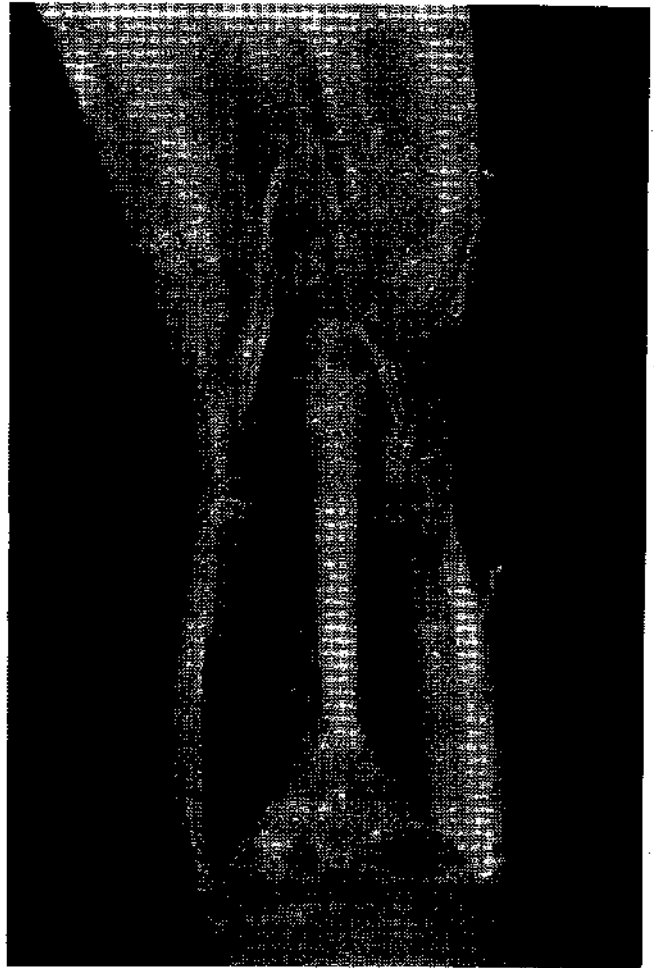


Figura 2. Corte longitudinal del tubo floral. De abajo hacia arriba se observan: parte de cáliz, nectario, ovario, estilo y estigma; y formando un "techo" las anteras, detrás de las cuales se ven los canales vellosos. Longitud del pistilo \approx 1-5 cm. (Tomada por Oscar Botero).

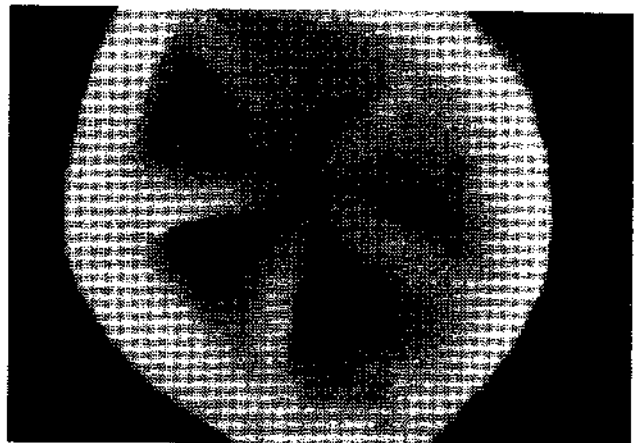


Figura 3. Corte transversal del tubo floral en el que se observan los canales vellosos. Diámetro \approx 1 cm. (Tomada por Oscar Botero).

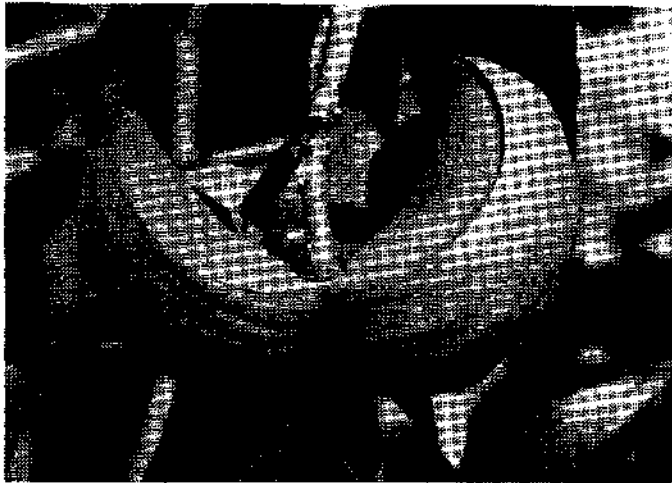


Figura 4. El fruto de la *T. grandiflora* está compuesto de dos folículos, cada uno de los cuales mide cerca de 6 cm. (Tomada por M. Girón V.).

tioquia, en Medellín. Se observaron 11 plantas de *Tabernaemontana grandiflora*, durante tres períodos: del 3 de mayo al 27 de junio de 1981, del 10 de agosto al 5 de septiembre de 1982 y del 16 de abril al 3 de mayo de 1983.

Se obtuvieron datos de precipitación para los tres años en la Sección de Hidrología de las Empresas Públicas de Medellín. (Tabla I).

Durante el tiempo de las observaciones se describió el comportamiento de las aves e insectos que visitaron la planta.

Se capturaron con una cámara de cianuro varios ejemplares de los insectos que habitualmente visitaban la planta con dos fines: identificarlos y comprobar su fidelidad. Para lograr esto último, se bañaron en ácido acético glacial de modo que el polen contenido en su cuerpo quedara suspendi-

do en el líquido. Se centrifugó durante tres minutos para precipitar el polen. Después se decantó el ácido, el polen se combinó con glicerina y se depositó en un porta-objetos para examinarlo al microscopio.

Se aislaron 10 flores de todo contacto animal, cubriéndolas con bolsas de nylon. Otras 10 flores se destinaron a polinización natural, por lo que sólo se marcaron sin cubrirías.

También se contaron las flores caídas, abiertas y cerradas, seleccionando las que mostraban daños producidos por algún animal.

Para localizar el osmóforo (lugar donde se produce el olor) se cortaron los lóbulos, el tubo y el cáliz, introduciéndolos en frascos diferentes y tapándolos. Después de cierto tiempo, se abrían para detectar el olor.

Se determinó la duración de la antesis, el período de vida de la flor y se midió el néctar en 25 flores, tan pronto abrieron, usando tubos capilares de 10 microlitros cada uno.

Estos capilares tienen un índice de error de más o menos 10/o. Para efectuar esta medición se rompió lateralmente la base de la flor con el fin de llegar al nectario, debido a que por el frente los canales vellosos no permitían la entrada capilar. Las mediciones se efectuaron en tres períodos de tiempo diferente. Se midió el porcentaje de azúcares contenidos en el néctar mediante dos refractómetros manuales, que registran su índice refractivo, calibrados para los siguientes porcentajes: entre 0 - 32 (refractómetro Bausch & Lomb) y entre 28 - 62 (refractómetro Extech).

Se determinó la presencia de aminoácidos en el néctar, colocando 10 microlitros de éste en papel de filtro y añadiendo una gota de ninhidrina. Una coloración violeta indica la presencia de aminoácidos.

Tabla I. Precipitación total mensual (en mm) durante los años 1981, 1982 y comienzos de 1983.

(Fuente: Empresas Públicas de Medellín, Estación: Medellín, 1549 m s n m).

	Ener.	Febr.	Marz.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1981	8.9	67.9	94.5	341.2	261.1	173.7	139.0	247.5	170.2	330.2	120.6	91.8
1982	115.4	97.7	199.0	175.1	271.5	75.0	83.3	53.5	133.4	306.3	124.5	131.3
1983	32.6	58.1	92.5	188.8								

Se contó el número de semillas producidas en autogamia y por polinización natural para determinar y confrontar la eficacia de la fecundación con la ayuda del polinizador y sin él.

Una muestra botánica de *T. grandiflora* se depositó en el Herbario de la Universidad de Antioquia.

RESULTADOS

Biología Floral y Fenología.

La *Tabernaemontana grandiflora* produce flores y frutos a través de todo el año, notándose para la estación seca de noviembre de 1982 a enero de 1983 un descenso en la cantidad de flores y un aumento en la producción de frutos. En los meses de abril y mayo de 1981 y 1982, y abril de 1983, épocas de mayor precipitación, se observó una abundante floración. En este período se encontró un promedio de 30 flores diarias por planta, en una población de 9 individuos. Por cada grupo terminal de flores que abren secuencialmente, un promedio de dos producen fruto. En ocasiones se observa un desarrollo desigual de los folículos.

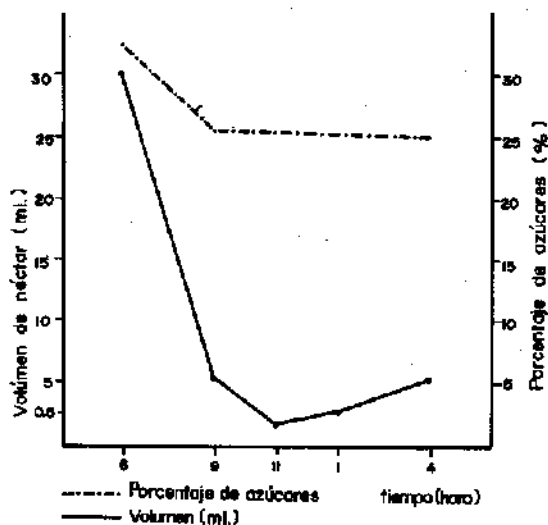
Cuando el botón alcanza aproximadamente 6.5 cm. los lóbulos dispuestos hacia el interior de la corola se desenrollan lentamente. Este proceso empieza alrededor de las 2:00 a.m. y cerca de las 5:00 a.m. la flor está totalmente abierta. Para entonces ya hay aroma, el néctar está disponible, las anteras han liberado su polen y el estigma está receptivo.

La antesis es asincrónica y puede prolongarse, en períodos lluviosos y fríos, hasta las 6:00 a.m.. Al día siguiente de la apertura, la corola cae sin marchitarse. Algunos botones caen sin abrir.

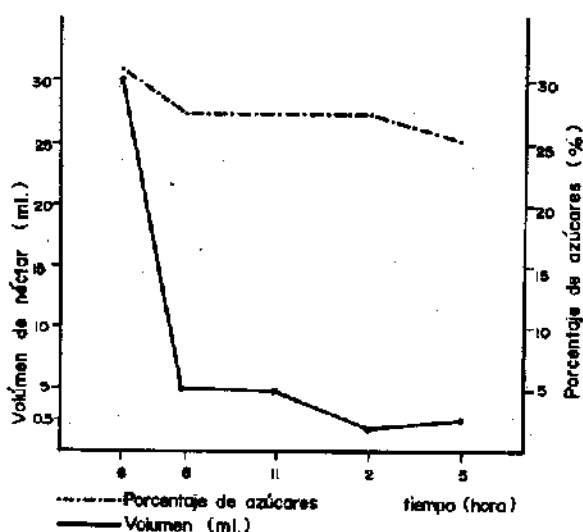
Las mediciones de néctar mostraron que el volumen promedio producido por flor en septiembre 5 de 1982 fue de 32 microlitros. El porcentaje de azúcares contenido en el néctar oscila entre 27.3 y 32.4 durante el día.

Una vez abierta la flor, se midió un volumen promedio de 30 microlitros de néctar, con un porcentaje de azúcares entre 30 y 32.4. En la segunda extracción se adquirió un volumen promedio de 5 microlitros y un porcentaje entre 25.4 y 27.3. En el transcurso del día el volumen y el porcentaje de azúcares en el néctar disminuyeron notablemente (Gráfs. 1 y 2). El néctar de *T. grandiflora* presenta además de azúcares una cantidad apreciable de aminoácidos.

PRODUCCION DIARIA DE NECTAR EN FLORES DE TABERNAEMONTANA GRANDIFLORA



GRAFICA 1: Medición de la extracción de néctar para abril 28-1983. Cerca a este día se dieron las máximas precipitaciones del mes.



GRAFICA 2: Medición de la extracción de néctar para septiembre 5-1982. Cerca a este día hubo ausencia de lluvias.

NOTA: Se debe tener en cuenta que las mediciones de néctar están sujetas a factores de error como: la imposibilidad de medir el porcentaje de azúcares en pequeños volúmenes de néctar y las pérdidas de este al perforar la flor.

POLINIZADORES

LADRONES DE NECTAR

AVES

Familia COEREBIDAE

Coereba flaveola columbiana (Cabanis)
Aguadulcerita

INSECTOS

Familia APIDAE

Euglossa deceptrix (abeja verde-amarillo metálico)
Euglossa crossipundata (abeja verde-azul metálico)

Familia HESPERIIDAE

Pericharis phyllates Gmelin (mariposa café con manchas
claras)
Declinea sp. (mariposa pequeña de color café)

AVES

Familia TROCHILIDAE

Amazilia tzacatl tzacatl (De la llave)

INSECTOS

Familia ANTOPHORIDAE

Xilocopa sp. (abejorro negro)

Familia APIDAE

Trigona postica
Apis mellifera (abeja mielera)

Esta planta es frecuentada por varias especies de animales, cuyas visitas varían de acuerdo a los cambios climáticos.

Coereba flaveola columbiana (aguadulcerita), comienza su actividad a las 6:00 a.m. perforando la base de la corola para la obtención del néctar (Fig. 5). Esta abertura va desde el punto donde se encuentran las anteras y el estigma hasta el lugar en que se halla el nectario. Las visitas del aguadulcerita disminuyen después de las 9:00 a.m., dejando un gran porcentaje de flores sin perforar.

Ocasionalmente se observa una colibrí verde, *Amazilia tzacatl tzacatl*, extrayendo néctar de igual forma que la aguadulcerita.

Tres especies de mariposas de la familia HESPERIIDAE, visitan las flores entre las 6:00 a.m. y la 1:00 p.m. Algunas veces se las encuentra en las horas de la tarde. Una especie de mariposa café con manchas claras, *Pericharia filates*, llega a la flor e introduce su proboscis por el tubo floral hasta alcanzar el nectario (Fig. 6). Otras dos especies, una no identificada (Figs. 7, 8 y 9) y la otra pequeña de color café, *Declinea* sp. (Fig. 10), penetran por el tubo floral para la obtención del néctar. Las pruebas de fidelidad no se llevaron a cabo en ninguna de las especies.

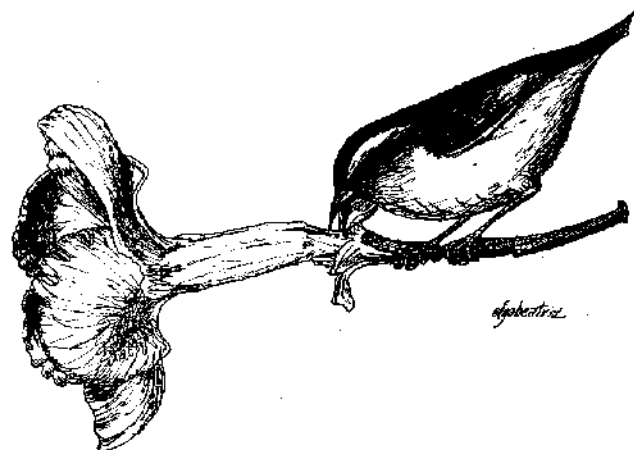


Figura 5. Silga o mielero amarillo perforando la flor de *T. Grandiflora*.

Las abejas *Euglossa deceptrix* y *E. crossipundata* se detienen en pleno vuelo frente a la flor y luego penetran directamente por el tubo de ésta, introduciendo su proboscis entre los canales vellosos hasta alcanzar el néctar (Fig. 11). Al hacer la prueba de fidelidad, se halló polen de *T. grandiflora* y de otras especies en la proboscis y en el cuerpo de las abejas.

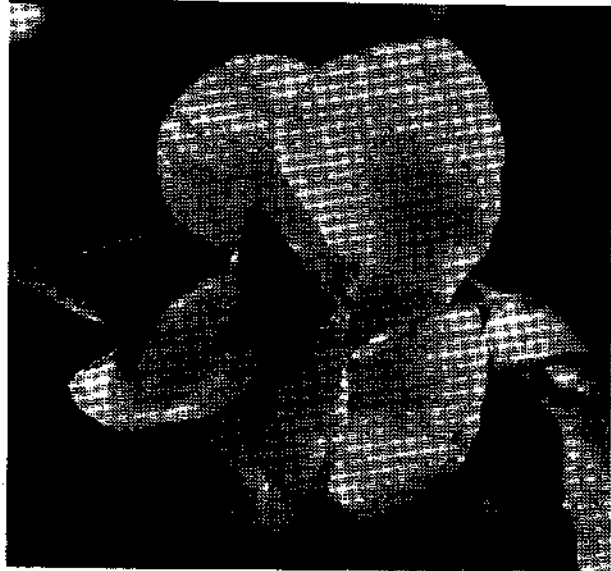


Figura 6. *Pericharia flates* (mariposa café con manchas) poliniza la flor durante todo el año. (Tomada por M. Girón V.).

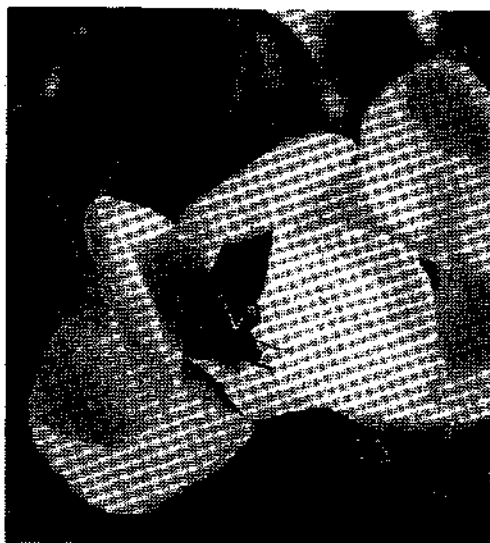


Figura 9. La mariposa se introduce hasta donde se lo permite su cuerpo para absorber el néctar y polinizar la flor. (Tomada por M. Girón V.).



Figura 7. Una mariposa HESPERIIDAE de color azul con manchas naranja visita la flor. (Tomada por M. Girón V.).

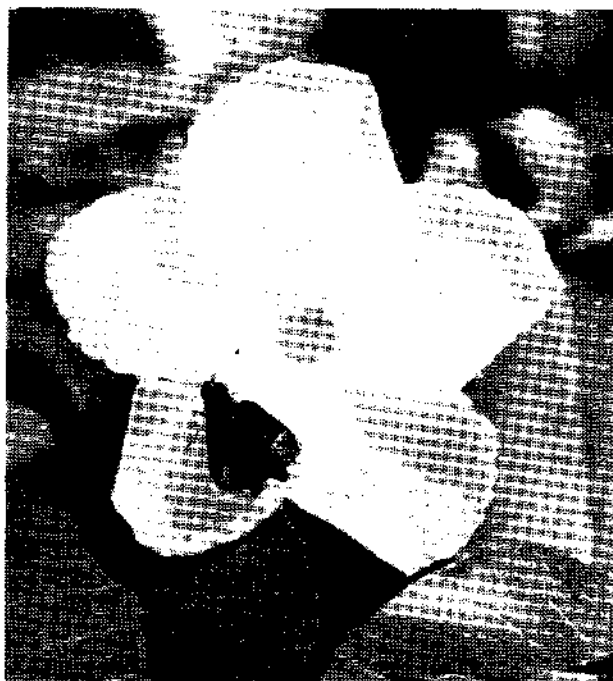


Figura 10. *Dectnea* sp. (mariposa pequeña de color café) es una asidua visitante y eficiente polinizadora durante todo el año. (Tomada por M. Girón V.).

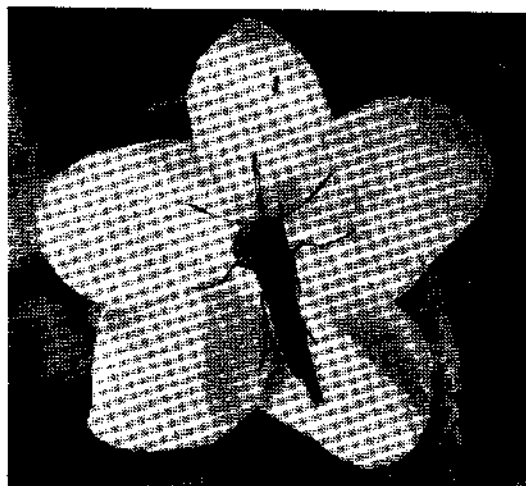


Figura 8. La HESPERIIDAE despliega y prepara su larga proboscis antes de introducirse en el tubo floral. (Tomada por M. Girón V.).

El abejorro *Xilocopa* sp., aterriza en los lóbulos de la corola continuando exteriormente hacia la base, donde perfora la flor (Fig. 12). Este también puede utilizar la abertura hecha por *C. flaveola columbiana* para obtener el néctar. El robo de néctar por este insecto se prolonga hasta las 4:00 p.m., en intervalos de más o menos una hora.



Figura 11. Una abeja verde metálico (*Euglossa* sp.) permanece en vuelo estático frente a la flor antes de entrar. (Tomada por M. Girón V.).



Figura 12. Una ladrón de néctar, abejorro negro (*Xilocopa* sp.), en el momento de partir. (Tomada por M. Girón V.).

Las abejas *Apis mellifera* y *Trigona postica*, utilizan las perforaciones para alimentarse del néctar. En estas tres últimas especies no se halló polen de *T. grandiflora*.

Aroma

El aroma es uno de los atractivos que juega el papel más importante para los insectos, ya que ellos perciben señales químicas que pueden servirles como guía de alimento (*Apis mellifera* y *Trigona postica*) o como precursores para las feromonas sexuales que producen los machos de *Euglossa* sp. con el fin de atraer la hembra y realizar la cópula (Michener, 1974). Es de anotar, que los insectos alcanzan a detectar compuestos en concentraciones tan pequeñas que son imperceptibles para el olfato humano (Harborn, 1977).

Color

El color en las flores se produce por la presencia de diferentes pigmentos vegetales. El color blanco se produce generalmente por mezclas de flavonoides (Harborn, 1977). El color amarillo puede ser producto de flavonoides, alcaloides, carotenoides, etc. (Harborn, op. c.).

Según la distribución de estos compuestos, absorben o reflejan la luz ultravioleta con diferente intensidad. Las abejas presentan un sistema de visión con receptores ultrasensibles para detectar la radiación ultravioleta; sin embargo, no es el color que mejor aprenden (Menzel & Herber, 1978). Probablemente la *Euglossa* sp. para introducirse al tubo floral se guía por el color amarillo de éste o por la posible emisión de luz ultravioleta.

Estrategia de la polinización.

La morfología floral de *T. grandiflora* muestra el síndrome característico para autogamia: corola cerrada en forma de tubo, pedúnculo corto, sépalos pequeños, anteras cortas, introrsas y adyacentes al estigma, granos de polen poco numerosos, etc., (Ornduff, 1969).

De 10 flores que habían sido cubiertas para observar autogamia, 3 produjeron fruto y, de 10 flores marcadas para polinización natural, 7 dieron fruto.

Al contar las semillas, se observó que fue mayor su número en los frutos logrados por autogamia que en los producidos por polinización natural.

DISCUSION

La floración permanente en esta especie asegura la asiduidad de los polinizadores a lo largo de todo el año. Aunque la estrategia de polinización sea la autogamia, la acción de los polinizadores permite el intercambio genético entre los

individuos transportando el polen de una planta a otra y parece contribuir a una mayor producción de frutos y semillas.

Los polinizadores tienen su mayor actividad apenas abre la flor, cuando el néctar se encuentra en mayor volumen y con mayor porcentaje de azúcares. Así, la *C. flaveola columbiana* (aguadulcerita), en menor tiempo, compensará sus requerimientos energéticos a cambio de su papel como polinizador. Aunque esta ave también se comporte como un ladrón, al perforar el tubo floral, puede poner en contacto el polen con el estigma y posiblemente transporte granos de polen en el pico.

Los insectos, a diferencia del aguadulcerita, continúan visitando la planta en el transcurso del día cuando la flor ha rebajado considerablemente su producción de néctar y concentración de azúcar. Ya que los insectos son muy pequeños, sus requerimientos energéticos son menores y tal vez se satisfagan con esta mermada cantidad.

Existe una mayor probabilidad de que las mariposas sean los polinizadores más eficaces porque necesariamente su proboscis tiene que pasar por los órganos reproductivos antes de llegar al néctar. Aunque la especie de *Euglossa* ejecuta la misma acción de la mariposa, no es muy frecuente en sus visitas, ya que el néctar de *T. grandiflora* no es su único recurso alimenticio.

Los ladrones de néctar son más constantes que los mismos polinizadores, sin embargo, no inciden en la cantidad de frutos que se producen.

Es sorprendente la cantidad de energía que esta planta invierte en la producción de aminoácidos, azúcares, aroma, flores y frutos durante todo el año para asegurar su ciclo reproductivo.

ANEXO

En el Laboratorio de Productos Naturales de la Universidad de Antioquia, a cargo del profesor Fabio Noreña, se logró determinar la presencia de siete aceites esenciales en las flores de *T. grandiflora*. Sin embargo, estos aceites no pudieron ser aislados; por consiguiente, no se pudo establecer el tipo específico de constituyentes que atraen a *Euglossa* spp. *Trigona postica* y *Apis mellifera*

Se descubrió una abeja pequeña (*Trigona jaly* Smith) recolectando látex en los frutos de esta planta, y aunque existen estudios del uso de ésta sustancia para la construcción de los nidos en abejas del género *Trigona* (Wille & Michener, 1973), no se estudió este comportamiento en el presente trabajo. Es de anotar que el fruto es el que mayor cantidad de látex produce. En el laboratorio citado arriba, se detectaron de siete a 10 constituyentes relacionados con glucósidos cardiotónicos y sustancias triterpénicas. Además, el látex posee un tipo de enzima (papaina) que desdobra las proteínas (Werner, 1943).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a aquellas personas que en una u otra forma colaboraron con la realización de este trabajo; a la Dra. Linda Albert de Escobar, directora del Herbario de la Universidad de Antioquia, por su asesoría científica; al Dr. Adolfo Molina, profesor de la Universidad Nacional, en la clasificación de las abejas; al Dr. Gilberto Morales Otto, Profesor de la Universidad Nacional, por identificar las mariposas; al profesor de Productos Naturales, Fabio Noreña; al Hno. Marco A Serna, Colegio San José, Medellín, por la identificación de las aves; a Oscar Botero, estudiante de Biología de la Universidad de Antioquia, por su asesoría en la macrofotografía y a Olga Beatriz Giraldo por el dibujo de *Coereba flaveola columbiana*.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez, G. H. (1979). *Introducción a la Aves de Colombia*. Talleres Gráficos del Banco Popular, Bogotá, Colombia.
- Baker, H. G., Hurd, P. D. (1968). Intrafloral Ecology. *Ann. Rev. Entom.* 13:385-414.
- Barrows, E. M. (1980). Robbing Exotic Plants by Introduced Carpenter and Honey Bees in Haway, whith Comparative Notes. *Biotropica* 12(1):23-29.
- Faegri, F., Van der Pijl, L. (1979). *The principles of Pollination Ecology*. Oxford. Pergamon Press.
- García, B. H. (1975). *Flora Medicinal de Colombia*. T. II. IMprenta Nal, de Bogotá.
- Hainsworth, F. R., Wolff, L. L. (1972). Energetics of Nectar extraction in s Small, High Aititude, Tropical Hummingbird, *Selasphorus flamula*. *J. Compu. Physiol.* 80:377-387.
- Harborn, J. B. (1977). *Introduction to Ecological Biochemistry*. Academic Press. London.
- Heywood, V. (1978). *Flowering Plant of the World*. Myafflower Books. New York.
- Menzel, R., Erber, L. (1978). Learning and Memory in Bees. *Scientific American*. July Vol. 239, No. 1.
- Michener, C. (1974). *The Social Behavior of the Bees a Comparative study*. Belknap Harvard. Massachusets.
- Ornduff, R. (1969). Reproduction Biology in Relation to Systematics *Taxon* 18:121-133.
- Perry, D., Starrett, A. (1980). The Pillination Ecology and Blooming Strategy of a Neotropical Emergent Tree, *Dipteris panamen-sis*. *Biotropica* Vol. 12 No. 4, Dic.
- Thomson, T. Plowringt, R. (1980). Polle Carryover Nectar Rewards and Pollination Behavior with Special Reference to *Dervie-lla loctnera*. *Oecologia* 46:68-74.
- Werner, G. J. (1943). A New Vegetable Proteolitic Enzyme of Papain Class. *Rev. Brasileña de Biología*. 3:49-57.