

Visitantes florales, polinización y biología floral de *Tecoma castanifolia* (D. Don) Melch. (Bignoniaceae), en dos sitios de la ciudad de Guayaquil, Ecuador

Floral visitors, pollination and floral biology of *Tecoma castanifolia* (D. Don) Melch. (Bignoniaceae), in two localities of the city of Guayaquil, Ecuador

David Anchundia^{1*} & Xavier Cornejo²

1. Biólogo, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador

2. Herbario GUAY, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil.

Casilla 09-01-10634, Guayaquil, Ecuador

Recibido 7 de octubre 2017; recibido en forma revisada 27 de octubre 2017, aceptado 10 de noviembre 2017
Disponible en línea 31 de diciembre 2017

Resumen

Se determinaron los visitantes florales, los polinizadores, las estrategias de polinización y la biología floral de *Tecoma castanifolia* (Bignoniaceae), en dos sitios de la ciudad de Guayaquil, durante los meses de octubre del 2016 hasta mayo del 2017. Los eventos de floración de *T. castanifolia* son de alta sincronía, cada evento tiene una duración promedio de 33 días. Las flores son hermafroditas, éstas poseen dos sistemas mediante los cuales fuerzan la aloгамia: Protandria y la hercogamia de aproximación. Las inflorescencias de *T. castanifolia*, fueron visitadas por 89 especies, entre éstos, principalmente insectos, arácnidos y aves. Los himenópteros son los visitantes más abundantes, frecuentes y los más importantes en la polinización de estos arbustos. Los polinizadores efectivos abarcan especies de tallas desde 4 mm (*Augochlorella* sp.) hasta 2 cm de longitud (*Eulaema polychroma*). Los principales polinizadores de *T. castanifolia* son: *Euglossa* sp., *Apis mellifera* y *Exomalopsis* sp. (todas Apidae), éstas transportan aproximadamente el 87,68% del polen. El conjunto de características como las interacciones planta-polinizador que no son obligadas, el síndrome de dispersión por viento y la abundancia de producción de semillas viables, permiten a *T. castanifolia* colonizar nuevas áreas y tener éxito, incluso cuando los polinizadores más importantes de una región no están presentes en otra, es decir, no están ligadas a ningún visitante específico. *T. castanifolia* es una especie promisoría para la recuperación en áreas degradadas de bosque seco en la costa de Ecuador y Perú.

Palabras claves: Bignoniaceae, Ecuador, polinización, polinizadores, sincronía floral, *Tecoma castanifolia*.

Abstract

The floral visitors, pollinators, strategies of pollination and floral biology of *Tecoma castanifolia* (Bignoniaceae) were recorded in two localities at the city of Guayaquil, in coastal Ecuador, from October 2016 to May 2017. *T. castanifolia* produce events of high flowering synchrony, each of those having an average of 33 days. The flowers are hermaphrodites; those have two systems to induce allogamy: protandry and approach herkogamy. Eighty-nine species, mostly insects, and arachnids and birds, visited the inflorescences of *T. castanifolia*. The most abundant and frequent visitors are Hymenoptera, those are the most important regarding to pollination. The effective pollinators have sizes ranging from 4 mm (*Augochlorella* sp.) to 2 cm long (*Eulaema polychroma*). The main pollinators are: *Euglossa* sp., *Apis mellifera*, and *Exomalopsis* sp. (all Apidae), those transport 87.68% of pollen grains approximately. Characteristics as the non-obligatory plant-pollinator interactions, the wind dispersal method, and the abundance of viable seeds, allows *T. castanifolia* successfully colonize new areas, even when the most important pollinators from other localities do not occur there. That suggests that the flowers of *T. castanifolia* are not linked to any specific visitor, and that *T. castanifolia* is a promissory species for restoration of disturbed habitats in dry forests of coastal Ecuador and NW Peru.

Key words: Bignoniaceae, Ecuador, pollination, pollinators, floral synchrony, *Tecoma castanifolia*.

* Correspondencia del autor:
E-mail: davidnol_21@hotmail.com



Introducción

Bignoniaceae es una familia que comprende unas 800 especies de árboles, arbustos y lianas en el neotrópico, sus síndromes de polinización han sido parcialmente documentados (Gentry, 1974; Silva et al., 2007; Santos, 2013; Torreta y Cerino, 2013). Géneros como *Handroanthus* y *Macranthisiphon*, frecuentemente son polinizados por colibríes e insectos como himenópteros; mientras que, quiropterofilia ha sido reportada en *Kigelia africana*, una especie originaria de África e introducida como una ornamental en Ecuador (Cornejo y Iltis, 2008; Cornejo, 2015). En *Tecoma castanifolia*, sus visitantes florales, polinización y biología floral no han sido previamente documentados.

Tecoma castanifolia es un arbusto o arbolito semidecídúo que habita en el Bosque seco del Pacífico Ecuatorial (Jørgensen y León, 1999). Esta bioregión está compuesta por formaciones vegetales xerofíticas de tierra firme que poseen un comportamiento caducifolio y semicaducifolio, en donde más del 75% de sus especies de plantas pierden sus hojas, debido a que están sujetas a una severa estacionalidad

climática. Esta se caracteriza por la pérdida de follaje producida por el estrés hídrico a que están sometidas durante la estación seca (Mooney et al., 1996; Aguirre et al., 2006; Espinosa et al., 2012).

La fenología, síndromes de polinización y reproducción de las especies de plantas nativas son datos fundamentales, necesarios para un manejo adecuado de los ecosistemas tropicales (Díez, 2002). En el presente trabajo, se documentan los visitantes florales, polinización y biología floral de *Tecoma castanifolia*.

Materiales y métodos

Área de estudio

Para la recolección de datos se seleccionaron dos sitios de observación. El primer sitio se encuentra dentro del campus Mapasingue de la Universidad de Guayaquil (2° 08'45" S 79° 55'04" O), a 20 msnm.

Presenta una vegetación de bosque seco tropical fuertemente intervenido, sus suelos son mayormente rocosos y pertenecen a la formación Cayo del Cretácico Superior (Núñez del Arco y Dugas, 1985) (Fig. 1).

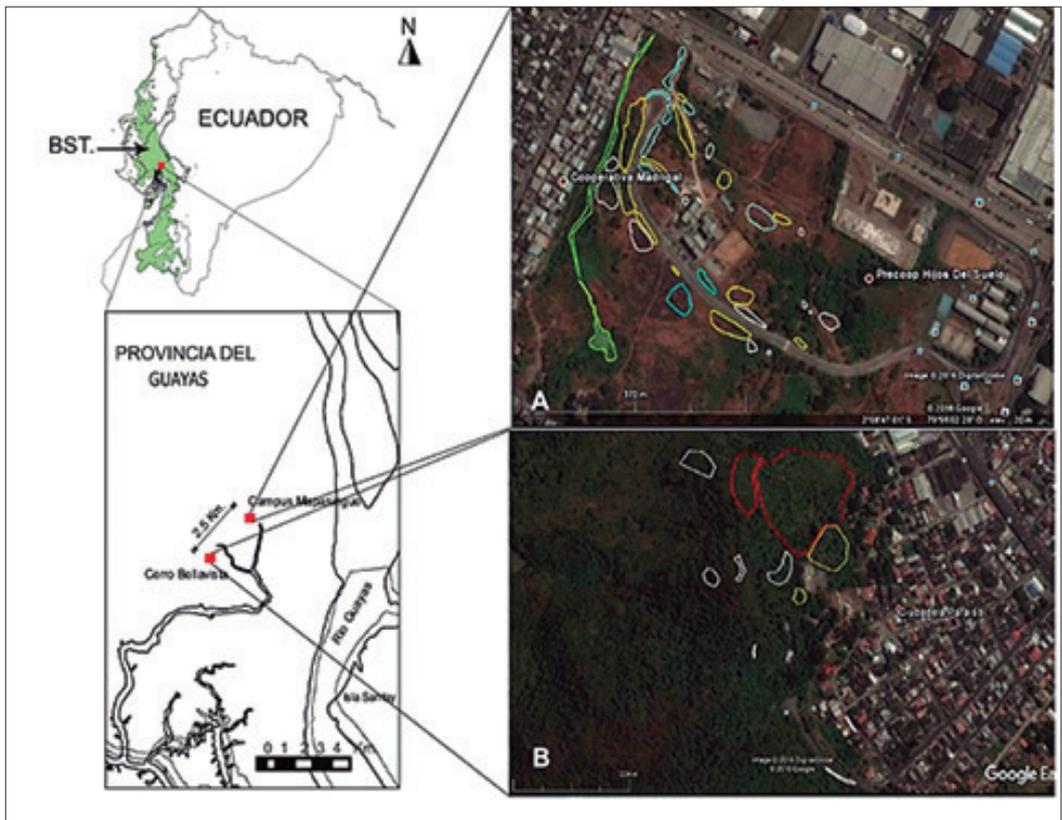


Figura 1. Área de estudio: A. Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. B. Cerro Bellavista. BST. Bosque Seco Tropical. Simbología de colores en A y B: ■ Laguna dentro de la facultad de CCNN. ■ Dominancia de *T. castanifolia* > 10%, < 30%. □ Dominancia de *T. castanifolia* > 30%, < 50%. ■ Dominancia de *T. castanifolia* > 50%, < 70%. ■ Dominancia de *T. castanifolia* > 70%.

El segundo sitio se encuentra en el cerro Bellavista, que pertenece al bosque protector El Paraíso (2° 10'04" S 79° 55'29" O), a 77 msnm. Este es un remanente del bosque seco del Pacífico Ecuatorial, localizado dentro del perímetro urbano de Guayaquil (Félix, 2012).

Estos dos sitios se encuentran separados por aproximadamente 2,5 km de distancia. La distancia y la superficie de estas áreas de estudio se calcularon con Google Earth Pro (Fig. 1).

Metodología

La investigación se realizó desde octubre de 2016 hasta mayo de 2017, con visitas mensuales entre 18 y 22 días cada una. Las observaciones se realizaron en los individuos que estaban florecidos simultáneamente, se realizó el seguimiento a una muestra poblacional de 856 arbustos de *T. castanifolia*. Estas observaciones se realizaron a la altura de una persona promedio; para los arbustos que tenían mayor altura se utilizó una escalera de aluminio de 3 metros. Los datos se registraron en fichas de campo para posteriormente ser digitalizados. Los datos estadísticos fueron tratados con los programas: Minitab versión 17 y QED statistics 1.1.

Biología floral

Se determinó la sincronía de la floración monitoreando la presencia de flores en 856 arbustos de *T. castanifolia* distribuidos en ambos sitios de estudio. Se determinó la fenología poblacional en base a la sincronía de la floración; esta se calculó como el porcentaje de individuos del total de la población que florecieron en cada evento. Las categorías de sincronía según los porcentajes se estimaron de acuerdo con (Bencke y Morellato, 2002).

Las plantas en su ambiente presentan diversas estrategias de acuerdo con su biología reproductiva y específicamente de la polinización, se evaluaron las principales características propuestas por (Ramírez et al., 1990). La receptividad estigmática se determinó de dos formas (Kearns y Inouye, 1993): Observación directa a los estigmas, e indicación de presencia de peroxidasa a través de pruebas con peróxido de hidrógeno. Se verificó la producción de néctar floral por día siguiendo la metodología de (Hidalgo y Cabezedo, 1995). Además utilizando la fórmula del volumen del cilindro ($v = \pi \cdot r^2 \cdot h$), se determinó la capacidad máxima de néctar que puede contener la parte angosta interna del tubo de la flor. Para estimar el número de granos de polen por flor, en 12 flores se calculó el número de granos de polen por antera mediante un análisis cuantitativo con una cámara de Sedwick-Rafter (Reguera et al., 2011). Los granos de polen se clasificaron de acuerdo a Sáenz (1978).

Visitantes florales y polinizadores

Para registrar los visitantes florales y polinizadores se realizaron observaciones directas en 20 arbustos de *T. castanifolia*. Se observó la hora de llegada y de salida de la flor, la actividad dentro de ella, el recurso

explotado (recompensa) y permanencia en la flor. En función del tipo de recurso aprovechado, los visitantes se clasificaron en los diferentes grupos funcionales: Polinívoros, nectarívoros, herbívoros, depredadores, parasitoides y saprófagos (Rojas et al., 2000; Kevan y Beaker, 1983).

Para determinar cuál es el efecto que tiene cada visitante sobre las flores de las plantas de *T. castanifolia*, se determinó la eficiencia de cada uno y a partir de esta se estimó la importancia relativa como polinizador de cada visitante, para esto se modificó el índice de importancia de los polinizadores asociados a la planta (IVIP) (Núñez y Rojas, 2008).

Para ello se modificó el índice de importancia de los polinizadores asociados a la planta (IVIP; Núñez y Rojas, 2008), para este cálculo se tiene en cuenta las siguientes variables: capacidad de transporte de polen (CTP), abundancia (A), fidelidad (F) y constancia floral (C).

A partir del IVIP se calculó la importancia relativa de cada polinizador (IRP), de acuerdo al IRP se categorizó a los visitantes en tres grupos:

Tabla 1. Categorización de los visitantes florales (Núñez y Rojas, 2008).

Categorización de los visitantes florales IRP (%)	
Polinizadores principales (alta eficiencia)	≥60
Polinizadores secundarios (media eficiencia)	≥10 < 60
Polinizadores terciarios (baja eficiencia)	>0 < 10
Visitantes sin participación en la polinización	0

La importancia relativa de cada polinizador se calculó de la siguiente forma: El porcentaje del índice de importancia de cada polinizador asociado a la planta (IVIP), se lo dividió para la sumatoria del índice de importancia de todos los polinizadores asociados a la planta (IVIP), multiplicado por cien (Núñez y Rojas, 2008).

$$IRP = \frac{IVIP}{\sum IVIP} \times 100$$

Resultados

Fenología de floración

Durante el periodo de observaciones en campo se registraron tres eventos de floración para *Tecoma castanifolia*, a lo largo de los cuales cada arbusto produjo cantidades diferentes de inflorescencias en cada evento.

Cada evento de floración tuvo una duración aproximada de 33 días. En cada uno el mayor pico de floración se produjo aproximadamente durante una semana, este

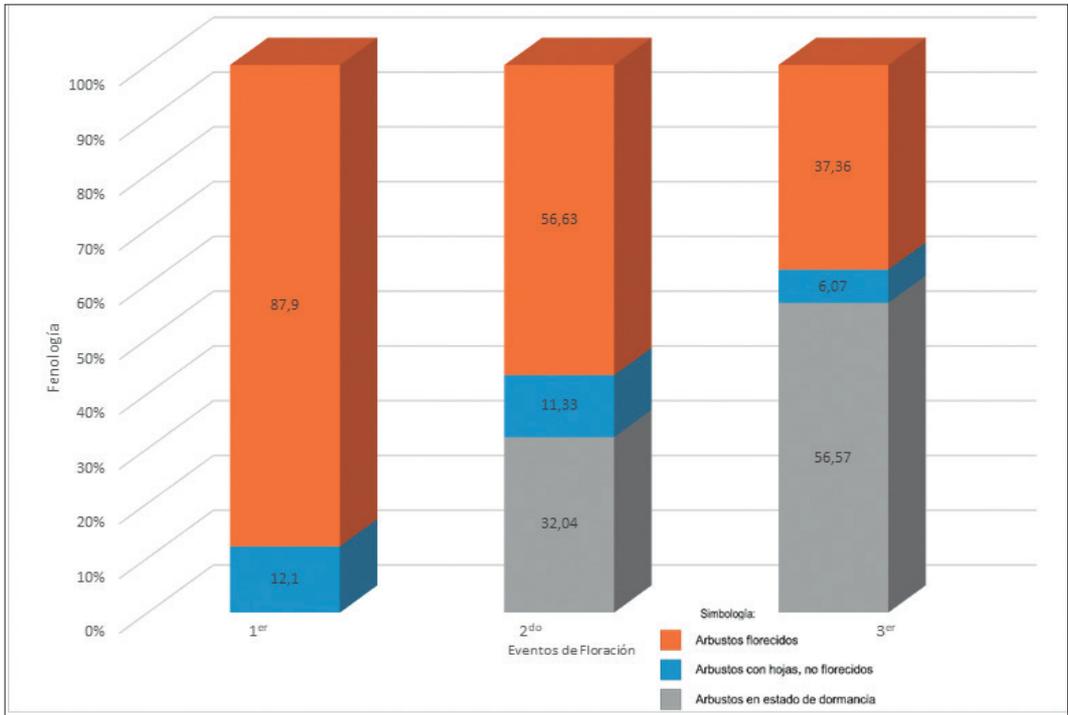


Figura 2. Fenología de *Tecoma castanifolia* en tres eventos de floración: 1er evento, octubre a noviembre de 2016. 2do evento, noviembre a diciembre de 2016. 3er evento, enero a febrero de 2017.

se produjo a los 10-13 días a partir del inicio de la floración. Una vez finalizado este periodo, la pérdida de flores se incrementa rápidamente 52% durante los próximos 4-6 días.

El desarrollo de los frutos se inicia aproximadamente cuatro semanas después del comienzo de la floración, este tarda 100 días desde su formación hasta la dehiscencia.

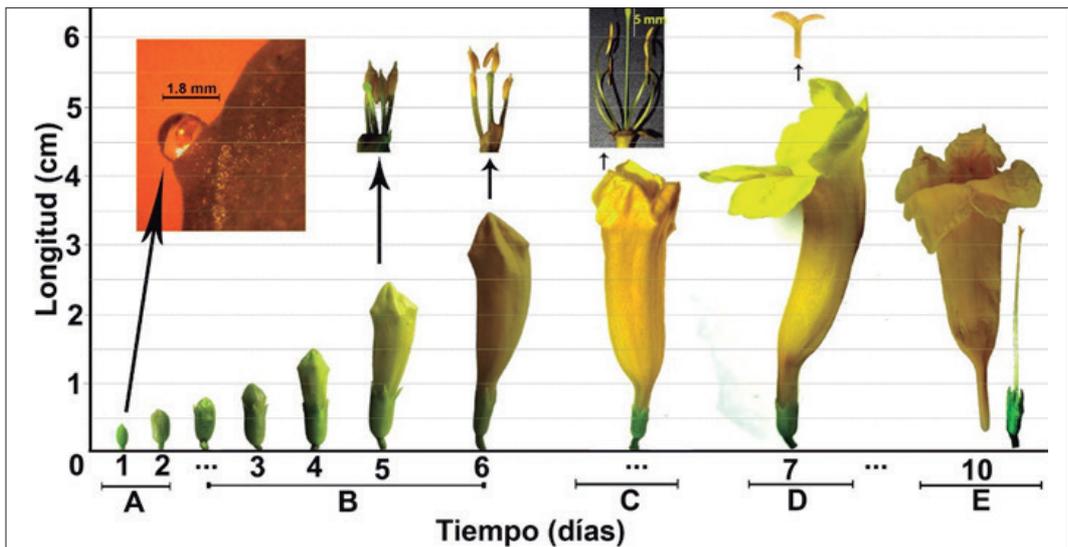


Figura 3. Fenología floral de *Tecoma castanifolia*. Los siguientes estadios florales han sido establecidos de acuerdo al desarrollo morfológico y comportamiento fisiológico: A. Desarrollo del cáliz, nótese que los nectarios calicinos (nc), están activos. B. Desarrollo de la corola, nótese que el estigma es aún excedido por los estambres. C. Preantesis, nótese que el estilo ha crecido longitudinalmente, el estigma ahora excede a los estambres, pero los lóbulos del estigma se mantienen cerrados. D. Antesis, nótese la corola abierta en su magnitud y el detalle del estigma con lóbulos ampliamente divergentes en la fase de receptividad del polen. E. Marchitez de la corola, frecuentemente exponiendo al pistilo.

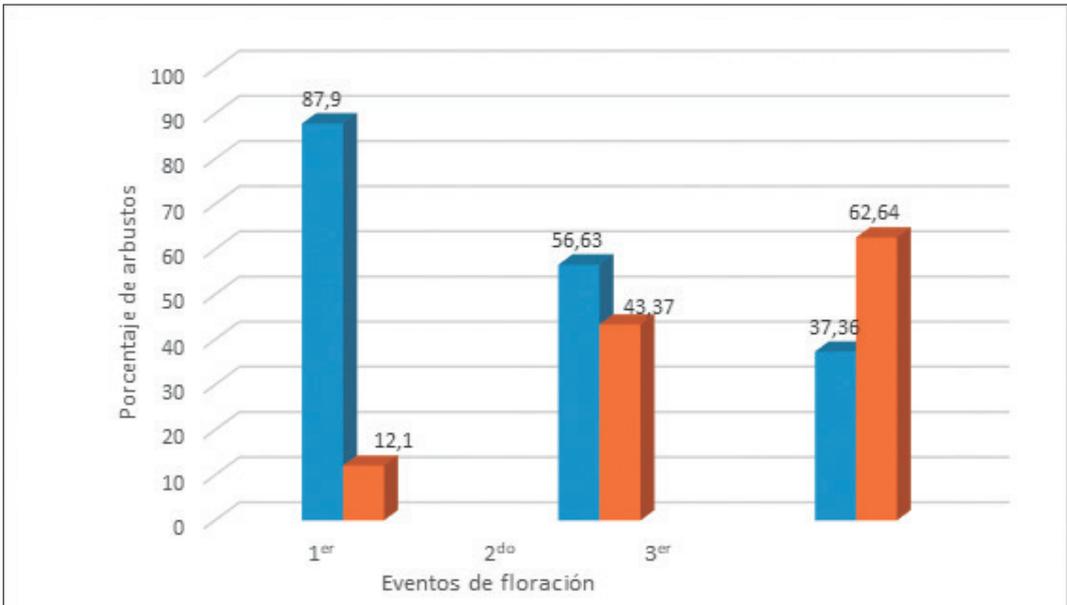


Figura 4. Sincronía floral de *Tecoma castanifolia* durante los tres eventos de floración, desde octubre de 2016 hasta febrero de 2017.

De una muestra poblacional de 856 arbustos de *T. castanifolia* se determinó: En el primer evento de floración 87,9% (753) florecieron y 12,1% no florecieron. En el segundo evento de floración 56,63% (485) florecieron, 11,33% no florecieron y 32,04% entraron a estado de dormancia y durante el tercer evento de floración 37,36% (319) florecieron, 6,07% no florecieron y 56,57% entraron en estado de dormancia (Fig. 2).

Fenología de las inflorescencias

Se diferenciaron cinco estadios fenológicos: (1) Desarrollo simultáneo de los 25 botones florales, hasta alcanzar los 4 ± 1 mm, en este estadio los nectarios calicinos ya están funcionales. (2) Desarrollo de los botones desde la base hacia el ápice del racimo, “crecimiento acrópeto”. (3) Cuando la flor ha alcanzado los $4 \pm 0,5$ cm de longitud inicia la apertura de la corola “pre-antesis” aproximadamente a los 6 días desde el inicio de su desarrollo, esta puede ocurrir durante el día o la

noche. (4) La antesis está completa al 7mo día en este estadio la flor mide 5 cm aproximadamente y el estigma entra en funcionamiento. (5) Luego de 72 horas aproximadamente de exposición a los visitantes la corola tiende a caer exponiendo al ovario (Fig. 3).

Sincronía floral

De la muestra poblacional de 856 arbustos de *T. castanifolia*, a la mitad del segundo evento de floración el 32,04% de los arbustos pasaron a estar en estado de dormancia. A finales del tercer evento de floración, el 56,57% de la muestra poblacional estaba en estado de dormancia; los arbustos en este estado se consideraron para calcular la sincronía floral, además de aquellos arbustos que presentaban hojas. De los arbustos que presentaron hojas se diferenciaron dos grupos, uno tendía a florecer simultáneamente, en tanto que el otro no florecía o florecía alternadamente en relación al grupo anterior, a lo largo de los tres eventos de floración se obtuvo un promedio elevado (60,63%) de sincronía floral (Fig. 4).

Tabla 2. Atributos florales de *Tecoma castanifolia*.

Atributos florales de <i>Tecoma castanifolia</i>	
Simetría	Zigomorfa
Antesis	Diurna y Nocturna
Color	Amarillo
Orientación de las flores con relación al sustrato	Mayormente inclinada hacia abajo, horizontal e inclinada hacia arriba.
Forma	Tubular-campanulada
Néctar	Nectario cupuliforme, Tricomas nectaríferos y nectarios
Polen	Abundante
Fragancia	Poco fragante
Longevidad de la flor abierta	Tres días
Síndrome de polinización	Melitofilia, Ornitofilia, Psicofilia y Miofilia
Dicogamia	Protandria
Hercogamia	Hercogamia de aproximación

Biología floral

Atributos florales

La flor de *Tecoma castanifolia* es hermafrodita, pero previene la autopolinización forzando la alogamia “polinización cruzada”, madurando primero las anteras con sus granos de polen y luego el pistilo “Protandria”, con una antelación de aproximadamente 24 horas, además separa los dos sexos en el espacio interno de la flor “Hercogamia de aproximación”, quedando separado el estigma de las anteras más cercanas aproximadamente 5 mm. Cuando el insecto ingresa a la flor, este, entra primero en contacto con el estigma y luego con los estambres. *T. castanifolia*, florece durante la estación seca, el despliegue floral es continuo en cada evento de floración, produciendo secuencialmente las flores para de este modo alargar el evento de floración, el cual dura aproximadamente 33 días.

Los componentes de las flores de *T. castanifolia* que atraen e influyen en el comportamiento de los visitantes se detallan en la (Tabla 2).

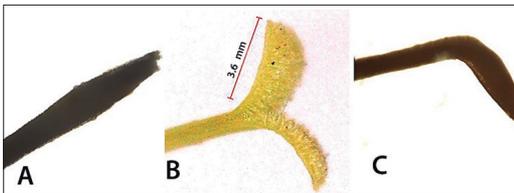


Figura 5. Receptividad estigmática de *Tecoma castanifolia*. A. Estigma antes de la fase de receptividad. B. Estigma receptivo, note la posición divergente de los lóbulos. C. Estigma cerrado, en la fase post-receptividad.

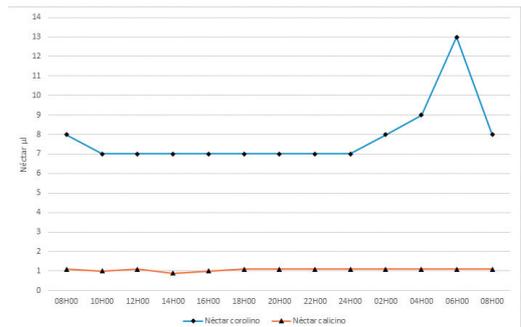


Figura 6. Producción de néctar corolino y calicino en *Tecoma castanifolia*. Durante 24h.

Receptividad estigmática

Los estigmas de las flores de *T. castanifolia* en el transcurso del tiempo presentan cambios morfológicos, en el color y en su composición enzimática. Estos se muestran receptivos desde el momento de la antesis, esto es, a partir del 7mo día de desarrollo y permanecen receptivos hasta el momento de la fecundación o hasta el tiempo límite de la flor, tres días a partir de la antesis.

Los estigmas en estado inmaduro se presentan cerrados, erectos, son de color verde-lima y no reaccionan con el peróxido de hidrógeno, indicando la ausencia de peroxidasa. En estado receptivo los estigmas se abren como un par de valvas, dejando ver células alargadas en su interior, de color amarillo-claro, reaccionan con el peróxido de hidrógeno produciendo un burbujeo incitante que indica la presencia de peroxidasa. Cuando ha recibido el polen el estigma se cierra, se curva y se frunce, su color cambia a marrón-anaranjado (Fig. 5).

Tabla 3. Características del grano de polen de *Tecoma castanifolia*.

Características del grano de polen de <i>Tecoma castanifolia</i>		
Forma	Elíptica	
Presentación	mónadas	Granos de polen separados unos de otros
Polaridad y simetría	Isopolar y simétrico	
Tamaño	Longitud del eje polar = 76 µm. Longitud del eje ecuatorial = 54 µm.	
Aperturas	Tricolpado	
Ornamentación	Gemado	Vista polar

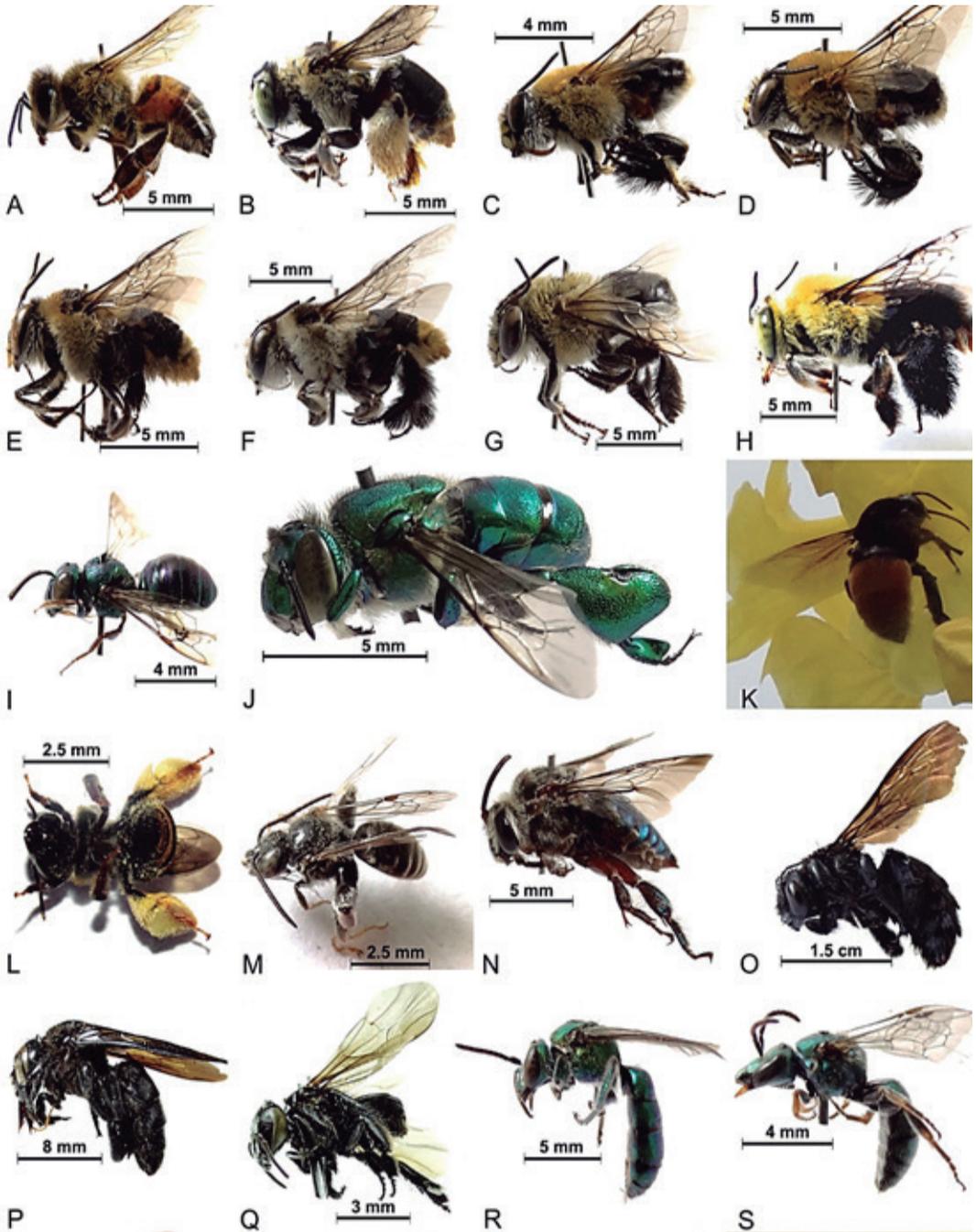


Figura 7. Orden Himenóptera. Familia Apidae: A. *Apis mellifera*. B. *Centris maculifrons*. C. *Centris* sp. 1. D. *Centris* sp. 2. E. *Centris* sp. 3. F. *Centris* sp. 4. G. *Centris* sp. 5. H. *Centris* sp. 6. I. *Ceratina* sp. J. *Euglossa* sp. K. *Eulaema polychroma*. L. *Exomalopsis* sp. M. *Ancyloscelis* sp. N. Indet. sp. O. *Xylocopa frontalis*. P. *Xylocopa* sp. Q. *Trigona* sp. Familia Halictidae: R. *Augochlora* sp. S. *Augochlora aurata*.

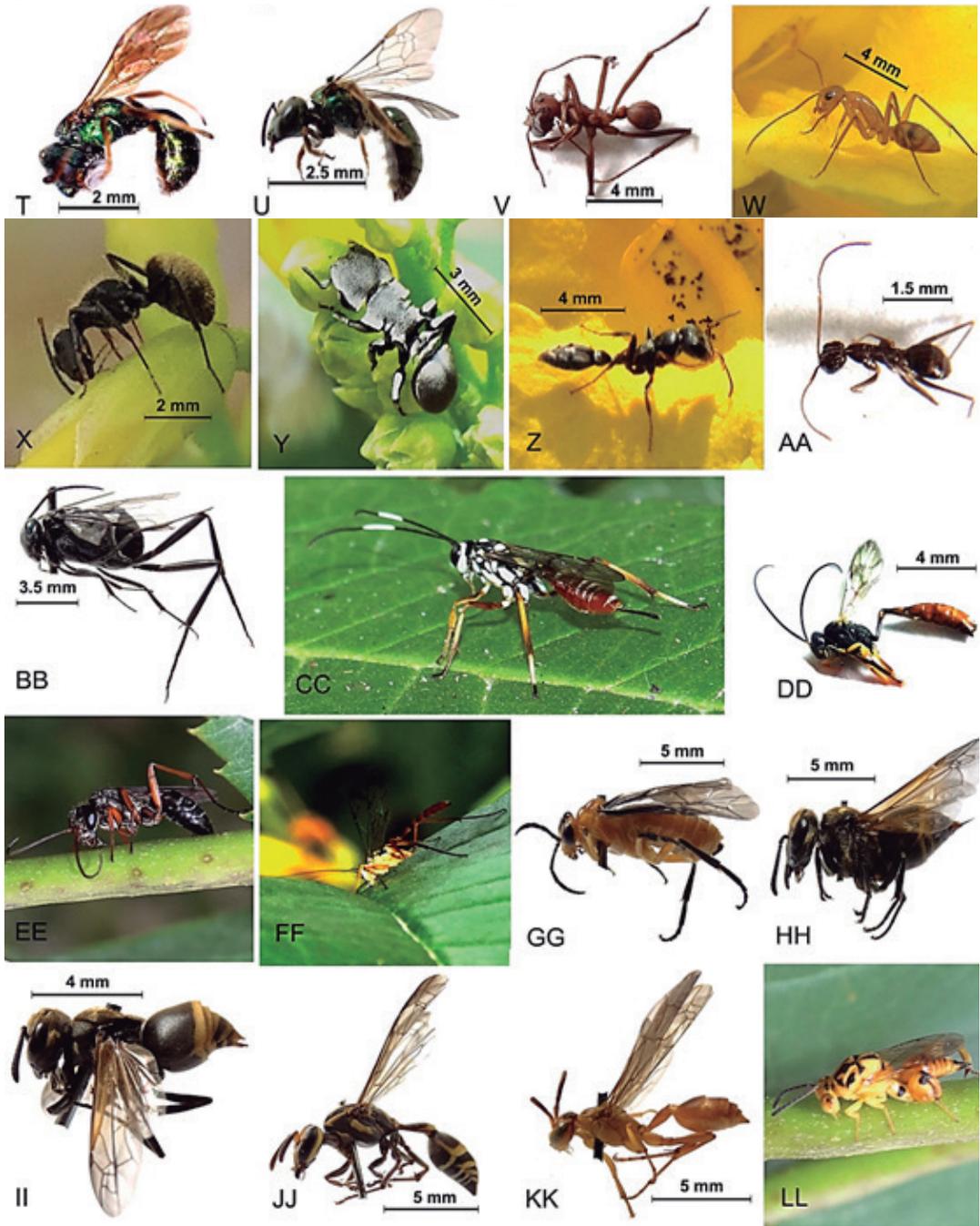


Figura 7. Orden Himenóptera. Familia Apidae: T. *Augochlorella* sp. U. *Augochlorella persimilis*. Familia Formicidae: V. *Acromyrmex* sp. W. *Pseudomyrmex* sp.1. X. *Camponotus* sp. Y. *Cephalotes inca*. Z. *Pseudomyrmex* sp. 2. AA. Indet. sp. Familia Evaniidae: BB. *Evania appendigaster*. Familia Ichneumonidae: CC. *Cryptanura* sp. DD. *Enicospilus* sp. 1. EE. *Thyrateles* sp. FF. *Enicospilus* sp. 2. Familia Pergidae: GG. Indet. sp. Familia Vespidae: HH. *Brachygastra lecheguana*. II. *Pachodynerus* sp. JJ. *Protopolybia* sp. KK. *Mischocyttarus* sp. Familia Chalcididae: LL. *Conura* sp.

Tabla 4. Visitantes florales de una población de *Tecoma castanifolia* en el Bosque Seco del Pacífico Ecuatorial, entre octubre de 2016 y febrero de 2017.

CLASE / ORDEN / FAMILIA / GENERO	Abundancia relativa	Grupo funcional	Localidad	Constancia	Eficiencia	Colectados
INSECTA						
COLEOPTERA						
CERAMBYCIDAE						
<i>Arhopalus</i> sp.	*	HER	CB	CI	SP	□
CHRYSOMELIDAE						
<i>Megacerus</i> sp.	**	HER	CCNN	CI	SP	□
CURCULIONIDAE						
Indet. sp.	*	PAR	CCNN, CB	CMi	SP	□
COCCINELLIDAE						
<i>Azya orbigera ecuadorica</i> Gordon, 1980	**	PRE	CCNN, CB	CMa	SP	□
<i>Brachiacantha darlene</i> Gordon y Canepari, 2014	*	PRE	CCNN, CB	CMa	SP	□
<i>Cheilomenes sexmaculata</i> (Fabricius, 1781)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
<i>Hyperaspis esmeraldas</i> Gordon y González, 2011	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
<i>Hyperaspis onerata</i> (Mulsant, 1850)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
<i>Paraneda pallidula guticollis</i> (Mulsant, 1850)	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	□
<i>Tenuisvalvae bromelicola</i> (Sicard, 1925)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
Indet. sp.	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
TENEBRIONIDAE						
Indet. sp. 1	*	HER	CCNN	CMi	SP	□
Indet. sp. 2	+	HER	CCNN	CMi	SP	□
HYMENOPTERA						
APIDAE						
<i>Ancyloscelis</i> sp.	*	N, P	CCNN, CB	CI	BE	□
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	***	N, NE, P	CCNN, CB	CMa	ME	□
<i>Centris maculifrons</i> Smith, 1854	*	N, P	CCNN	CI	BE	□
<i>Centris</i> sp. 1	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Centris</i> sp. 2	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Centris</i> sp. 3	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Centris</i> sp. 4	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Centris</i> sp. 5	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Centris</i> sp. 6	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Ceratina</i> sp.	*	N, P	CB	CMi	BE	□
<i>Euglossa</i> sp.	**	N, P	CCNN, CB	CMa	ME	□
<i>Eulaema polychroma</i> Mocsáry, 1899	*	N	CCNN, CB	CMi	BE	-
<i>Exomalopsis</i> sp.	**	N, P	CCNN, CB	CMa	ME	□
<i>Trigona</i> sp.	*	N, P	CB	CMi	BE	□
<i>Xylocopa frontalis</i> (Olivier, 1789)	*	NE	CCNN, CB	CMa	BE	□
<i>Xylocopa</i> sp.	*	NE	CCNN, CB	CI	BE	□
Indet. sp.	+	N, P	CCNN	CMi	BE	□
HALICTIDAE						
<i>Augochlora</i> sp.	*	N, NE, P	CCNN, CB	CI	BE	□
<i>Augochlorella persimilis</i> (Viereck, 1910)	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	□
<i>Augochlorella</i> sp.	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	□
<i>Augochlorella aurata</i> (Smith, 1853)	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	□
CHALCIDIDAE						
<i>Conura</i> sp.	*	NE, PAR	CCNN, CB	CI	SP	-
FORMICIDAE						
<i>Acromyrmex</i> sp.	**	HER	CCNN, CB	CI	SP	□

Tabla 4. Visitantes florales de una población de *Tecoma castanifolia* en el Bosque Seco del Pacífico Ecuatorial, entre octubre de 2016 y febrero de 2017 (Continuación).

CLASE / ORDEN / FAMILIA / GENERO	Abun- dancia relativa	Grupo funcio- nal	Localidad	Cons- tancia	Eficien- cia	Colecta- dos
<i>Camponotus</i> sp.	***	NE, PRE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
<i>Cephalotes inca</i> (Santschi, 1911)	*	NE	CCNN, CB	CI	SP	☐
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	**	HER	CCNN, CB	CI	SP	☐
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	**	P, HER	CCNN, CB	CI	SP	☐
Indet. sp.	*	HER	CCNN, CB	CI	SP	☐
EVANIIDAE						
<i>Evania appendigaster</i> (Linnaeus, 1758)	*	PAR	CCNN	CMi	SP	☐
ICHNEUMONIDAE						
<i>Cryptanura</i> sp.	**	PAR	CCNN	CI	SP	-
<i>Enicospilus</i> sp. 1	*	PAR	CCNN	CMi	SP	-
<i>Enicospilus</i> sp. 2	*	PAR	CCNN	CMi	SP	☐
<i>Thyrateles</i> sp.	*	PAR	CCNN	CMi	SP	-
PERGIDAE						
Indet. sp.	+	HER	CCNN	CMi	SP	☐
VESPIDAE						
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	*	NE	CCNN, CB	CI	SP	☐
<i>Pachodynerus</i> sp.	*	NE	CCNN, CB	CI	SP	☐
<i>Protopolybia</i> sp.	***	NE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
<i>Mischocyttarus</i> sp.	*	PRE	CB	CI	SP	☐
DIPTERA						
CALLIPHORIDAE						
Indet. sp. 1	*	SAP, NE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
Indet. sp. 2	*	SAP, NE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)	*	SAP, NE	CCNN, CB	CMa	SP	-
DOLICHOPODIDAE						
<i>Chrysosoma</i> sp.	*	HER, NE	CCNN, CB	CI	SP	☐
MICROPEZIDAE						
<i>Taeniptera</i> sp.	*	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	☐
SARCOPHAGIDAE						
Indet. sp. 1	*	SAP, NE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
Indet. sp. 2	*	SAP, NE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
STRATIOMYIDAE						
<i>Hermetia</i> sp.	*	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	-
Indet. sp. 1	*	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	☐
Indet. sp. 2	+	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	☐
Indet. sp. 3	+	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	☐
<i>Sargus</i> sp.	+	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	☐
Indet. sp. 4	+	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	☐
SYRPHIDAE						
<i>Ornidia obesa</i> (Fabricius, 1775)	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	☐
<i>Palpada mexicana</i> (Macquart, 1847)	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	☐
Indet. sp.	+	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	☐
TACHINIDAE						
Indet. sp. 1	*	SAP, NE	CCNN	CMi	SP	☐
Indet. sp. 2	+	SAP, NE	CCNN	CMi	SP	☐
Indet. sp. 3	+	SAP, NE	CCNN, CB	CMi	SP	-
HEMIPTERA						
NABIDAE						
<i>Himacerus</i> sp.	*	PRE	CCNN	CMi	SP	☐
PYRRHOCORIDAE						
Indet. sp.	*	PRE	CCNN	CMi	SP	☐

Tabla 4. Visitantes florales de una población de *Tecoma castanifolia* en el Bosque Seco del Pacífico Ecuatorial, entre octubre de 2016 y febrero de 2017 (Continuación).

CLASE / ORDEN / FAMILIA / GENERO	Abundancia relativa	Grupo funcional	Localidad	Constancia	Eficiencia	Colectados
REDUVIIDAE						
<i>Zelus</i> sp.	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
RHOPALIDAE						
Indet. sp. 1	*	PRE	CCNN, CB	CMi	SP	□
Indet. sp. 2	*	PRE	CCNN	CMi	SP	□
LEPIDOPTERA						
HESPERIIDAE						
Indet. sp.	**	N	CCNN, CB	CI	BE	-
GEOMETRIDAE						
<i>Melanochroia chephise</i> (Stoll in Cramer, 1782)	*	N, NE	CCNN	CI	BE	-
LYCAENIDAE						
Indet. sp.	*	N	CCNN	CMi	BE	-
ARACHNIDA						
ARANEAE						
SALTICIDAE						
<i>Frigga</i> sp.	**	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
Indet. sp.	**	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
THOMISIDAE						
Indet. sp.	*	PRE	CCNN	CI	SP	-
AVES						
CUCULIFORMES						
CUCULIDAE						
<i>Crotophaga sulcirostris</i> Swainson, 1827	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
APODIFORMES						
TROCHILIDAE						
<i>Amazilia amazilia</i> (Lesson, 1827)	***	N, NE	CCNN, CB	CMa	BE	-
<i>Myrmia micrura</i> (Gould, 1854)	**	N, NE	CCNN, CB	CMa	BE	-
PASSERIFORMES						
TYRANNIDAE						
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
<i>Tyrannus niveigularis</i> Sclater, 1860	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
ICTERIDAE						
<i>Dives warszewiczi</i> (Cabanis, 1861)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-

Producción de néctar de las flores

La capacidad máxima del nectario de *T. castanifolia* es de 21 de néctar, las flores bajo extracción continua cada dos horas producen constantemente ca. 7 µl de néctar, en tanto las flores de las que se extrajo el néctar cada doce horas produjeron 7 µl, es decir no existe producción de néctar si no hay extracción. La mayor producción de néctar se observó en las mañanas, ca. 13 µl. La mayor parte del néctar se localizó hacia la base en la parte angosta del tubo corolino, donde se ubica el disco nectarífero y los tricomas nectaríferos.

También se observó la producción de néctar calicino, este también es secretado de forma continua por los nectarios externos del cáliz, los cuales pueden llegar a producir ca. 1,18 ± 0,5 µl (Fig. 6).

Características del polen

El grano de polen de *Tecoma castanifolia* presenta forma elíptica, es isopolar y simétrico. Tiene una longitud ca. 76 µm, por lo que es considerado un polen grande. A estos granos se los encuentra separados unos de otros, en "mónadas". Presenta tres aperturas longitudinales "tricolpado"; la exina o "capa externa del polen" presenta ornamentación en forma de gemas o "gemado"; los granos de polen presentan una cubierta externa pegajosa denominada "manto polínico", en muchas ocasiones se pudo observar grupos numerosos de polen unidos por esta sustancia (Tabla 3).

Cantidad de polen

Tecoma castanifolia produce aproximadamente 1.775 ± 231 granos de polen por antera, una flor de T.

castanifolia, contiene en promedio 7.102 ± 924 granos de polen.

Visitantes florales y polinizadores Riqueza

Las inflorescencias de *T. castanifolia* a lo largo de los tres eventos de floración, fueron visitadas por 89 visitantes entre insectos, arácnidos y aves (Tabla 4), los cuales presentaron diferencias en abundancia, comportamiento y la frecuencia de visita.

El grupo más abundante fue la clase Insecta, cuyo orden Hymenoptera fue el más diverso, con 8 familias y 38 especies (Fig. 7), seguido del orden Diptera, con 7 familias y 19 especies. En tercer lugar se encuentra el orden Coleoptera con 5 familias y 13 especies; en cuarto lugar está el orden Hemiptera con 4 familias y 5 especies; y luego el orden Lepidoptera con 3 familias y 3 especies. La segunda clase más abundante fue la clase Aves, la cual estuvo presente con los siguientes órdenes: orden Cuculiformes con 1 familia y 1 especie, orden Apodiformes con 1 familia y 2 especies, orden Passeriformes con 2 familias y 5 especies. La tercer y menos abundante clase fue Arachnida la cual presento al orden Araneae con 2 familias y 3 especies (Tabla 4), estos últimos son estrictos predadores.

A lo largo de los tres eventos de floración de *T. castanifolia* no se registraron visitantes florales entre los mamíferos ni reptiles.

Abundancia por clase, categorizadas como: ***Muy abundante: $\geq 60\%$. ** Abundante: $\geq 30 < 60\%$. * Raro: $> 1 < 30\%$ y + Esporádico: $> 0 = 1\%$. Grupo funcional: N. Nectarívoros corolinos. NE. Nectarívoros calicinos. P. Polinívoros. PRE. Predadores. PAR. Parasitoides. HER. Herbívoros y SAP. Saprófagos. Localidades: CCNN, Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. CB, Cerro Bellavista. Constancia: CMa. Máxima. CI. Intermedia y CMi. Mínima. Eficiencia: AE. Polinizadores principales, alta eficiencia. ME. Polinizadores secundarios, media eficiencia. BE. Polinizadores terciarios, baja eficiencia. SP. Visitantes sin participación en la polinización. Colectados: \square Especímenes depositados en el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil (MUGT).

Abundancia

Las inflorescencias de un arbusto de *T. castanifolia* pueden ser visitadas por $= 1.935 \pm 325$ visitantes por día durante la semana con el mayor pico de floración, antes y después de esta semana el número de organismos tiende a reducirse hasta $= 634 \pm 62$ visitantes por día. Los visitantes son atraídos por el néctar, polen, presas vivas, tejidos florales, sitio de cacería y sombra.

En las flores de *T. castanifolia* se observó el arribo de visitantes legítimos como las especies pequeñas de abejas *Augochlorella* sp., de 4 mm, de tamaño medio como *Euglossa* sp., de 1 cm y de tamaño grande como *Eulaema polychroma*, cuyo tamaño es de 2 cm de longitud; también arribaron visitantes ilegítimos de gran tamaño como *Xylocopa frontalis*, de 3 cm de longitud.

Constancia

Las especies que presentaron mayor constancia como polinizadores para *T. castanifolia* fueron las abejas: *Apis mellifera*, *Euglossa* sp., *Exomalopsis* sp. y *Augochlora* sp.; los dípteros: *Ornidia* sp. y *Palpada mexicana*; el lepidóptero: *Hesperidae* Indet. sp. y las aves, estrictamente colibríes: *Amazilia amazilia* y *Myrmia micrura*. Sus abundancias no presentaron diferencias significativas, entre los meses de muestreo y a lo largo de los tres eventos de floración.

El resto de las especies consideradas como polinizadoras no presentaron constancia debido a que sus abundancias variaron a lo largo de los tres eventos de floración. La mayor fluctuación se dio en las semanas con el mayor pico floral, coincidiendo con la llegada de un mayor número de visitantes, entre estos, las especies del género *Centris* fueron constantes, estando representadas por especies diferentes en cada pico.

La constancia de visita determinada a partir de la presencia y abundancia de visitantes florales a lo largo de los tres eventos de floración, permitió clasificar los visitantes en tres grupos diferentes. I. Constancia máxima (C_{Ma}), corresponde a visitantes que se presentaron en más del 60% de los arbustos florecidos a lo largo de los tres eventos de floración. II. Constancia intermedia (C_I), corresponde a los visitantes que se encontraron únicamente en el pico de floración y su abundancia fue $> 1\%$. III. Constancia mínima (C_{Mi}), son los visitantes que se encontraron en menos del 40% de los arbustos con inflorescencias, sus abundancias no sobrepasan el 1% de individuos y solo estuvieron presentes en una de las floraciones de *T. castanifolia* (Tabla 4).

Comportamiento

Al parecer una de las relaciones más afianzadas de *T. castanifolia* es la que mantiene con las hormigas *Camponotus* sp. cuyas poblaciones durante la estación seca son sostenidas en gran parte por el néctar calicino que produce esta planta; a cambio *Camponotus* sp. le brinda protección contra parásitos y predadores durante todo el periodo reproductivo de la planta.

Los visitantes diurnos de *T. castanifolia*, presentan actividad floral desde las 6:00 h. hasta las 18:00 h los primeros que inician el arribo a las inflorescencias desde las 6:00 h son aquellas especies que toleran un rango de luminosidad un poco más amplio a medida que pasan las horas y la temperatura ambiental se incrementa el número de especies también se incrementa, esto sucede por lo general desde las 7:00 h. La mayor actividad se registró entre las 9:00 h y 10:00 h, después la actividad de los visitantes comienza a decrecer hasta que finaliza cerca de las 18:00 h, esto sucede cuando el cielo se encuentra nublado: 1/8 hasta 3/8 (Fig. 8).

En los días con el cielo nublado entre 4/8 hasta 8/8 no hubo variación en cuanto a la cantidad de especies visitantes, estos presentaron actividad floral desde las 7:00 h hasta las 16:30 h a partir de

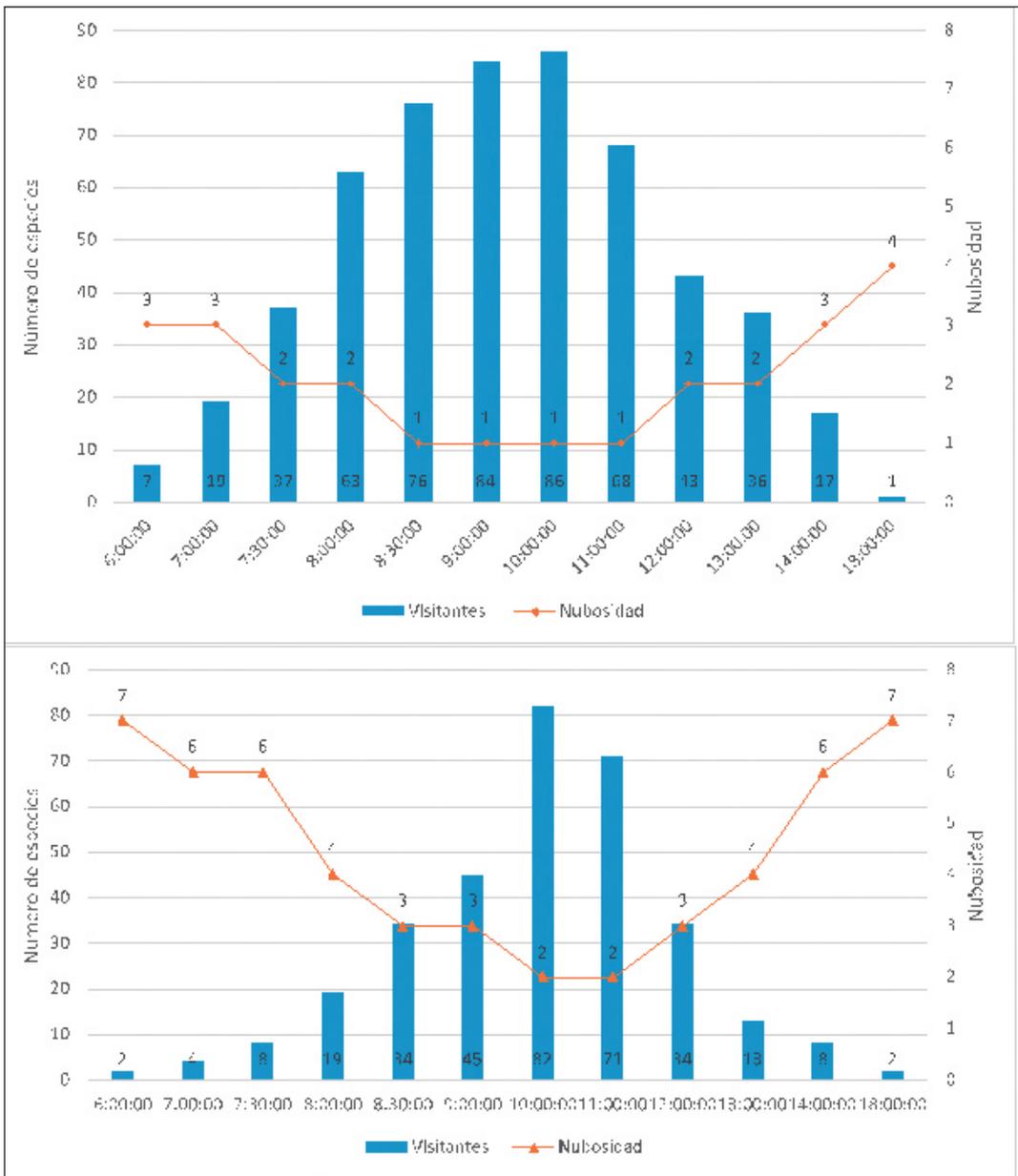


Figura 8. Patrón de llegada de los visitantes a *Tecoma castanifolia* en relación con el horario y nubosidad. A. En días con menor nubosidad presentan mayor actividad entre 9:00 h y 10:00 h. B. En días con mayor nubosidad presentan mayor actividad entre 10:00 h y 11:00 h.

las 8:00 h se incrementa el número de especies. La hora de mayor actividad se registró entre 10:00 h y 11:00 h a partir de esta hora la actividad de los visitantes comienza a decrecer hasta que finaliza cerca de las 16:30 h (Fig. 8).

Eficiencia

Según los resultados del IRP de las 29 especies que transportan el polen de *T. castanifolia*, las especies los polinizadores efectivos son: *Euglossa* sp., *Apis mellifera*, *Exomalopsis* sp., *Ancyloscelis* sp.,

Augochlora sp., *Hesperiidae* Indet sp. y *Amazilia amazilia*; Estas especies permiten el desplazamiento de aproximadamente el 95% del polen de *T. castanifolia* (Tabla 5).

Los polinizadores secundarios son: 22 especies pertenecientes a 9 familias *Coccinellidae*, *Apidae*, *Halictidae*, *Stratiomyidae*, *Syrphidae*, *Hesperiidae*, *Geometridae*, *Lycaenidae* y *Trochilidae*; Estos desplazan cerca del 5% del polen de *T. castanifolia* (Tabla 5).

Tabla 5. Visitantes con participación en la polinización de *Tecoma castanifolia*. Estas 29 especies son las que transportan el 100% del polen.

Especies	Abundancia (A)	fidelidad (F)	Constancia (C)	Capacidad transporte polen (CTP)	(IVIP)	(IRP)	Categorización
<i>Euglossa</i> sp.	36	1,0	1,0	18.808	677.100	39,49	ME
<i>Apis mellifera</i>	372	0,3	1,0	5.000	464.970	27,12	ME
<i>Exomalopsis</i> sp.	28	1,0	0,6	23.808	399.974	23,33	ME
<i>Ancyloscelis</i> sp.	26	1,0	0,5	3.571	46.426	2,71	BE
Hesperiidae Indet sp.	30	1,0	0,5	2.350	31.808	1,85	BE
<i>Augochlora</i> sp.	13	1,0	0,5	4.452	28.070	1,64	BE
<i>Amazilia amazilia</i>	8	0,5	1,0	4.333	17.332	1,01	BE
<i>Trigona</i> sp.	31	1,0	0,1	2.562	8.329	0,49	BE
<i>Augochlorella aurata</i>	14	1,0	0,2	2.124	4.940	0,29	BE
<i>Myrmia micrura</i>	2	1,0	1,0	2.351	4.702	0,27	BE
<i>Augochlorella</i> sp.	9	1,0	0,2	1.901	3.254	0,19	BE
<i>Centris</i> sp. 1	15	1,0	0,1	1.833	3.101	0,18	BE
<i>Augochlorella persimilis</i>	7	1,0	0,2	2.121	2.970	0,17	BE
<i>Ceratina</i> sp.	12	1,0	0,1	2.333	2.825	0,16	BE
<i>Centris</i> sp. 3	13	1,0	0,1	1.690	2.441	0,14	BE
<i>Centris</i> sp. 2	12	1,0	0,1	1.595	2.110	0,12	BE
<i>Centris</i> sp. 4	9	1,0	0,1	2.024	1.961	0,11	BE
<i>Melanchroia chephise</i>	76	0,1	0,4	652	1.954	0,11	BE
<i>Eulaema polychroma</i>	23	0,3	0,1	2.143	1.897	0,11	BE
<i>Palpada mexicana</i>	20	0,5	0,2	1.159	1.739	0,10	BE
<i>Centris maculifrons</i>	5	0,3	0,4	2.071	1.478	0,09	BE
<i>Ornidia obesa</i>	7	1,0	0,1	1.340	1.158	0,07	BE
<i>Centris</i> sp. 5	8	1,0	0,1	1.119	956	0,06	BE
<i>Paraneda pallidula guticollis</i>	5	0,5	0,2	1.428	817	0,05	BE
Lycaenidae Indet sp.	22	0,2	0,2	896	817	0,05	BE
<i>Centris</i> sp. 6	9	0,5	0,1	1.286	625	0,04	BE
Syrphidae Indet sp.	4	1,0	0,1	700	382	0,02	BE
Apidae Indet sp.	4	1,0	0,1	771	313	0,02	BE
Stratiomyidae Indet sp. 2	5	1	0,1	419	300	0,02	BE

Eficiencia como polinizador: AE. Alta eficiencia, $\geq 60\%$ del IRP. ME. Media eficiencia, $\geq 10\% < 60\%$ del IRP. BE. Baja eficiencia, $> 0 < 10\%$ del IRP.

Discusiones

Los resultados de esta investigación incluyen a taxa previamente reportadas para flores de tipo *Anemopaegma* (Bignoniaceae), como visitantes polinizadores frecuentes de Apidae y Lepidoptera,

visitantes no polinizadores como *Amazilia* sp., ladrones frecuentes de néctar como *Xylocopa* sp., especies pequeñas colectoras de polen como: *Trigona* sp., y de la familia Halictidae, además de varias especies de avispas y dípteros (Gentry, 1974; Silva et al., 2007; Santos, 2013; Torretta y Cerino,

2013). Sin embargo, contrario a lo registrado en otros sitios (Silva et al., 2007; Torretta y Cerino, 2013), las abejas *Xylocopa* nunca se observaron ingresar a la corola para libar néctar en *Tecoma castanifolia*. *Xylocopa* en *T. castanifolia* se comporta exclusivamente como ladrón.

Estudios previos (Calle et al., 2010; Arias-Suárez et al., 2104), indican que la polinización de especies de diferente morfología floral como *Passiflora edulis* (Passifloraceae), parecen depender exclusivamente de la polinización por abejas *Xylocopa*, lo cual sugeriría que dependiendo de la morfología de las flores, los visitantes podrían actuar como legítimos o ilegítimos.

Esto ha sido confirmado en el campus de la Facultad de Ciencias Naturales, donde *Xylocopa* sp. poliniza las flores de *Leptochiton quitoensis* (Amaryllidaceae; Cornejo obs. pers.), una herbácea estacional que posee conspicuas flores de tamaño superior y distinta morfología floral.

Conclusiones

Tecoma castanifolia es una especie pionera que presenta un fuerte mutualismo con los visitantes florales. Debido a su comportamiento estacional es un elemento florístico importante para la supervivencia de la fauna asociada en el bosque seco deciduo del Pacífico Ecuatorial.

En ausencia de lluvias, *T. castanifolia* tiende a producir flores de forma sincrónica, en presencia de lluvias, tiende a desarrollar sus partes vegetativas.

Tecoma castanifolia obtiene abundantes visitantes florales, debido a que provee de un recurso disponible en un área determinada durante un período con poca oferta alimenticia, esta provee alimento al menos a 89 especies de fauna asociada, (insectos, arácnidos y aves).

La principal recompensa que ofrece *T. castanifolia* es el néctar floral, este se produce desde la formación de sus prefloraciones, a través de los nectarios calicinos. La temprana funcionalidad de los nectarios calicinos, actúa en los estadios iniciales para atraer a los visitantes que operarían en la defensa de las flores contra los herbívoros y parásitos.

Amazilia amazilia presenta un comportamiento territorialista, este es un indicador de la importancia que representa el néctar de *T. castanifolia* para su subsistencia.

Los polinizadores de *T. castanifolia*, presentan una gran especificidad en el uso de estrategias correlacionadas con la morfología de las flores que visitan, simultáneamente también pueden poseer versatilidad para visitar flores de otras especies de plantas no relacionadas, con corolas de distintas morfologías y dimensiones, para las cuales adoptan

otras estrategias específicas, como es el caso de las especies *Exomalopsis* sp. y *Centris* sp.

El grupo de los himenópteros son los visitantes más abundantes, frecuentes y son los más importantes en la polinización de *Tecoma castanifolia*, donde *Euglossa* sp., *Apis mellifera* y *Exomalopsis* sp., son los principales polinizadores de este arbusto, estas tres especies son las responsables de transportar el 87,68% de los granos de polen de éste arbusto.

Abejas carpinteras del género *Xylocopa* son las responsables del 88.21% del robo de néctar, las incisiones realizadas a la base de la corola, están fuertemente correlacionadas con la mayoría de las pérdidas florales, ($r = 0,99$; $\alpha = 0.05$; $n = 90$ arbustos), las flores con estas incisiones se cayeron y no produjeron frutos, convirtiéndose, este género, en el principal antagonista de la polinización

La gran capacidad colonizadora de *Tecoma castanifolia*, se debe a interacciones no obligadas con sus visitantes presentes en el lugar y al momento de la floración. Es decir, no está ligada a ningún visitante específico y al florecer ofrece un recurso de subsistencia a todos aquellos visitantes florales oportunistas que necesiten alimento y refugio.

Recomendaciones

Se recomienda incluir esta especie en los programas de reforestación de los bosques secos tropicales en la costa de Ecuador y noroccidente de Perú, así como en la arborización urbana.

Evaluar la funcionalidad de *Tecoma castanifolia* en corredores biológicos, ya que podría mantener durante muchos meses la base de la red trófica.

Incluir a *Tecoma castanifolia* en áreas del bosque seco de la costa de Ecuador donde se desarrolla la apicultura.

Analizar las fitohormonas que intervienen en la floración y producción activa de follaje, en *Tecoma castanifolia* y su relación con los parámetros físicos desencadenantes de su comportamiento fenológico.

Referencias

- Aguirre, Z., L. P. Kvist y O. Sánchez. 2006. Bosques secos en Ecuador y su diversidad. p. 162-187. En: Morales, M. R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Orchenius y H. Balslev (Eds.). Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Arias-Suárez, J. C., J. A. Ocampo-Pérez y R. Urrea-Gómez. 2014. La polinización natural en el Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como un servicio reproductivo y ecosistémico. *Agronomía mesoamericana* 25(1): 73-83.
- Bencke, C. y P. Morellato. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação representativa. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 269-275.
- Calle, Z., R. M. Guariguata, E. Giraldo y J. Chará. 2010. La

- producción de maracuyá (*Passiflora edulis*) en Colombia: Perspectivas para la conservación del hábitat a través del servicio de polinización. *Interiencia* 3(35): 207-212.
- Cornejo, X. 2015. Árboles y arbustos nativos del Bosque Seco del Pacífico Ecuatorial para la arborización urbana en la costa de Ecuador y noroccidente de Perú. Tesis MSc. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Ecuador. 254 p.
- Cornejo, X. y H. Iltis. 2008. A revision of *Colicodendron* (Capparaceae). *J. Bot. Res. Inst. Texas* 2(1): 75-93.
- Díez, C. M. 2002. Biología reproductiva de las plantas de los bosques tropicales. Departamento de Ciencias Forestales Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 74 p.
- Espinosa, C. I., M. de la Cruz, A. L. Luzuriaga y A. Escudero. 2012. Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas* 21(1-2): 167-179.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2008. Rapid assessment of pollinators status a contribution to the international initiative for the conservation and sustainable use of pollinators. Rome, Italy. FAO 113 p.
- Faegri, K. y L. Van Der Pijl. 1979. The principles of pollination ecology. Pergamon Press. New York 243 p.
- Félix, F. 2012. Aves del Bosque Protector Cerro el Paraíso. Versión digital 3.1. Guayaquil, Ecuador. 58 p.
- Gentry, A. H. 1974. Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 61: 728-759.
- Hidalgo, M. y B. Cabezudo. 1995. Producción de néctar en matorrales del sur de España (Andalucía). *Acta Botánica Malacitana*, 20: 123-132.
- Jørgensen P. M. y S. León-Yáñez (eds.). 1999. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 75: 1-1.181.
- Kearns, C. y D. Inouye. 1993. Techniques for pollination biologist. University Press of Colorado, Niwot. 583 p.
- Kevan, P. y G. Beaker. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology*. 28: 407-453.
- Mooney, H. A., S. H. Bullock y E. Medina. 1996. Introducción. p. 1-6. En: Bullock, S. H., H. A. Mooney y E. Medina (Eds.). *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Núñez, A. y R. Rojas. 2008. Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma milpesos *Oenocarpus bataua* en los Andes Colombianos. *Caldasia*. 30(1): 101-125.
- Núñez del Arco, E. y F. Dugas. 1985. Guía Geológica del Suroeste de la Costa Ecuatoriana. Guayaquil: ESPOL; ORSTOM. 219 p.
- Ramírez, N., C. Gil, O. Hokche, A. Seres y Y. Brito. 1990. Biología floral de una comunidad arbustiva de la Guayana venezolana. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 77: 383-397.
- Reguera, B., R. Alonso, A. Moreira y S. Méndez. 2011. Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas. COL de UNESCO y OIEA, París y Viena. 59 p.
- Rojas, M. A., P. Santos, I. Rivera, E. Pétriz y A. Pardo. 2000. Determinación del consumo diario de alimento en cuatro especies de murciélagos herbívoros (Phyllostomidae) mantenidos en cautiverio. *Imaggen, Revista de la Universidad Simón Bolívar* 51: 20-24.
- Sáenz, C. 1978. Polen y Esporas (Introducción a la Palinología y Vocabulario palinológico). Ediciones. Rosario, 17. Madrid España. 220 p.
- Santos, J. M. A. 2013. Apifauna visitante de *Tecoma stans* (Bignoniaceae) em uma área urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. 33p.
- Silva, C. I., Augusto, S. C., Sofia, S. H. y Mosch, I. S. 2007. Diversidade de Abelhas em *Tecoma stans* (L.) Kunth (Bignoniaceae): Importância na Polinização e Produção de Frutos. *Neotropical Entomology* 36(3): 331-341.
- Torretta, J. P. y M. C. Cerino. 2013. Biología reproductiva de tres especies simpátricas de Bignoniaceae en Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 48(1): 73-89.
- Van Schaik, C. P., J. Terborgh y S. J. Wright. 1993. The phenology of tropical forest. Adaptive significance and consequences for primary consumers. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 24: 353-377.