

Insectos polinizadores y visitantes florales de *Guaiacum officinale*, *Peltophorum pterocarpum* y *Turnera subulata* en un matorral xerófilo secundario de Maracaibo, Venezuela

Windy Rodríguez, Antonio Vera y José Espinoza-Pernía*

*Laboratorio de Ecología, Centro de Investigaciones Biológicas,
Edificio de Investigación y Postgrado, Facultad de Humanidades y Educación,
Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo 4001-A, estado Zulia, Venezuela.*

**Autor para la correspondencia: ajvera68@gmail.com*

Resumen

Se identificaron los insectos polinizadores y visitantes florales de *Guaiacum officinale* (Zygophyllaceae), *Peltophorum pterocarpum* (Caesalpiniaceae) y *Turnera subulata* (Turneraceae) en un matorral xerófilo secundario de la Ciudad Universitaria "Antonio Borjas Romero" de la Universidad del Zulia, ubicado en la planicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. La investigación se realizó, en ausencia de lluvias, entre mayo y julio de 2009, en un área con condiciones de bosque muy seco tropical. Se hicieron 24 muestreos, dos por semana, con una duración de 135 minutos cada uno, realizados entre 9:30 a.m. y 12:15 p.m. y en tres plantas de cada especie. Se identificaron catorce especies de insectos visitantes florales: nueve polinizadores (64,29%) y cinco agentes visitantes (35,71%). *Kricogonia lyside* actuó como polinizador en *G. officinale* y visitante en *T. subulata*. El mayor número de especies (siete abejas y una hormiga), 57,14%, correspondió al orden Hymenoptera mientras que los órdenes Coleoptera, Diptera y Lepidoptera ocuparon 14,29% cada uno. Las abejas representaron el 50% de los

polinizadores, destacándose *Apis mellifera* y *Melipona favosa* en cada una de las especies vegetales. Los lugares de transporte del polen, en la mayoría de las especies, fueron la región ventral y las extremidades y el mayor número de visitas florales se presentó de 10:30 a.m. a 11:15 a.m. La duración del forrajeo fue efectiva prolongada (superó los ocho segundos) en ocho especies polinizadoras, destacándose *A. mellifera* y una mosca Rhagionidae con un tiempo de hasta dos minutos en una misma flor. *Apis mellifera* y *M. favosa* se podrían considerar agentes politrópicos, mientras que las especies vegetales exhiben un carácter generalista. El número relativamente bajo de insectos polinizadores y visitantes identificados en este estudio podría deberse al grado de intervención antropogénica de la zona.

Palabras clave: Himenópteros, matorral xerófilo secundario, polinizadores, zona semiárida, Venezuela.

Pollinator and Floral Visitor Insects of *Guaiacum officinale*, *Peltophorum pterocarpum* and *Turnera subulata* at a Disturbed Xerophytic Scrubland of Maracaibo, Venezuela

Abstract

We identified the pollinator and visitor insects of *Guaiacum officinale*, *Peltophorum pterocarpum* and *Turnera subulata* at a disturbed xerophytic scrubland of the Campus "Antonio Borjas Romero", Universidad del Zulia, located at Maracaibo plain, Zulia State, Venezuela. The investigation was carried out, in absence of rains, between May until July 2009, and under very dry tropical forest conditions. Twenty-four samplings were done, twice weekly, with 135 minutes of duration each, between 9:30 am and 12:15 p.m. and using three individual's plant/species. Fourteen insect species were identified: nine pollinators (64,29%) and five visitors agents (35,71%). *Kricogonia lyside* acted as pollinator on *G. officinale* but visitor on *T. subulata*. The greatest number of species (seven bees and one ant), 57,14%, corresponded to the order Hymenoptera

while Coleoptera, Diptera and Lepidoptera occupied 14,29% each. Bees accounted for 50% of pollinators, resalting *Apis mellifera* and *Melipona favosa* in each of the plant species. The pollen transport places, in most species, were the ventral and the legs; the highest number of flower visits occurred from 10:30 a.m. to 11:15 a.m. The effective long duration of foraging, more than eight second on the flower, was presented in eight species, including *A. mellifera* and a dipteran (Rhagionidae) with a duration until two minutes on the same flower. *A. mellifera* y *M. favosa* should be considered polytrophic agents, while plant species showed a generalist behavior. The relatively low number of pollinator and visitors identified in this study could be due to the degree of anthropogenic disturbance in the area.

Keywords: Hymenoptera, disturbed xerophytic scrubland, pollinators, semiarid zone, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La interacción polinizador-planta constituye una relación mutualista en la cual los visitantes de las flores obtienen recompensas como néctar, polen, etc., mientras que las plantas reciben beneficios asociados a su reproducción sexual (Vidal y Ramírez 2005).

En las regiones tropicales, la gran mayoría de las angiospermas dependen de vectores animales para llevar a cabo la polinización (Martén-Rodríguez y Fenster 2007), destacando que los mutualismos florales son por lo general más especializados en estas zonas del planeta (Johnson y Steiner 2000). Sin embargo, la información sobre la biología floral y de la polinización de gran parte de las plantas tropicales todavía se desconoce (Martén-Rodríguez y Fenster 2007), señalando entre ellas las correspondientes a las formaciones vegetales de bosques xerófilos, matorrales espinosos y otras comunidades localizadas en zonas de vida de bosque muy seco tropical.

A pesar de ello, se pueden mencionar trabajos pioneros como el de Piccirillo e Higuera (1997), quienes identificaron los insectos visitantes de *Vigna unguiculata* L. (Walp.) (“frijol”) (Fabaceae) y su acción como agentes polinizadores sobre el rendimiento de este cultivo en un área de vegetación de bosque muy seco tropical del municipio Mara en el estado Zulia.

También Lemus-Jiménez y Ramírez (2003) estudiaron los síndromes de polinización de 51 especies de plantas teniendo en cuenta la forma de vida, el tipo de vegetación, la fenología de floración y caracterizando sus polinizadores bajo condiciones semiáridas de la planicie costera de Paraguaná, estado Falcón. Rodríguez et al. (2008) identificaron las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini), determinando el número de visitas a las especies vegetales en un sistema de producción de rumiantes en el estado Guárico, bajo las condiciones climáticas de una zona de vida de bosque seco tropical.

Las formaciones vegetales bajo estudio en este trabajo han sido altamente intervenidas ya que corresponden a comunidades vegetales ubicadas en el casco central de la ciudad de Maracaibo (55 m s.n.m.) y sometidas a la presión urbana. La superficie geográfica del lugar estuvo ocupada por las pistas de aterrizaje del antiguo aeropuerto de Grano de Oro, que funcionó en dicha área hasta 1969. Luego de esta fecha ha predominado en dichos terrenos vegetación secundaria, en cuya superficie se edificó la infraestructura de la Universidad del Zulia donde actualmente funciona.

La vegetación de esta zona se caracteriza, en su mayoría, por presentar una matriz de cobertura herbácea secundaria y un componente leñoso (arbustos y árboles de porte bajo) disperso constituido por gran variedad de especies cultivadas como *Prosopis juliflora*, *Peltophorum pterocarpum*, *Swietenia mahagoni*, *Azadirachta indica*, *Ficus* spp., *Delonix regia* entre otras (Villarreal et al. 2010) e incluye relictos del bosque xerófilo original de Maracaibo, descrito por Zambrano y Fuenmayor (1977) como bosque muy seco tropical.

Hoy día la vegetación secundaria ha estado sometida a cambios debido a agentes perturbadores y modificadores de su estructura tales como: incendios, raleo de forma manual y con maquinaria para el control del crecimiento de las malezas, siembra de plantas ornamentales a orillas de las carreteras y en áreas verdes.

También en el área de estudio se ha dado la colonización y el establecimiento de especies introducidas e invasoras como *Cenchrus ciliaris*, *Calotropis procera*, *Eucaliptus* sp. y más recientemente *Azadirachta indica* que coexisten con las especies nativas de la región. Hasta la fecha no se conocen investigaciones sobre biología de la polinización en la zona.

El objetivo de esta investigación fue identificar a los insectos polinizadores y los visitantes de *Guaiacum officinale* L., *Peltophorum pterocarpum* (DC.) Baker ex K. Heyne y *Turnera subulata* Sm. in Rees en un matorral xerófilo secundario de la Ciudad Universitaria “Antonio Borjas Romero” de la Universidad del Zulia, ubicado en la planicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en los terrenos de la Ciudad Universitaria “Antonio Borjas Romero” de la Universidad del Zulia en la Planicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Las condiciones climáticas de la zona bajo estudio corresponden a un bosque muy seco tropical, ubicado a 55 m s.n.m., con temperatura y precipitación media anual de 28° C y 500 a 900 mm respectivamente (Fuenmayor 2005). El área de estudio constituye un matorral xerófilo secundario con predominio de componentes herbáceos como *Cenchrus ciliaris* L. (Poaceae), que conforman sabanas secundarias, junto a algunos representantes leñosos y semileñosos como *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton (Asclepiadaceae), *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. y *Vachellia tortuosa* (L.) Seigler & Ebinger (Mimosaceae). El suelo se caracteriza por presentar una textura franco-arenosa, con un horizonte argílico entre los 20 y 30 cm. de profundidad y un pH de 5 a 6.

Especies vegetales y muestreos

Las especies vegetales estudiadas fueron *Guaiacum officinale* (“guayacán” o “palo santo”) (Zygophyllaceae), *Peltophorum pterocarpum* (“san francisco” o “flamboyan amarillo”) (Caesalpiniaceae) y *Turnera subulata* (“cumaná”) (Turneraceae). *Guaiacum officinale* es un árbol mediano, generalmente de 3 a 7 m. de alto, con flores ligeramente fragantes, vistosas, agrupadas en forma de umbelas terminales, presentes de enero a mayo y su coloración varía desde azul pálido (casi blanco) hasta azul violeta. Además las flores poseen 5 pétalos, 10 estambres con anteras amarillo-dorado y un pequeño cáliz tomentoso (Hoyos 1985, 1994).

Peltophorum pterocarpum es un árbol de 8 a 12 m. de alto, con flores amarillo-anaranjadas muy conspicuas, no tubulares, zigomórficas, de tamaño mediano (2,5 cm de diámetro), con antesis de 7 a.m. a 10 a.m., fragantes particularmente en la noche, dispuestas en inflorescencias paniculares terminales, florecen entre mayo-junio y septiembre-octubre y como recompensa aportan polen y néctar (Hoyos 1994, Solomon Raju y Purnachandra Rao 2006).

Turnera subulata es una hierba fruticosa, con flores de pétalos amarillo-crema que presentan en la base guías de néctar de color violáceo-negruzco (pétalos unguiculados con una macula basal oscura), antesis de 6:30 a.m. a 11:30 a.m., hermafroditas, solitarias, erectas, campanuladas, dialipétalas, actinomorfas, ovario semi-ínfero, 5 sépalos, 5 estambres insertos en la base de la corola, pistilo ramificado en 3 estigmas, cáliz gamosépalo y aportan polen y néctar (Schlindwein y Medeiros 2006, Alarcón Jiménez y Mora 2007).

Las especies *G. officinale* y *T. subulata* se ubicaron a 10°40'35" Norte, 71°38'18,7" Oeste (WGS 84) mientras que *P. pterocarpum* se localizó a 10°40'50,3" Norte, 71°38'37,9" Oeste (WGS 84). Estas especies se seleccionaron debido al relativamente alto número de individuos (dominancia aparente relativa) en el área de estudio. También se tomó en consideración que las plantas presentaban abundantes estructuras florales al momento del desarrollo de la investigación. Se emplearon tres plantas de cada una de las especies, etiquetando en cada ejemplar de 15 a 17 inflorescencias, con 5 a 6 flores cada una en el caso de *P. pterocarpum*. También se seleccionaron ramas de 5 a 6 inflorescencias con 5 flores aproximadamente cada una en *G. officinale*; mientras que para *T. subulata* se emplearon de 72 a 90 flores solitarias que correspondían al número total de flores por cada planta de esta especie. En cada uno de los muestreos se seleccionaban y marcaban nuevas flores para continuar con la investigación.

Se realizaron 24 muestreos, dos por semana durante 12 semanas, entre Mayo, Junio y Julio de 2009 por ser los meses en los cuales las tres especies vegetales, presentaron, de forma simultánea, abundantes estructuras florales; además se tomaron notas de campo y se determinó la conducta de forrajeo de los insectos como agentes polinizadores o solo visitantes.

La designación de un agente como polinizador se estableció al corroborar que el polen sobre el cuerpo del insecto hacía contacto con los estigmas de las flores (Ramírez 1989, Lemus-Jiménez y Ramírez 2003). También se determinó la zona o región anatómica del cuerpo del insecto como el lugar de transporte del polen, el horario y la duración de visita (conducta de forrajeo) del insecto a la flor y el consumo de recompensa. Esta última variable consistió en la verificación *in situ* de la ingesta o consumo (uso como alimento) de néctar, polen o partes florales por los insectos.

Duración del forrajeo

La duración del forrajeo se determinó usando las categorías rápida, efectiva y prolongada. Se consideró una visita rápida aquella que dura menos de 2 segundos; una efectiva cuando el agente permanece en la flor más de 2 segundos según Di Trani de la Hoz (2007), y se anexó una tercera categoría, visita prolongada, para los agentes que superaron los 8 segundos. Esta última correspondió a una variante de la categoría efectiva.

La observación directa de los insectos sobre las flores se realizó dos veces por semana con una duración de 135 minutos por muestreo, distribuidos en 45 minutos para cada especie vegetal (15 min/planta/especie/muestreo). Las horas de observación fueron de 9:30 a.m. a 10:15 a.m., de 10:30 a.m. a 11:15 a.m. y de 11:30 a.m. a 12:15 p.m.

La selección del horario señalado para este estudio se hizo de acuerdo a los resultados de los muestreos previos a la investigación, tomando en cuenta el momento en que se presentaba la mayor actividad de visitas de los insectos y la antesis y cierre floral de las plantas. Luego de las 12:15 p.m. aproximadamente disminuían las visitas de los insectos en las tres especies vegetales en general, y se presentaba el cierre de las flores en el caso particular de *T. subulata*.

El horario de los muestreos se alternó semanalmente para cada especie vegetal, a objeto de obtener información sobre la conducta de los insectos en las tres especies de plantas en los diferentes horarios establecidos.

Los insectos se capturaron empleando una red y se sacrificaron *in situ*; luego se trasladaron al laboratorio y se les determinó el lugar de transporte del polen (región anatómica del cuerpo de los

insectos) (Ramírez 1989). La estimación de esta última variable se llevó a cabo a través de la verificación de la presencia de polen en las regiones anatómicas del cuerpo del insecto, mediante una lupa estereoscópica, después de realizadas las visitas florales. La coincidencia entre el polen observado y el correspondiente a la especie vegetal visitada se verificó por comparación de dichos granos.

La designación de un agente como polinizador se estableció de acuerdo al comportamiento observado y corroborado cuando la posición del polen sobre el cuerpo del insecto hacía contacto con el estigma de las flores (Lemus-Jiménez y Ramírez 2003).

Identificación de las especies botánicas y entomológicas. Las especies botánicas se identificaron con el uso de Hoyos (1994). La determinación taxonómica de los insectos fue hecha por entomólogos del Museo de Artrópodos de la Universidad del Zulia (MALUZ), en la Facultad de Agronomía.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de la entomofauna y conducta de forrajeo

Se identificaron catorce especies de insectos visitantes florales en las tres especies vegetales estudiadas. De acuerdo a la conducta de forrajeo se determinaron nueve especies de polinizadores (64,3%), cuatro de agentes visitantes (28,6%) y uno con comportamiento dual en especies vegetales diferentes (7,1%) (Tabla 1).

El orden Hymenoptera presentó el mayor número de especies (siete abejas y una hormiga), ocupando el 57,14% del total de la entomofauna registrada. De estos insectos, todas las especies de abejas resultaron agentes polinizadores.

Ramírez (1989) señaló que en las comunidades de arbustos las familias de plantas dominantes están representadas por grupos taxonómicos polinizados por abejas. Lemus-Jiménez y Ramírez (2003) reafirmaron este hallazgo al reportar que la fauna de insectos antófilos está dominada generalmente por los himenópteros en las regiones tropicales, y de éstos las abejas representan el grupo de visitantes florales más relevante en estas comunidades. Esto evidencia la importancia del nicho que desempeñan estos insectos en la polini-

Tabla 1. Insectos polinizadores y visitantes florales de *Guaiacum officinale*, *Peltophorum pterocarpum* y *Turnera subulata* en un matorral xerófilo secundario de Maracaibo, Venezuela.

Especie vegetal		Visitante floral					
Familia	Especie	Orden	Familia	Especie	Lugar de transporte del polen	Función	Organismo
Caesalpiniciaceae	<i>Peltophorum pterocarpum</i>	Diptera	Syrphidae	<i>Palpada vinetorum</i>	Ext, C	P	Mosca
		Hymenoptera	Apidae	<i>Xylocopa fimbriata</i>	Ext, Ve	P	Abeja
		Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	c	P	Abeja
		Hymenoptera	Apidae	<i>Melipona favosa</i>	Ext, Ve	P	Abeja
		Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona</i> sp.	Ext, Ve, C	P	Abeja
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum officinale</i>	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Ext, Ve	P	Abeja
		Hymenoptera	Apidae	<i>Melipona favosa</i>	C, Ve, Ext	P	Abeja
		Hymenoptera	Apidae	<i>Trigonisca</i> sp.	Ve	P	Abeja
		Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Charis</i> sp.	Ext	P	Mariposa
		Lepidoptera	Pieridae	<i>Kricogonia lyside</i>	Pr	P	Mariposa

Tabla 1. (Continuación)

Especie vegetal		Visitante floral					
Familia	Especie	Orden	Familia	Especie	Lugar de transporte del polen	Función	Organismo
		Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Disorycha glabrata</i>	SP	V	Escarabajo
		Coleoptera	Curculionidae	NI	SP	V	Escarabajo
		Diptera	Rhagionidae	NI	Ext, Pr	P	Mosca
Turneraceae	<i>Turnera</i>	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	D, Ve	P	Abeja
	<i>subulata</i>	Hymenoptera	Apidae	<i>Melipona favosa</i>	Ve	P	Abeja
		Hymenoptera	Apidae	<i>Centris</i> sp.	Ve	P	Abeja
		Hymenoptera	Formicidae	<i>Solenopsis</i> sp.	SP	V	Hormiga
		Lepidoptera	Pieridae	<i>Kricogonia lyside</i>	SP	V	Mariposa

Especie: NI: No Identificada.

Función: P: Polinizador, V: Visitante.

Lugar de transporte del polen: Ext: Extremitades, Pr: Proboscis, D: Dorso, Ve: Ventral, C: Cabeza, c: Todo el cuerpo, SP: Sin polen .

zación de plantas que integran las formaciones herbáceo-arbustivas de áreas xerófilas y semiáridas (Lemus-Jiménez y Ramírez 2003).

Por su parte, la hormiga *Solenopsis* sp. (Formicidae) mostró una conducta como agente visitante en *T. subulata*. Estos resultados son similares a los descritos por Lemus-Jiménez y Ramírez (2003), quienes han indicado que algunas especies de hormigas se comportan solo como visitantes florales.

Apis mellifera L. (Apidae), en particular, mostró una mayor frecuencia de visitas. En este sentido, González *et al.* (2001) han señalado que *A. mellifera* es más rápida en la recolección de polen que *Trigona silvestriana* Vachal (Apidae) y *Trigona* sp. (Apidae) a nivel de un parche de *Ludwigia peruviana* (L.) H.Hara (Onagraceae).

Amaya-Márquez y Wells (2008) han afirmado que *A. mellifera* poliniza una amplia variedad de especies de plantas con flores, ya que por ser una especie eusocial, debe alimentar un gran cantidad de crías. Este último carácter origina que los individuos dentro de la sociedad desempeñen roles particulares para el beneficio común de la colonia, lo que requiere la comunicación de necesidades mecánicas, de olor y visuales; originando finalmente beneficios que incluyen la eficiencia en el forrajeo (Amaya-Márquez y Wells 2008).

Por su parte, *A. mellifera* y *Melipona favosa* (Fabricius) (Apidae) fueron los únicos insectos que mostraron una conducta de polinizadores de cada una de las especies vegetales estudiadas, mientras que *Xylocopa fimbriata* Fabricius y *Centris* sp. Fabricius (Apidae) entre otros agentes, tan solo polinizaron a *P. peltophorum* y a *T. subulata* respectivamente.

Este comportamiento califica a *A. mellifera* como forrajeadora generalista de acuerdo a Amaya-Márquez y Wells (2008); mientras que Nates-Parra (2005) ha reportado que diversas especies de meliponinos, tales como *Melipona seminigra*, *Melipona rufiventris* y *Melipona crinita*, actúan como polinizadores de especies de árboles frutales. Lo anteriormente expuesto, explica el carácter de polinizadores dominantes de estas dos especies de abejas sobre las tres especies vegetales; mostrando así una posible tendencia a ser consideradas agentes politrópicos de acuerdo al criterio planteado por Faegri y Van der Pijl (1979).

La conducta observada en *X. fimbriata* y *Centris* sp., señaladas como abejas grandes (en comparación con otras abejas) y de polinizar una sola especie vegetal, ha sido descrita previamente por Xena de Enrech y Madriz (1994).

Xylocopa fimbriata (abeja nativa) polinizó una sola especie en contraposición a *A. mellifera* (abeja introducida) que lo hizo en las tres especies vegetales estudiadas; esto podría ser el resultado de la intervención humana en la zona de estudio, la cual pudo provocar un desplazamiento de la primera por la segunda abeja. Esto se explicaría según Roubik (1978) quien reportó que la abeja productora de miel desplaza a los polinizadores nativos tanto de los recursos florales como de las áreas geográficas, pudiendo conducir esto a una disminución de las poblaciones de polinizadores neotropicales.

Por otra parte, la conducta polinizadora particular de *X. fimbriata* por las flores de *P. pterocarpum* probablemente se relaciona con el tamaño, color y el tipo de recompensa otorgado. Existen investigaciones que señalan que las especies de *Xylocopa* spp. usan un número limitado de especies vegetales, una de las cuales producen solo polen y otras tanto polen como néctar (Solomon Raju y Purnachandra Rao 2006). Estos autores describen que las flores de *P. peltophorum* carecen de olor pero su atracción está relacionada con su color amarillo, las anteras, el polen y su tamaño; las abejas de *Xylocopa* spp. "prefieren" estas flores que generalmente son de tamaño mediano, aunque también usan flores grandes si están disponibles (Solomon Raju y Purnachandra Rao 2006).

En el caso de *Centris* sp. se podría inferir que el mayor tamaño del órgano floral de *T. subulata* en comparación con las otras dos especies vegetales, podría corresponder con una forma más acorde de polinizar de esta abeja. Esta aseveración estaría apoyada en lo reportado por Schlindwein y Medeiros (2006) en relación con estas especies de abejas grandes y solitarias de *Centris* sp., como polinizadores efectivos de *T. subulata*, las cuales mostraron una mayor tasa de contacto con el estigma de las flores que las especies de abejas de tamaño intermedio y pequeño.

Las tres especies vegetales estudiadas, *P. peltophorum*, *G. officinale* y *T. subulata* presentaron diversos agentes polinizadores (seis, cuatro y cuatro respectivamente), así como también un por-

centaje elevado de abejas polinizadoras (83,33%; 75% y 75%) y destacando, entre estas, a las especies de la familia Apidae.

Debe hacerse notar que las especies vegetales estudiadas exhiben un carácter generalista, ya que además de tratarse de diferentes abejas polinizadoras, se encontraron otros agentes polinizadores en dichas especies vegetales. De acuerdo a estos hallazgos, Ramírez (1989) señaló que los sistemas de polinización en las plantas del arbustal están formados principalmente por abejas, aunque pueden estar incluidos otros órdenes de visitantes no necesariamente relacionados. También se ha señalado, para la vegetación presente bajo condiciones semiáridas de la planicie costera de la Península de Paraguaná, estado Falcón, que las abejas de la familia Apidae actúan como polinizadores en un 68% de las especies de plantas visitadas por himenópteros (Lemus-Jiménez y Ramírez 2003).

Estos mismos autores han afirmado que la presencia de diferentes especies de polinizadores por especie de planta puede ser considerada como una mejor adaptación reproductora ante las perturbaciones (Lemus-Jiménez y Ramírez 2003); lo cual podría explicar la variedad de polinizadores presentes en cada especie vegetal, dado que este matorral xerófilo está expuesto a acciones antropogénicas tales como tránsito vehicular, incendios recurrentes, eliminación periódica de malezas en forma mecánica.

El orden Coleoptera estuvo representado por dos especies de escarabajos, *Disonycha glabrata* (Fabricius) (Chrysomelidae) y un curculiónido (Curculionidae); ambas especies se comportaron como visitantes. El orden Diptera estuvo representado por una especie de mosca pequeña (Rhagionidae) y *Palpada vinetorum* (Fabricius) (Syrphidae), quienes se presentaron como polinizadores. Las moscas Syrphidae constituyen una de las tres familias más importantes de dípteros visitantes florales (antófilos) y polinizadores de todo el mundo (Larson *et al.* 2001).

Existen otras familias de dípteros, especialmente de moscas pequeñas, de las cuales se ha subestimado su asociación a las flores y además no han sido consideradas como polinizadores (Larson *et al.* 2001). Sin embargo, estos autores han obtenido registros a cerca de las visitas florales de estas moscas pequeñas, lo que demuestra que éstas podrían ser más importantes de lo que se estima.

Lo señalado por Larson *et al.* (2001) podría explicar el comportamiento de la especie de mosca pequeña (Rhagionidae) encontrada en esta investigación, la cual mostró polen en sus extremidades y proboscis, hizo contacto con el estigma de la flor de *T. subulata* y presumiblemente tomó néctar como recompensa (Tablas 1 y 2).

Por su parte, el orden Lepidoptera estuvo integrado por una especie de *Charis* sp. (Lycaenidae) y *Kricogonia lyside* Godart (Pieridae). Cada uno de estos tres órdenes representó un 14,29% del total de la entomofauna identificada (Tabla 1).

El bajo número de especies de los órdenes Coleoptera y Diptera, coincide con lo señalado por Lemus-Jiménez y Ramírez (2003), quienes han reportado que estos son los polinizadores menos abundantes descritos para la vegetación costera en condiciones semiáridas de la Península de Paraguaná. Igualmente, Ramírez (1989) ha señalado una escasa cantidad de especies del orden Lepidoptera, agrupadas en tres familias, para la comunidad arbustiva tropical de la Alta Guayana venezolana.

La acción polinizadora de *Palpada vinetorum* se evidenció solo en *P. peltophorum* mientras que la especie de mosca (Rhagionidae) forrajeó únicamente a *T. subulata*. Esta conducta ha sido descrita para otras comunidades vegetales en las cuales los dípteros, entre estos *Palpada* sp., polinizaron a una sola especie vegetal en cada caso (Xena de Enrech y Madriz 1994); esta especificidad de visita de ciertos dípteros también ha sido reportada por Ramírez (1989).

La especie no identificada de curculiónido y *D. glabrata* (Chrysomelidae) actuaron como agentes visitantes de *T. subulata*. Se pudo constatar que durante las visitas del curculiónido al órgano floral, éste se posaba sobre los pétalos, desplazándose luego hasta el fondo de la corola sin hacer contacto con las anteras; lo que hace pensar que se comportó como ladrón de néctar.

Lemus-Jiménez y Ramírez (2003) han afirmado que *Disonycha glabrata* se comportó como especie visitante de cuatro especies de la vegetación de la Planicie Costera de Paraguaná, incluyendo a la hierba *Turnera curassavica* Urb. (Turneraceae).

La mariposa *K. lyside* polinizó a *G. officinale* mientras que en *T. subulata* este insecto tomó néctar desde el exterior de la flor debido a que su tamaño, un poco mayor que el órgano floral, no

Tabla 2. Horario de visita, duración del forrajeo y consumo de recompensa de la entomofauna de *Guaiacum officinale*, *Peltophorum pterocarpum* y *Turnera subulata* en un matorral xerófilo secundario de Maracaibo, Venezuela.

Especie vegetal	Insecto	Horario de visita	Duración del forrajeo	Consumo de recompensa
<i>Guaiacum officinale</i>	<i>Apis mellifera</i>	9:30 am a 12:15 pm	P	N
	^a <i>Charis</i> sp.	10:30 am a 11:15 pm	E	N
	<i>Kricogonia lyside</i>	9:30 am a 12:15 am	R (2 s)	N
	<i>Melipona favosa</i>	10:30 am a 11:15 pm	P	N
	<i>Trigonisca</i> sp.	11:30 am a 12:15 am	E	N
<i>Peltophorum pterocarpus</i>	<i>Apis mellifera</i>	9:30 am a 12:15 pm	P (1 a 3 min.)	N
	<i>Megachile</i> sp.	11:30 am a 12:15 pm	P	N
	<i>Melipona favosa</i>	9:30 am a 12:15 pm	P	N
	<i>Palpada vinetorum</i>	10:30 am a 12:15 pm	P	Po
	<i>Trigona</i> sp.	10:30 am a 12:15 pm	P	N
<i>Turnera subulata</i>	<i>Xylocopa fimbriata</i>	10:30 am a 12:15 pm	P	N
	<i>Apis mellifera</i>	9:30 am a 11:15 am	P	N
	<i>Centris</i> sp.	9:30 am a 10:15 am	P	N

Tabla 2. (Continuación)

Especie vegetal	Insecto	Horario de visita	Duración del forrajeo	Consumo de recompensa
<i>Turnera subulata</i>	^a <i>Disonycha glabrata</i>	10:30 am a 11:15 am	P (30 min.)	Pe
	Escarabajo	9:30 am a 10:15 am	P (30 s a 2 min.)	N
	<i>Kricogonia lyside</i>	9:30 am a 11:15 am	R	N
	<i>Melipona favosa</i>	9:30 am a 11:15 am	P	N
	Mosquito	10:30 am a 11:15 am	P (30 s a 2 min.)	N?
	<i>Solenopsis</i> sp.	9:30 am a 11:15 am	R (2 s)	N

^aEspecie observada en un solo muestreo, E= Efectiva, P= Prolongada, R= Rápida, N= Néctar, Po= Polen, Pe= Pétalo

favorece el contacto ni con las anteras ni con el estigma. Además no se encontró polen de esta planta depositado en su cuerpo, por lo cual se estima que actuó solo como agente visitante (Tabla 1).

La otra mariposa, *Charis* sp. presentó un comportamiento similar al de *K. lyside* en *G. officinale*. Esta conducta dual de *K. lyside* ha sido reportada por Lemus-Jiménez y Ramírez (2003), quienes han señalado a esta mariposa como agente polinizador sobre *Melochia tomentosa* L. (Sterculiaceae) y *Lantana camara* L. (Verbenaceae) mientras que en *Ipomoea carnea* Jacq. (Convolvulaceae) fue visitante. En este mismo sentido, Ramírez (1989) ha reportado que existen lepidópteros que se comportan alternativamente solo como visitantes.

Lugar de transporte del polen

Las zonas anatómicas principales de los insectos para el transporte de polen, en las abejas en particular y el resto de los agentes en general, fueron la región ventral y las extremidades. Estas dos regiones resultaron ser las más comunes o frecuentes donde se verificó la presencia de polen; en el caso de las abejas de las seis especies en las que se encontró polen, todas lo presentaron en la zona ventral y cuatro en las extremidades (Tabla 1). Ramírez (1989) y Lemus-Jiménez y Ramírez (2003) han señalado que las abejas se caracterizan por estar capacitadas para el transporte de polen y para ello el sitio de recolección es frecuentemente ventral, aunque también se presenta en la cabeza y las extremidades.

En este sentido, González *et al.* (2001) han atribuido la eficiencia de forrajeo de *A. mellifera* sobre *L. peruviana* a la presencia de la corbícula, la cual facilita el transporte de polen; esto es debido a que algunas abejas recolectan polen activamente y lo depositan en dicha estructura.

Además de lo expuesto, la mayor actividad de *A. mellifera* pudo haber sido producto de la mejor capacidad de adaptación que ha tenido esta especie ante las perturbaciones antrópicas presentes en el área de estudio; lo cual a su vez ha podido generar un desplazamiento de las poblaciones nativas. De acuerdo a lo planteado, Roubik (1978) ha señalado que efectivamente la abeja productora de miel compete con las abejas nativas, las des-

plaza y de esta forma disminuye sus capacidades polinizadoras y sus densidades.

Por su parte, *P. vinetorum* (Syrphidae) presentó, como el lugar de transporte de polen, la cabeza y las extremidades. Estos hallazgos también han sido señalados por Xena de Enrech y Madriz (1994) en *Palpada* sp., la cual presentó cantidades regulares de polen en las patas y el tórax; sin embargo, en la cabeza y el abdomen su presencia fue escasa.

También se registraron cuatro especies de insectos (escarabajo curculiónido, *D. glabrata*, *Solenopsis* sp. y *K. lyside* en su conducta como visitante de *T. subulata*) que no presentaron polen en sus estructuras corporales debido a que visitaban la flor en posible búsqueda de néctar y sin hacer contacto con las anteras.

Xena de Enrech y Madriz (1994) reportaron que en ninguna de las mariposas capturadas en su investigación se observó polen en el cuerpo, ni en la parte visible de la proboscis, lo cual hizo suponer a dichos autores que en muchos casos las mariposas no son buenas polinizadoras. Sin embargo, existen especies de lepidópteros que transportan abundante polen en la proboscis y algunas que lo hacen en cantidad escasa (Ramírez 1989), otros lepidópteros papilionides, polinizadores de *Caesalpinia pulcherrima* (Caesalpinaceae), transportan el polen principalmente en las alas (Cruden y Hermann-Parker 1979), y existen también mariposas que lo hacen a nivel de las patas (Kephart y Theiss 2003).

Horario de las visitas florales

El mayor número de visitas florales, en general, se presentó en el segundo intervalo del período de observación, específicamente de 10:30 a.m. a 11:15 a.m. (Tabla 2).

En este sentido, Piccirillo e Higuera (1997) han señalado que el período de máxima actividad polinizadora de los insectos en un cultivo de *V. unguiculata*, desarrollado bajo condiciones semiáridas similares a las descritas para esta investigación, en el municipio Mara del estado Zulia, osciló de 9:00 a.m. a 10:00 a.m. aproximadamente. Además estos autores indicaron que las abejas *A. mellifera*, *Trigona* sp. y *Xylocopa* spp., mostraron una mayor actividad de forrajeo durante las horas de la mañana con respecto al resto de la entomofauna.

Duración del forrajeo

De los nueve polinizadores identificados en la investigación, ocho especies mostraron forrajeo prolongado, destacándose *A. mellifera* y al díptero de la familia Rhagionidae, con una duración de hasta dos minutos en la misma flor (Tabla 2). En el resto de las especies se observó una conducta similar a 10 segundos en promedio aproximadamente.

Estos resultados son de gran importancia ya que de acuerdo a Di Trani de la Hoz (2007) las “visitas efectivas” son aquellas que tienen lugar cuando el insecto permanece en la flor por más de 2 s, tiempo mínimo estimado para que el agente visitante haga contacto con las partes sexuales de la flor.

El número relativamente alto de insectos encontrados en este estudio, que experimentaron forrajeo prolongado (ocho en total), se comportó como polinizadores.

Las abejas fueron los insectos que presentaron el mayor número de especies, seis en total, en presentar forrajeo prolongado; de éstas *A. mellifera* exhibió la mayor duración. Di Trani de la Hoz (2007) señaló que el tiempo medio de permanencia de *A. mellifera* en las flores de *C. melo* osciló de 4,0 a 8,4 segundos. Esto último permite corroborar que la abeja productora de miel mantuvo una conducta polinizadora.

A diferencia de estos insectos, *K. lyside* mostró un forrajeo rápido de 1 a 2 s en promedio de duración. Sin embargo, y a pesar de la corta duración de la visita a *G. officinale*, se corroboró que este lepidóptero actuó ciertamente como polinizador en esta especie vegetal, a través de la observación del contacto que la parte del cuerpo del insecto, cargado de polen, hizo con el estigma de la flor.

Consumo de recompensa

La mayoría de los visitantes florales, registrados en esta investigación, consumieron néctar como recompensa, a excepción de *P. vinetorum* que ingirió polen (Tabla 2). La conducta de este díptero se podría vincular a que el polen es una excelente fuente de alimento para los animales visitantes por sus altos contenidos de nitrógeno y otros elementos químicos esenciales; además, en muchos casos, es más accesible que el néctar y lo consumen una mayor proporción de agentes entre los que destacan las moscas (Díez 2011).

La toma de néctar es importante para los polinizadores dado que, en primer lugar constituye un estímulo atrayente (recurso), "ofrecido por la planta", para asegurar el proceso de la polinización, también representa una fuente energética rica en carbohidratos que satisface el gasto metabólico durante la actividad de forrajeo y además sirve como materia prima para la producción de la miel. Los azúcares presentes en el néctar lo convierten en la principal fuente de energía para varios grupos de polinizadores. Además, aporta pequeñas cantidades de fenoles, aminoácidos, ácidos reductores, lípidos, proteínas y alcaloides (Baker y Baker 1983).

La especie *D. glabrata* (Chrysomelidae) mostró una conducta de consumidor de pétalos de *T. subulata*. En este sentido, Lemus-Jiménez y Ramírez (2003) han afirmado que en su investigación los coleópteros estuvieron representados por agentes consumidores de partes florales.

De igual forma, Hokche y Ramírez (2006) han reportado a dos especies de coleópteros que se recolectaron alimentándose de las partes florales; por lo que fueron catalogados como visitantes florales. Esto reafirma que esta conducta es común en los coleópteros.

En relación a *Solenopsis* sp. (Hymenoptera), el escarabajo de la familia Curculionidae y la pequeña mosca (Rhagionidae), se notó que toman néctar. El número relativamente bajo de insectos polinizadores y visitantes identificados en este estudio podría deberse al grado de intervención de la zona.

Se concluye que *A. mellifera* y *M. favosa* son polinizadores de cada una de las especies vegetales estudiadas y tales insectos pudieran ser considerados agentes politrópicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Centro de Investigaciones Biológicas por el apoyo logístico brindado para la realización de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Amaya-Márquez, M. y H. Wells. 2008. Social complexity and learning foraging tasks in bees. *Caldasia* 30: 469–477.

- Alarcón Jiménez, D. y A. Mora. 2007. *Biología floral y visitantes de Turnera subulata Sm. (Turneraceae) en la Reserva Natural El Paujil Puerto Boyacá (Boyacá-Colombia)*. Escuela de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. http://www.virtual.uptc.edu.co/drupal/files/014_biologia_visitantes_turnera.pdf. [consultado el 11 de enero de 2013].
- Baker, H.G. y I. Baker. 1983. A brief historical review of the chemistry of floral nectar. Pp. 126–152. En: B. Bentley y T.S. Elias (eds.). *The Biology of nectaries*. Columbia: University Press, Nueva York.
- Cruden, R. W. y S.M. Herman Parker. 1979. Butterfly pollination of *Caesalpinia pulcherrima*, with observations on a psychophilous syndrome. *Journal of Ecology* 67: 155–168.
- Di Trani de la Hoz, J.C. 2007. Visita de abejas (*Apis mellifera*, Hymenoptera: Apoidea) a flores de melón *Cucumis melo* (Cucurbitaceae) en Panamá. *Revista de Biología Tropical* 55: 677–680.
- Díez, C. 2011. *Sistemas de Polinización en Bosques Tropicales*. <Http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/polinizacion/POLINIZACION%20PALMAS/GENERALIDADES%20POLINIZACION.pdf> [consultado el 16 de Abril de 2011].
- Faegri, K. y L. Van der Pijl. 1979. *The principles of pollination ecology*. Oxford, United Kingdom: Pergamo Press, 244 pp.
- Fuenmayor, W. 2005. *Atlas estado Zulia, síntesis socio-histórico cultural*. Maracaibo, Venezuela: Splanos C.A. 180 pp.
- González, A., A. Vera y J.M. González. 2001. Localización del recurso por *Apis mellifera* y dos especies de *Trigona* (Hymenoptera: Apidae) en *Ludwigia peruviana* (Onagraceae). *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 35: 198–209.
- Hokche, O. y N. Ramírez. 2006. Biología reproductiva y asignación de biomasa floral en *Solanum gardneri* Sendth. (Solanaceae): una especie andromonoica. *Acta Botánica Venezuelica* 29: 69–88.
- Hoyos, J. 1985. *Flora de la Isla de Margarita, Venezuela*. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas. 927 pp.
- Hoyos, J. 1994. *Guía de árboles de Venezuela*. Monografía 32. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas. 384 pp.
- Johnson, S.D. y K.E. Steiner. 2000. Generalization versus specialization in plant pollination systems. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 140–143.
- Kephart, S. y K. Theiss. 2003. Pollinator-mediated isolation in sympatric milkweeds (*Asclepias*): do floral morphology and insect behavior influence species boundaries? *New Phytologist* 161: 265–277.

- Larson, B.M.H., P.G. Kevan y D.W. Inouye. 2001. Flies and flowers: taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. *The Canadian Entomologist* 133: 439–465.
- Lemus-Jiménez, L.J. y N. Ramírez. 2003. Polinización y polinizadores en la vegetación de la planicie costera de Paraguaná, Estado Falcón, Venezuela. *Acta Científica Venezolana* 54: 97–114.
- Martén-Rodríguez, S. y C.B. Fenster. 2007. Autogamia y polinización por aves, murciélagos e insectos en gesneriáceas de las Antillas. *Moscossa* 15: 177–189.
- Nates-Parra, G. 2005. Abejas silvestres y polinización. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología CATIE* 75: 7–20.
- Piccirillo, G. y A. Higuera. 1997. Estudio de insectos polinizadores en el frijol, *Vigna unguiculata* (L.) Walp y su efecto en el rendimiento. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia* 14: 307–314.
- Ramírez, N. 1989. Biología de la polinización en una comunidad arbustiva tropical de la alta Guayana Venezolana. *Biotropica* 21: 319–330.
- Rodríguez, S., A. Manrique y M. Velásquez. 2008. Diversidad de la comunidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponina) en bosque seco tropical en Venezuela. *Zootecnia Tropical* 26: 523–530.
- Roubik, D.W. 1978. Competitive interactions between neotropical pollinators and africanized honey bees. *Science* 201: 1030–1032.
- Schindwein, C. y P.C.R. Medeiros. 2006. Pollination in *Turnera subulata* (Turneraceae): Unilateral reproductive dependence of the narrowly oligolectic bee *Protomeliturga turnerae* (Hymenoptera, Andrenidae). *Flora* 201: 178–188.
- Solomon Raju, A.J. y S. Purnachandra Rao. 2006. Nesting habits, floral resources and foraging ecology of large carpenter bees (*Xylocopa latipes* and *Xylocopa pubescens*) in India. *Current Science* 90: 1210–1217.
- Vidal, M. y N. Ramírez. 2005. Especificidad y nicho de polinización de especies de plantas de un bosque deciduo secundario. *Ecotropicos* 18: 73–88.
- Villarreal, A., S. Nozawa, B. Gil y M. Hernández. 2010. Inventario y dominancia de malezas en un área urbana de Maracaibo (Estado Zulia, Venezuela). *Acta Botánica Venezuelica* 33: 233–248.
- Xena de Enrech, N. y R. Madriz. 1994. Aspectos de la biología de la polinización en el bosque enano de la cima del “Cerro Copey” (Isla de Margarita). *Acta Botánica Venezuelica* 17: 35–68.
- Zambrano, J. O. y E. Fuenmayor. 1977. El bosque muy seco tropical del Jardín Botánico de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia* 3: 79–87.