

Trabajo de Diploma

Esfíngidos (Lepidoptera: Sphingidae) asociados a *Plumeria* spp. en el Jardín Botánico de Matanzas.



Autor: Pedro Trabas Garcés

Tutor: DrC. Leonel Marrero Artabe.

MATANZAS 2019.

Dedicatoria:

Este trabajo es dedicado a todos mis familiares y amigos, que siempre mantuvieron su apoyo y confianza en que este día llegaría, sobre todo a mi madre Dania Garcés Favier que siempre ha estado a mi lado y nunca dudó de mí.

Gracias.

Agradecimientos:

A mi mamá por todo su apoyo en estos cinco años.

Al DrC. Lionel Marrero Artabe tutor y amigo, y su esposa por todas las molestias ocasionadas para el desarrollo de este trabajo.

A Alain y Leydis que siempre me aportaron su tiempo e inteligencia cada vez que le pedía un favor.

A la gente de Cárdenas que fue el mejor piquete de la universidad.

Muchas Gracias a todos.

Declaración de autoridad:

Yo, Pedro Trabas Garcés, declaro que soy el único autor del presente Trabajo de Diploma y, quien autoriza a la Facultad de Agronomía y a la Universidad de Matanzas sede "Camilo Cienfuegos" a usar el mismo, para cualquier tarea con finalidad conveniente.

Firma del autor: _____

Resumen.

El Jardín Botánico de Matanzas deviene importancia económica y ambiental para la provincia por su biodiversidad y sus recursos eco sistémico. *Plumeria spp* representa una planta ornamental que embellece el paisaje, sin embargo es afectada por el ataque de esfíngidos (Lepidoptera: Sphingidae). El objetivo del presente trabajo radicó en caracterizar la incidencia de esfíngidos asociados a las plantas de *Plumeria spp* establecidas en el Jardín Botánico de Matanzas. La investigación se desarrolló durante el período comprendido entre octubre de 2018 y marzo de 2019. Se identificaron las especies acorde a claves taxonómicas y se evaluó su etología, se determinó la época de ataque y en condiciones de laboratorio se determinó el consumo foliar diario y el coeficiente de utilización del alimento de las larvas. Los resultados de laboratorio evidenciaron el hallazgo de las especies *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus) e *Isognathus rimosa* (Grote), esfíngidos que atacaron durante el periodo octubre-enero, tanto a *Plumeria obtusa* L como a *Plumeria rubra* L. Se encontraron infestaciones de 27 larvas.planta⁻¹, que ocasionaron 50 % de defoliación en *Plumeria spp* con afectaciones a la belleza del campus universitario. Se hallaron elevadas tasas de consumo foliar diario, las larvas de *P. tetrio* evidenciaron la mayor herbivoría (1 550,84 mm²) con diferencias estadísticas significativas respecto a *I. rimosa* que solo ocasionó defoliaciones de 830,32 mm². Se demostró que las larvas mostraron elevada eficiencia metabólica, con valores promedios de coeficientes de utilización del alimento de 0,84 y 0,93 respectivamente.

Palabras clave: Jardín Botánico, *Plumeria spp*, Sphingidae, *Pseudosphinx tetrio*, *Isognathus rimosa*.

Abstract.

The Botanical Garden of Matanzas province has economic and environmental importance due to its biodiversity and ecosystem resources. *Plumeria* spp is an ornamental plant that embellishes the university landscape, however the crop is damaged by Sphingidae attacks. The aim of this work was to characterize the moth's incidence on *Plumeria* spp plants cultivated in Matanzas Botanical Garden. The research was carried out from October 2018 to March 2019. The specie identification was obtained by means of taxonomic keys, its ethology was evaluated determining the attack time and the daily foliage consumption, and food larvae utility was also determined under lab conditions. The laboratory results evidenced the discovery of the species *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus) and *Isognathus rimosa* (Grote), esfíngidos that attacked during the period October-January, so much to *Plumeria obtuse* L as to *Plumeria rubra* L. Infestations of 27 larvae per plants and 50 percent of defoliations on *Plumeria* spp were observed, the insect attack caused several damages on the beauty of the university campus. Higher daily foliage consumptions by larvae were found, *P. tetrio* showed the highest herbivory (1 550,84 mm²) with statistical significance differences respect to *I. rimosa* which just caused defoliations of 830,32 mm². The lab studies demonstrated that Sphingidae larvae also have a higher metabolic efficiency , because of they reached food utility coefficient of 0,84 and 0,93 respectively.

Key words: Botanical Garden, *Plumeria* spp, *Sphingidae*, *Pseudosphinx tetrio*, *Isognathus rimosa*.

Índice:

Acápites	Página
I-Introducción	1
II-Revisión bibliográfica	4
2.1 Importancia económica-ambiental de los jardines botánicos.	4
2.2 Los Jardines Botánicos en Cuba: importancia socio-ambiental.	6
2.3 El Jardín Botánico de Matanzas: inserción en el campus universitario.	8
2.4 Importancia económica de las plantas ornamentales: <i>Plumeria spp.</i> (Apocynaceae).	9
2.5.1 Clasificación taxonómica de <i>Plumeria spp.</i>	10
2.5 Descripción morfológica de la familia Apocynaceae.	11
2.5.2 Metabolitos presentes en <i>Plumeria spp.</i>	12
2.5.3 Principales informes de plagas insectiles que atacan a <i>Plumeria spp.</i>	12
2.6 Características del orden Lepidoptera.	13
2.6.1 Comportamiento o etología del orden Lepidoptera.	16
2.6.2 Características de la familia Sphingidae.	17
2.6.3 Role ecológico de los esfíngidos.	19
2.6.4 Diagnóstico taxonómico de especies de esfíngidos, principales informes.	19
2.7 Descripción de la especie <i>Pseudosphinx tetrio L</i> (Lepidoptera: Sphingidae).	20

2.7.1 Ciclo de vida y biología.	20
2.7.2 Etología o conducta de <i>Pseudosphinx tetrio</i>.	22
2.7.3 Bioecología de la especie.	23
2.7.4 Control.	24
2.8 Descripción de la especie <i>Isognathus rimosus</i> Grote (<i>Lepidoptera: Sphingidae</i>).	25
2.8.1 Ciclo de vida y biología.	25
2.9 Época de ataque de esfíngidos.	27
2.9.1 Época de ataque de <i>P.tetrio</i>.	27
2.9.2 Época de ataque de <i>I. rimosus</i>.	28
2.10 Daños ocasionados por larvas de Sphingidae en Cuba.	28
2.10.1 Informes sobre Consumo foliar.	28
2.10.2 Coeficiente de utilización del alimento.	28
III-Materiales y métodos.	30
3.1 Área de estudio y ubicación.	30
3.2 Métodos de recolecta.	30
3.3 Identificación taxonómica de larvas y adultos de Sphingidae.	32
3.4 Descripción de la etología de las especies de esfíngidos halladas en el JBM.	33
3.5 Determinación de la tasa de consumo foliar diario de especies de esfíngidos asociados a <i>Plumeria spp.</i>	33
3.6 Evaluación del Coeficiente de utilización del alimento por larvas de esfíngidos.	35

IV. Resultados y discusión.	36
4.1 Identificación taxonómica de larvas, pupas y adultos de <i>Pseudosphinx tetrio</i>.	36
4.2 Descripción taxonómica de <i>Isognathus rimosa</i>.	39
4.3 Descripción de la etología de las especies de esfíngidos halladas en el JBM.	42
4.4 Daños en campo.	43
4.5 Etología de <i>I.rimosa</i>.	45
4.6 Comportamiento de <i>P.tetrio</i> en campo.	45
4.7 Consumo foliar diario.	47
4.8 Coeficiente de utilización del alimento.	48
V- Conclusiones.	51
VI-Recomendaciones.	52
VII- BIBLIOGRAFIA.	53

I-Introducción.

Las plantas ornamentales aportan belleza y fragancia. Cualquier ciudad del mundo que presente los más variados y artísticos diseños arquitectónicos es insignificante si no cuenta con este complemento natural (Pérez *et al.*, 2010).

En Cuba se cultivan una amplia gama de plantas ornamentales, lo que constituye una actividad económica atractiva por la alta demanda interna y la posibilidad de exportación (Cruz *et al.*, 2009). Asimismo, con el auge del desarrollo turístico se ha hecho necesario aumentar las áreas y variedades de este tipo de plantas a fin de suplir las crecientes demandas de las instalaciones turísticas (López, 2009).

El Jardín Botánico de Matanzas (JBM) es un área de investigación, en un espacio de 5,98 ha donde se encuentra la colección arbórea de 740 individuos incluidos en 44 familias botánicas y 109 especies (Villamor, 2018).

El Orden Lepidoptera es uno de los cuatro más diversos de insectos y la mayor parte de esa diversidad está compuesta por polillas (Barro y Núñez 2011). A nivel mundial la mayoría de los trabajos con el grupo solo ofrecen las listas de especies de las áreas donde se ha trabajado (Duarte *et al.*, 2008; Chey, 2010). Las investigaciones sobre la familia Sphingidae en Cuba, son muy pocas.

La familia Sphingidae es de amplia distribución mundial, cuenta con 209 géneros y aproximadamente 1 500 especies con hábitos diurnos, crepusculares y nocturnos (Correa-Carmona *et al.*, 2015). Son mucho más comunes en zonas cálidas) mientras que en el neotrópico existen más de 400 especies (Kitching *et al.*, 2014).

Los esfíngidos se alimentan de una amplia variedad de plantas. Los adultos tienen cuerpo robusto y fusiforme, poseen un vuelo extremadamente veloz, adaptado, en la mayoría de las especies, al vuelo nocturno. Son, por ello, los lepidópteros más veloces, capaces de cubrir grandes distancias e importantes polinizadores. Algunas especies tienen importancia agrícola, ya que las orugas

se alimentan de varias especies de plantas cultivadas, tales como el tabaco, papa, tomate, vid, etc. (D'Abbrera, 1986; More *et al.*, 2005).

Las evaluaciones ecológicas de los ensamblajes de polillas en general resultan escasas, aun cuando son un grupo muy importante dentro de los ecosistemas, ya que realizan servicios esenciales como la polinización (Schmidt y Roland, 2006).

El orden Lepidoptera es el segundo grupo de insectos en Cuba, detrás de Coleoptera, con 1556 especies registradas (Genaro y Tejuca, 2001).

Sin embargo, la información sobre la distribución de las polillas de cualquier región de Cuba se encuentra dispersa en la literatura o sin publicar. Actualmente solo se conoce una lista de los Sphingidae de Cayo Coco (Otero y López, 1996).

Se informa que son importantes polinizadores en bosques tropicales y en Cuba se desconocen aspectos ecológicos básicos de este importante grupo (Cruz y Barro, 2015). En el país no se han realizado estudios ecológicos sobre esta familia, que está representada por 60 especies (Núñez y Barro, 2011). Zayas y Alayo (1956) publicaron una monografía sobre la familia Sphingidae en la cual listaron las especies registradas para el país, su abundancia y distribución, además de enunciar las plantas hospederas de algunas larvas.

Sin embargo, las especies de *Plumeria* (Apocynaceae), son ornamentales ampliamente cultivadas en las diferentes áreas tropicales del mundo. Se les aprecia por sus hermosas flores, su fragancia y por su facilidad de cultivo y rápido crecimiento, para el que requiere relativamente poca agua y mucho sol (Nelson, 2009; Wang *et al.*, 2011).

De ellas, los híbridos *Plumeria rubra* L. y *Plumeria obtusa* L. son los más comunes (Holcomb y Aime, 2010). Estas son ampliamente utilizadas en Jardines Botánicos y ciudades de Cuba. En la nación *P. rubra*, es conocida

como lirio tricolor, es un árbol comúnmente cultivado en todo el país y con abundante presencia en el JBM.

Problema científico:

Los esfíngidos ocasionan daños en las plantas de *Plumeria spp* establecidas en JBM y persiste desconocimiento científico sobre su comportamiento y nocividad en el ecosistema.

Hipótesis:

Si se identifican taxonómicamente los esfíngidos asociados a *Plumeria spp* y se describe su comportamiento en el JBM se podrá establecer un manejo sostenible que permita mantener la calidad estética del ecosistema.

Objetivo general:

Caracterizar la incidencia de esfíngidos asociados a *Plumeria spp* establecidas en el JBM

Objetivos específicos:

1-Identificar las especies de esfíngidos asociados a *Plumeria spp* establecidas en el JBM.

2-Describir la etología y nocividad de las especies de esfíngidos halladas en el JBM.

3- Determinar la tasa de consumo foliar y el coeficiente de utilización del alimento de esfíngidos asociados a *Plumeria spp* establecidas en el JBM.

II- Revisión Bibliográfica.

2.1 Importancia económica-ambiental de los jardines botánicos.

Un jardín botánico es un espacio que mantiene colecciones documentadas de plantas vivas con el propósito de realizar investigación científica, conservación, exhibición y educación (Wyse y Sutherland, 2000). Es un referente cultural para las ciudades y los ciudadanos, y, por tanto, debe ser un espacio abierto a todo tipo de actividades y demandas educativas y sociales. A la vez, desde los jardines botánicos se difunde el amor y el respeto por el medio ambiente y se colabora con acciones relacionadas con la conservación (Asociación Internacional de Jardines Botánicos, 1987).

Existen diferentes formas por medio de las cuales los jardines botánicos pueden aumentar sus fondos para asistir la financiación y los recursos para la conservación, pero estos necesitan ser planeados cuidadosamente para asegurar que los esfuerzos sean exitosos (Botanic Garden Conservation Internacional (BGCI), 2000). El desarrollo de una base segura de financiación para la institución puede ser una de las tareas principales y prioritarias para cada jardín botánico.

Existen más de 1800 jardines botánicos en 148 países del mundo y estos mantienen más de 4 millones de accesiones de plantas vivas (cada una de las plantas coleccionadas). En estos hay representantes de más de 80.000 especies, casi un tercio de las especies de plantas vasculares del mundo (Wyse y Sutherland, 2000)

Estas colecciones contienen una amplia gama de plantas y son particularmente ricas en algunos grupos como orquídeas, cactus y otros grupos suculentos, palmas, bulbos, coníferas, árboles y arbustos de zonas templadas y zonas silvestres, en especial aquellas que se encuentran amenazadas. También poseen decenas de miles de especies cultivadas de importancia económica y sus parientes silvestres, como los árboles frutales y plantas medicinales.

Adicionalmente, los jardines botánicos cuentan con muchas otras colecciones como son los herbarios (especies preservadas) y bancos de semillas. En la actualidad existen pocos países que no cuentan con al menos un jardín botánico. Los nuevos jardines botánicos están siendo establecidos a lo largo del mundo principalmente como centros botánicos que ayudan a la conservación de las plantas nativas. Adicionalmente, muchos otros jardines botánicos de más antigüedad están siendo remodelados con el fin de cumplir nuevas funciones en el manejo de recursos botánicos.

La Educación Ambiental forma parte activa de las estrategias internacionales para la conservación del medio ambiente y para el desarrollo sostenible. En ellas, los jardines botánicos juegan un papel determinante integrándose al movimiento mundial a favor de que la educación ambiental llegue a cada ciudadano. Esta realidad hace posible que se reconozcan como sitios ideales para despertar y conformar la conciencia sobre la urgente necesidad de conservar los recursos naturales del planeta, especialmente en las regiones tropicales, donde con mayor celeridad y agudeza se desarrollan los procesos masivos de extinción de especies y degradación de los ecosistemas, en particular los bosques (Linares *et al.*, 1994).

El desarrollo de capacidades para la conservación y la educación, tanto de los nuevos jardines como de los ya existentes, es la principal prioridad para ayudar a asegurar la conservación de la diversidad de las plantas. Durante las últimas décadas, los jardines botánicos han reconocido la necesidad de aceptar el reto de llevar a cabo una misión global para la conservación. Esta misión fue expresada colectivamente por primera vez en La Estrategia para la Conservación en Jardines Botánicos (BGCI, 2000), la cual fue ampliamente contribuida, revisada y recibida por los jardines botánicos.

Una definición de jardín botánico, dada por la Asociación Internacional de Jardines Botánicos (IABG) fue "...un jardín botánico o arboretum es aquel que se encuentra abierto al público y en el cual las plantas se encuentran rotuladas". Sin embargo, la Estrategia para la Conservación en Jardines Botánicos (Wyse y Sutherland, 2000) contiene una lista amplia de

características que definen un jardín botánico y donde se tienen en cuenta la diversidad de labores que estas instituciones deben llevar a cabo.

Los jardines botánicos no solo poseen las técnicas, infraestructuras y competencias para proporcionar medidas prácticas y asesoramiento en la protección de las especies amenazadas, sino que además están en una posición privilegiada para actuar como intermediarios entre los diversos intereses científicos y comerciales. Según Martínez (2012) se identifican como problemas ambientales no solo los problemas clásicos relativos a la contaminación, vertidos, etc., sino también otros más ligados a cuestiones sociales, culturales y económicas, relacionadas en definitiva con el modelo de desarrollo. El rol de los procesos educativos ambientales crece día a día, en la medida en que somos más conscientes de la necesidad, no solo de remediar los problemas ambientales, con parches cada vez más pequeños e inútiles, sino de aportar en la construcción de un futuro diferente, con miras a la sustentabilidad, a la equidad, a la valoración de lo diverso y lo múltiple, a la paz y el equilibrio (Trellez, 2004).

2.2 Los Jardines Botánicos en Cuba: importancia socio-ambiental.

La Tarea Vida

Es el Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático sustentado sobre una base científica multidisciplinaria, que da prioridad a 73 de los 168 municipios cubanos, 63 de ellos en zonas costeras y otros 10 en el interior del territorio. Contempla cinco acciones estratégicas y once tareas dirigidas a contrarrestar las afectaciones en las zonas vulnerables, las mismas fueron aprobadas el 25 de abril de 2017 por el Consejo de Ministros y constituyen una prioridad para la política ambientalista del país. El Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente es el encargado de implementar y controlar las tareas del Plan de Estado (Especial Tarea Vida, 2018).

Control de implementación de la tarea vida

La ejecución del Plan de Estado se acompaña de un sistema (CITMA, 2016) integral de inspección y control ambiental de los Organismos de la Administración Central del Estado, el Consejo de la Administración Provincial y el Consejo de la Administración Municipal, al tener en cuenta sus prioridades. Por su parte al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente le corresponde, por medio de su titular Elba Rosa Pérez Montoya, exigir la planificación y ejecución de los procesos inversionistas que se priorizan en la Tarea1 por los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), las Organizaciones Superiores de Estado (OSDE), las Empresas Nacionales (EN) y los Consejos de la Administración Provinciales (CAP).

En Cuba se llevan a cabo considerables esfuerzos en beneficio del medio ambiente y a favor de una interacción sostenible del individuo con la naturaleza. A nivel comunitario, este proceso necesita todavía de programas orientados a la formación de valores culturales, que contemplen la tradición histórica de comunidades específicas, al tener en cuenta su localización, composición social y modo de vida, en donde se tomaron como marco las diferentes estrategias nacionales y los principales problemas ambientales diagnosticados. La educación ambiental que se quiere transmitir va en busca de un nuevo conocimiento que pueda ser válido para implementarlo, rectificarlo y acomodarlo al servicio de la naturaleza, o sea, posibilitar que se examine en él, que se cuestione, que se redescubra y reconstruya en función del ahora. Actualmente son varios los autores como Varela *et al.* (2015); Hernández (2015); Martínez, (2015) que coinciden en la importancia de implementar programas de educación ambiental dirigidos a diferentes grupos metas con el objetivo de mejorar y conservar el medio ambiente, a través de una relación armónica del hombre con la naturaleza.

Resulta interesante que en no pocos jardines del mundo los programas de educación ambiental constituyen una de sus principales líneas de investigación, no obstante, en el Jardín Botánico Orquideario Soroa (JBOS) los programas implementados han carecido de un enfoque holístico e integrador.

Se observa una tendencia de educar prioritariamente al público externo por lo que resulta de vital importancia que se implemente un programa que no solo esté dirigido a visitantes y las comunidades aledañas, sino que contemplen los principales problemas que se generan hacia y desde el interior del jardín como parte de una inadecuada gestión ambiental. Esto posibilita que los miembros de la comunidad de trabajadores adquieran conocimientos, habilidades, hábitos que les permita modificar su actuación y convertirse en educadores desde su propia acción cotidiana.

2.3 El Jardín Botánico de Matanzas: inserción en el campus universitario.

El Jardín Botánico de Matanzas (JBM) es un área de investigación, en un espacio de 5,98 ha donde se encuentra la colección arbórea de 740 individuos incluidos en 44 familias botánicas y 109 especies (Villamor, 2018).

Hernández (2010) plantea que el 4 de agosto de 1990 se crea mediante la Resolución No.116 de la Academia de Ciencias de Cuba la Red Nacional de Jardines Botánicos con el principal objetivo de contribuir al desarrollo científico-técnico de los jardines botánicos existentes y de nueva creación en Cuba.

El Jardín Botánico de Matanzas (JBM), según Robledo *et al.* (2010), tiene entre sus objetivos trabajar por la conservación de la biodiversidad vegetal, con énfasis en las especies amenazadas de la provincia y la educación ambiental.

Para cumplir estos objetivos existe una estrategia general de conservación a partir de la caracterización botánica, situación del estado de las especies en las áreas naturales, medidas que se aplican para la conservación *ex-situ* e *in-situ* de las mismas y convenios con los centros educacionales empresas estatales.

Para la selección de las especies el Jardín Botánico se apoya en los resultados de las investigaciones realizadas en áreas como el cuabal “Tres Ceibas de Clavellinas”, Corral Nuevo, Matanzas (Robledo 1999, Robledo *et al.*, 2010), zona costera de Punta Guano, Matanzas (Ramírez 2004, Enríquez *et al.*, 2005) y Reserva Ecológica de Varahicacos, Varadero (Enríquez, 2000).

El JBM, como miembro de la Red Nacional de Jardines Botánicos de Cuba, tiene el compromiso de establecer estrategias de conservación para algunas especies amenazadas entre ellas *Melocactus matanzanus* y *Coccothrinax borhidiana*. (Robledo, 1999).

2.4 Importancia económica de las plantas ornamentales: *Plumeria* spp. (Apocynaceae).

El género *Plumeria* fue creado para honrar a Charles Plumier (latinizado como *Plumerius*, de allí *Plumeria* y no "*Plumieria*"), uno de los primeros colectores de plantas en el neotrópico, particularmente en el Arco Caribe. El género pertenece a la familia Apocynaceae, un grupo taxonómico que incluye plantas notables por su elegante porte y bellas flores (*Adenium obesum* (Forssk.) Roem. y Schult., la flor del desierto y *Nerium oleander* L., la adelfa), y compuestos biológicamente activos (*Catharanthus roseum* (L.) G. Don), la vicaria roja y la *Rauvolfia tetraphylla* L., el veneno de gusano. *Plumeria* consiste de unas siete especies centradas en el Arco Caribe, con dos especies en América Central y México, dos especies en el norte de Sur América y cuatro especies en Las Antillas (una de ellas compartida con México), especialmente en Hispaniola y Cuba (Fernández, 2012)

Todas las especies, con la excepción de algunas formas de *P. rubra*, tienen flores blancas, frecuentemente con la garganta de la flor de color amarillo. Son todas muy hermosas y se cultivan con frecuencia en las zonas tropicales de todo el planeta. Por ejemplo, las flores de *Plumeria rubra* constituyen uno de los elementos fundamentales en la confección de los "lei" (las coronas de flores) en Hawái. La especie es la flor nacional de Nicaragua, donde es llamada Sacuanjoche. La agradable fragancia de sus flores se empleó en una época para preparar un perfume, que era confeccionado por la familia italiana Frangipani, de donde heredó la especie uno de sus nombres comunes, "frangipani" (Fernández, 2012).

2.5 Descripción morfológica de la familia Apocynaceae.

Apocynaceae es una familia de angiospermas de distribución mayormente tropical y subtropical, aunque algunas especies se encuentran en regiones templadas; comprende cinco subfamilias, 375 géneros y 5000 especies (Endress, 2004; Endress *et al.*, 2007).

Familia Apocynaceae.

Árboles, arbustos, hierbas erectas o escandentes y lianas, con látex blanco, transparente, amarillo, de color crema a rojizo o anaranjado; tallos cilíndricos, aplanados o angulados, algunas veces suberosos, con o sin coléteres intra e interpeciolares, algunas veces muy desarrollados al parecer garras en *Mandevilla*. Hojas simples, opuestas, subopuestas, alternas o verticiladas, algunas veces dispuestas en espiral, pecioladas o sésiles, estípulas raramente presentes, algunas veces con coléteres en la vena media, ya sea agrupados en su base o distribuidas a lo largo del nervio central, o bien, dispuestos a lo largo del peciolo, las láminas glabras o pubescentes, con el margen entero, con venación generalmente broquidódroma, a veces eucamptódroma. Inflorescencias cimosas, racemosas o bien las flores solitarias, axilares o terminales; por lo común los pedicelos o pedúnculos provistos de brácteas y bracteolas florales, foliáceas o escariosas, generalmente deciduas en el fructificación.

Frutos apocárpicos o sincárpicos, folículos, cápsulas, drupas o bayas; semillas a veces aladas, a menudo comosas en el ápice micropilar o calazal, o en ambos lados, desnudas o cubiertas por un arilo.

2.5.1 Clasificación taxonómica de *Plumeria spp.*

Taxonomía de *Plumeria spp.*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Gentianales

Familia: Apocynaceae

Subfamilia: Rauvolfioideae

Tribu: Plumerieae

Género: *Plumeria*

Especies: *Plumeria rubra* (Linneo, 1753)

Plumeria obtusa L.

Descripción

El frangipani es un arbusto mediano, de copa umbeliforme, abierta e irregular; de follaje caducifolio y de corteza color gris, lisa, escamosa, brillante y con gran cantidad de lenticelas. Tiende a descortezarse en forma papirácea con abundante exudado blanco y pegajoso, Las hojas son simples, alternas, romboides, agudas en el ápice, atenuadas en la base, de 22 cm de largo aproximadamente, glabras en el haz y con pubescencia en las nervaduras del envés. Las flores son hermafroditas y están adaptadas para ser polinizadas por abejas de tamaño grande (Arce *et al.*, 2001).

Se presentan en panículas densas axilares, muy aromáticas y de gran variedad de colores (blanco, crema, amarillo, rosado, púrpura y carmín). Los frutos son secos de tipo folículo, de 25 a 30 cm de largo y 3 cm de diámetro, con muchas semillas y se presentan en pares como si fuesen cuernos de toro. Las semillas son de 8 a 10 mm de largo, provistas de un ala lateral papirácea, oscura, rugosa y flexible (Torres *et al.*, 2011).

2.5.2 Metabolitos presentes en *Plumeria spp.*

En tanto que, Chandrashekhar *et al.* (2012) compararon el efecto del látex de especies de *Plumeria* con nanopartículas de plata (AgNps), contra estados larvales de *Aedes aegyti* y *A. stephensi*, dos mosquitos transmisores del dengue; reportándose al látex crudo como actividad larvicida altamente tóxica para ambas especies del insecto.

Ramproshad *et al.* (2012) demostraron la actividad antioxidante, antimicrobiana y analgésica en diferentes tipos de metabolitos secundarios (MS) provenientes de extracto de hoja de *P. rubra*.

2.5.3 Principales informes de plagas insectiles que atacan a *Plumeria spp.*

En Cuba Bruner y Scaramuza (1975) encontraron sobre *Plumeria spp* ataques insectiles de:

Aonidiella orientalis Newst. Guagua del cocotero (Coccidae).

Ceroplastes floridensis Comst. Guagua de cera de la Florida.

Chrysomphalus aonidum (L). Guagua redonda de la Florida. En *P. rubra*.

Coccus viridis (Green). Guagua verde en *P. rubra*.

Isognathus rimosa (Grote). Primavera pequeña del lirio tricolor.

Pinnaspis minor (Mask). Guagua nevada menor. En *Plumeria alba* y *P. rubra*.

Pseudaulacaspis pentagona (Targ). Guagua blanca del melocotonero.

Pseudococcus adonidum (L). Chinche harinosa rabilarga.

Pseudococcus nipae (Mask). Chinche harinosa del cocotero.

Pseudosphinx tetrico (L). Primavera del lirio tricolor.

Saissetia oleace (Bern). Guagua negra. En *P. rubra*.

Selenaspidus articulatus (Morg). Guagua roja antillana. En *P. alba* y *P. rubra*.

2.6 Características del orden Lepidoptera.

Sin duda, uno de los grupos más diversos del reino animal corresponde al de los insectos, artrópodos que se caracterizan por poseer seis apéndices locomotores, un par de antenas y dos pares de alas, las que pueden o no estar reducidas o, bien, ausentes. Dentro de este grupo de invertebrados, el orden Lepidoptera (del griego *lepis*, 'escama', y *pteron*, 'ala') destaca por ser el tercero más diverso, superado por Coleoptera y Diptera (Zhang, 2013).

El Orden Lepidoptera reúne las mariposas, que se distinguen fácilmente de individuos de otros órdenes por el aspecto general del cuerpo, alas de escamas destacables y aparato bucal del tipo aspirador maxilar en forma de tubo, el cual se mantiene enrollado bajo la cabeza cuando en reposo, denominado de espirotromba, constituyendo la segunda Orden de insectos en número de especies descritas, superada solo por la Orden Coleoptera (Lara, 1992; García, 2002).

Se estima que este grupo apareció durante el Mesozoico; el fósil más antiguo encontrado hasta la fecha data del Jurásico Temprano (190 millones de años (Ma). Estudios moleculares han situado la divergencia del nodo Lepidoptera-Trichoptera hacia el período Triásico (210 Ma) y la explosiva diversificación de los lepidópteros hacia el Cretácico Temprano (140 Ma), esta última asociada a la radiación que experimentaron las plantas con flores (Magnoliophyta) hace unos 100 millones de años (Misof *et al.*, 2014).

Este orden que comprende a las comúnmente llamadas mariposas y polillas (o mariposas nocturnas) representa un grupo clave en los procesos ecológicos de los ecosistemas. Entre los distintos roles que cumple, están: a) formar parte de las cadenas tróficas, ya como fitófagos (en estado larvario), ya como presas de otros organismos insectívoros (tales como otros insectos, reptiles, mamíferos y aves); y b) prestar importantes servicios ecosistémicos, como la polinización de plantas tanto de floración diurna como nocturna (Aizen *et al.*, 2002).

A nivel mundial se calcula que existen entre 158 000 y 165 000 especies descritas de lepidópteros (Heppner, 1991; Zhang, 2013), además de un gran

número aún sin describir. Se trata de insectos holometábolos cuya larva es del tipo eruciforme, con cinco pares de patas falsas o espuripedios en los segmentos abdominales tercero a sexto y décimo (aunque existen excepciones); la pupa es de tipo obtecta; y el adulto o imago presenta dos pares de alas membranosas cubiertas de escamas aplanadas e imbricadas, y la mayor parte de ellos cuenta con una espiritrompa o probóscide, aparato bucal resultante de la modificación de las gáneas maxilares (Scoble, 1995; García-Barros *et al.*, 2015).

Los lepidópteros fueron históricamente clasificados al seguir los conceptos de mariposa diurna (Rhopalocera) y mariposa nocturna o polilla (Heterocera), asociados a su comportamiento (hábito de vuelo) y morfología. Tales agrupamientos tradicionales son arbitrarios y actualmente se los considera obsoletos debido a que no representan grupos monofiléticos. Así, para dilucidar si un lepidóptero diurno corresponde a un Rhopalocera o a un Heterocera, no basta con observar el hábito de vuelo, sino que también se requiere examinar su morfología: la forma y extensión de los palpos labiales, el mecanismo de acoplamiento de las alas (que las mantiene unidas durante el vuelo) y la forma de las antenas, entre otros rasgos. Pese a ello, por razones prácticas se utilizarán acá aquellos conceptos históricos para establecer de manera más simple las diferencias entre estos insectos (Ramos-González, 2017).

El grupo Rhopalocera comprende aquellos lepidópteros que poseen palpos labiales y espiritrompa comúnmente bien desarrollada, antenas terminadas en maza o gancho, alas anteriores y posteriores acopladas durante el vuelo mediante un sistema amplexiforme sin modificaciones evidentes y una típica postura de reposo veliforme (aunque este tipo de postura está presente también en algunos grupos de Heterocera).

Por su parte, el grupo Heterocera engloba lepidópteros con palpos labiales y espiritrompa de desarrollo variable, antenas simples (filiformes) o modificadas con distintos grados de pectinación característica reconocible en machos de un gran número de especies, y alas anteriores y posteriores que se coaptan durante el vuelo (Scoble, 1995; Yack y Fullard, 2000; García-Barros *et al.*, 2015).

Esto puede producirse mediante el *jugum* un pequeño lóbulo en las alas anteriores que captura el borde costal de las alas posteriores o, bien, un sistema de *frenulum* y *retinaculum*, donde el primero, que consta de uno o varios filamentos que surgen del margen costal de las alas posteriores.

Este se engancha en un pequeño saliente o un conjunto de pequeñas cerdas en las alas anteriores (*retinaculum*). Además, los heteróceros pueden presentar otras características, como órganos timpánicos en el metatórax o abdomen que permiten la detección de las ondas ultrasónicas producidas por murciélagos (Scoble, 1995; Yack y Fullard, 2000; García-Barros *et al.*, 2015).

La clasificación en Lepidoptera se basa en grandes patrones morfológicos (venación alar) que permiten la conformación de diferentes superfamilias, familias y subfamilias. La descripción de géneros y especies, en tanto, se establece principalmente a partir de las estructuras que conforman la genitalia de machos y hembras, ya que las estructuras morfológicas externas asociadas a la cabeza, cuerpo y alas representan muchas veces homoplasias (convergencias y paralelismos), que no muestran las verdaderas relaciones filogenéticas entre ellos (Shapiro y Porter, 1989; Choi, 1999).

En Cuba se han desarrollado en los últimos años varias investigaciones que emplean la Morfometría Geométrica como herramienta fundamental. Denis y Olavarrieta (2011) analizaron la isomorfía en los huevos de las especies de la familia Ardeidae.

Actualmente, se reconocen alrededor de 128 familias (de Viedma *et al.*, 1985; Rajaei *et al.*, 2015). Sin duda, la diversidad de heteróceros es enormemente superior a la de las mariposas diurnas (Rhopalocera) a nivel mundial (Scoble, 1995; Parra y Villagrán-Mella, 2008).

El abdomen

Contiene los tractos digestivos y reproductivos y termina en los órganos reproductivos denominados genitalia. Se compone de diez segmentos, siete u ocho forman la porción más larga y los últimos dos o tres la genitalia. Excepto

las partes donde están los genitales, el abdomen es capaz de estirarse cuando las entrañas están llenas de comida líquida. Esta distensión puede ser considerable en especies que se alimentan de frutas en descomposición (como Charaxinae, Brassolinae y Morphinae) (Mulanovuch, 2007)

Relación de los lepidópteros con la planta hospedante.

La planta hospedante es aquella donde la mariposa pone sus huevos y donde las futuras orugas se van a alimentar. Algunos insectos (en este caso las mariposas) han evolucionado para pasar de una dieta polífaga (alimentación de muchas especies de plantas) a dietas monófagas (de una sola especie de planta), oligófagas (de unas cuantas especies de plantas) o estenófagas (de especies de plantas de una misma familia) (Moreno, 2001).

Las mariposas ubican sus plantas hospederas en la naturaleza por medio de quimiotaxis, es decir, a través de sus quimiorreceptores ubicados en las antenas. Estos insectos detectan mínimas cantidades de los metabolitos secundarios que las plantas hospederas liberan. Las sustancias liberadas actúan como kairomonas, con una acción que beneficia solo a la especie receptora.

Mulanovuch, (2007) indica que un aspecto crítico en el ciclo de vida de la mariposa es la habilidad de la hembra de ovipositar y de la oruga de alimentarse de una planta hospedera en particular. La mayoría de especies de mariposas se alimenta solo de unas cuantas especies de plantas. Existen ciertos linajes particulares de mariposas que se encuentran asociados a tipos de plantas, de tal manera que tanto la oruga como la hembra que va a ovipositar no aceptan otro tipo de planta.

2.6.1 Comportamiento o etología del orden Lepidoptera.

Durante la búsqueda de plantas hospederas es común observar cómo una misma especie de mariposas puede poner sus huevos en varias plantas del mismo género o familia. Cuando esto sucede es necesario experimentar y ver qué especie es la más adecuada para la crianza. Debido a que las plantas

hospederas, como toda especie silvestre, tienen toxinas para defenderse contra los herbívoros, las mariposas han optado por alimentarse de ellas a través de un proceso de coevolución. Algunas plantas hospederas de la misma especie de mariposas muestran mayores niveles de toxicidad que otras. Esto se manifiesta en los análisis de mortalidad de las orugas.

Existen, pues, muchos casos en que las mariposas ovipositan en algunas plantas hospederas cuya toxicidad es alta y, por lo tanto, el nivel de supervivencia de las orugas es bajo. Para tener una crianza exitosa no solo basta identificar la planta o grupo de plantas hospederas de las cuales se alimentan las orugas de determinada especie, sino que hay que escoger las que presenten el menor nivel de toxicidad y, por lo tanto, de mortalidad. (Philip, 1987)

Las mariposas en general se caracterizan por estar estrechamente asociadas a la vegetación de las zonas que habitan, esto debido a la alta especificidad y dependencia que establecen con las plantas hospederas en las que desarrollan su ciclo ontogenético. Su diversidad es mayor en aquellas formaciones vegetacionales que incluyen estrato arbóreo y matorral (Scoble, 1995; Bocaz-Torres *et al.*, 2013). Además, son susceptibles a los cambios en las condiciones ambientales (en las temperaturas), los cuales se reflejan en variaciones espaciales (cambios de hospedante o de distribución) y morfológicas (asimetrías corporales) que permiten utilizarlas como indicadores biológicos (Stastny *et al.*, 2006; Benítez *et al.*, 2015).

2.6.2 Características de la familia Sphingidae.

Sphingidae es una de las familias de mariposas nocturnas mejor conocidas en el mundo; actualmente se conocen alrededor de 209 géneros y 1500 especies descritas, las cuales ocurren en todos los continentes, excepto en la Antártida, siendo la mayor parte de ellas localizadas en las zonas tropicales (Kitching, 2016).

En la región neotropical se conocen más de 400 especies (Kitching, 2016), de ellas Brasil contiene 210 especies (Martin, 2016), Bolivia con 189 especies

(Kitching *et al.* 2001), Colombia con 188 especies (Correa-Carmona *et al.* 2015) y Argentina con 123 especies (Núñez-Bustos, 2015).

La familia Sphingidae está representada por mariposas de tamaño mediano y grande, con cuerpo robusto, abdomen fusiforme, alas anteriores largas y estrechas y espirotromba alargada (Carrera, 1980).

Según este mismo autor, las mariposas se consideran excelentes voladoras, y con las pulsaciones de alas muy rápido, se comparan los colibrís cuando pasan en el aire delante de una flor y al estirar la trompa para aspirar el néctar.

La mayoría de las especies de Sphingidae son de tamaño mediano a grande, aunque también existen especies pequeñas. Los adultos tienen cuerpo robusto y fusiforme, con las alas anteriores alargadas y angostas, mientras que las alas posteriores son pequeñas y redondeadas y habitualmente están ocultas cuando el insecto está en reposo.

Son de hábitos nocturnos, aunque también hay algunas de hábitos diurnos, pueden cubrir grandes distancias y son consideradas importantes polinizadores. Las larvas son generalmente verdes o marrones y se caracterizan por tener un “cuerno” al final del cuerpo y se alimentan de una amplia variedad de plantas siendo algunas especies de importancia agrícola, ya que estas se alimentan de varias especies de plantas cultivadas, tales como tabaco, papa, tomate, vid, etc. (D’Abrera, 1986, Moré *et al.*, 2005).

Se argumenta que son poderosos voladores cuyos adultos se caracterizan por poseer las alas anteriores alargadas y usualmente un cuerpo robusto. Poseen una larga proboscis que utilizan para alimentarse del néctar de ciertas flores, por lo que se les puede confundir con colibrís. Algunas especies de hábitos diurnos se diferencian por sus alas transparentes. Los inmaduros se reconocen fácilmente por la presencia de un cuerno en el octavo segmento abdominal. Las larvas de ciertas especies adoptan una posición de defensa inusual ya que elevan las patas y mantienen las propatas en la superficie en que se encuentren (Clariza y Ronald, 2008).

2.6.3 Role ecológico de los esfíngidos.

Los esfíngidos (Lepidoptera: Sphingidae) comprenden alrededor de 1200 especies a nivel mundial (Cruz, 2012) y para Cuba se han registrado 59 especies incluidas en 23 géneros. Del total de especies, 11 son endemismos de nuestro país (Barro y Núñez, 2011). Estos insectos son importantes polinizadores en los bosques tropicales y se consideran uno de los grupos principales en este aspecto ecológico (Haber y Frankie, 1989). Las larvas son importantes plagas de cultivos, varios árboles frutales y diversas plantas ornamentales muy comunes en los jardines (Barro y Núñez, 2011).

En su estado larvario consumen gran cantidad de materia vegetal, por lo que contribuyen a regular el tamaño de las poblaciones de plantas, también son el alimento de numerosos grupos de organismos insectívoros. En su estado adulto se alimentan de néctar y son importantes polinizadores de plantas que crecen de noche, entre ellas: orquídeas, cactus, leguminosas y miembros de la familia del café (Balcázar-Lara, 2016).

2.6.4 Diagnóstico taxonómico de especies de esfíngidos, principales informes.

Hasta el momento la identificación de las especies de esfíngidos es meramente cualitativa, basada en patrones de coloración y descripciones de la forma del ala (Tuttle, 2007). Por ejemplo las especies de géneros como *Manduca* y *Cocytius* son muy similares en estos aspectos, lo que imposibilita muchas veces su correcta identificación.

Por estas razones, es necesario el uso de otros caracteres para lograr la identificación correcta de sus especies, y se cree que el análisis cuantitativo del contorno del ala pudiera ser suficiente para permitir una correcta identificación.

2.7 Descripción de la especie *Pseudosphinx tetrio* L (*Lepidoptera: Sphingidae*).

Taxonomía de la especie *P. tetrio*.

Reino: Animalia

Filo: Atropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Sphingidae

Género: *Pseudosphinx*

Especies: *P. tetrio* (Linnaeus, 1771)

Silva *et al.* (2017) coincidieron en especificar en Brasil a *Pseudosphinx tetrio* como una plaga clave en las plantas ornamentales y en particular de *Plumeria spp.* Esta tiene un cuerpo negro con anillos amarillos, propatas abdominales de color naranja, posee un proceso espiniforme en el 8vo segmento abdominal. Las hembras son usualmente más grandes que el macho y de color más claro con expansión alar entre 12,7 y 14,0.

2.7.1 Ciclo de vida y biología.

Huevos, larvas, pupa, adulto.

Las hembras ponen aproximadamente 50 a 100 huevos en grupos en las hojas del árbol huésped. El patrón de color larvario es una señal de advertencia aposemática típica de que son potencialmente tóxicos para los depredadores. Las plantas *hospedadoras* de la familia Apocynaceae producen látex blanco y tóxico que *Pseudosphinx tetrio* puede desintoxicar y posiblemente secuestrar para fines de defensa. Sin embargo, algunas aves cucú en Belice no son disuadidas y se ha informado que se alimentan de larvas (Meerman, 2002).

Distribución

Esta polilla está muy extendida en los trópicos y subtrópicos estadounidenses

en los hábitats de tierras bajas. Su rango se extiende desde el sur de Brasil a través de América Central, México y las Indias Occidentales hasta el sur de Florida, el sur de Mississippi, Arkansas, Texas y el sur de Arizona. Los adultos se han alejado tan al norte como Nebraska, Pennsylvania y Connecticut. Es muy común en las Antillas Mayores, pero su aparición es menos común en los Estados Unidos. Los registros de Florida incluyen los condados de Collier, Dade, Highlands, Lee, Monroe, Palm Beach y Sarasota.

Minno y Darrow (1995) informaron su presencia en los Cayos de la Florida (los registros incluyeron Key Largo, Duck Key, Big Pine Key y Key West). Los registros adicionales de la localidad y / o fecha específicos compilados a partir de los datos de la etiqueta del espécimen en la Colección de Artrópodos del Estado de la Florida

Rasgos

La polilla esfinge Frangipani tiene varios otros nombres comunes, como tetriosphinx la polilla de halcón, la esfinge gris gigante, el gusano cornudo frangipani y la oruga plumeria (Bárbara y Dunford, 2005).

El cuerpo de la polilla adulta es principalmente gris con bandas gris-blancas y negras más anchas, y las alas superiores son tonos marrones y grises. También tiene antenas engrosadas y con un gancho puntiagudo en la punta. (Bárbara y Dunford, 2005).

La envergadura de la polilla es 12,7-14,0 cm con hembras generalmente siendo de color más claro y ligeramente más grande que los machos. La forma larvaria es una gran oruga de más de 15 cm de longitud con colores llamativos; negro con aposemático (advertencia) bandas amarillas y una cabeza roja-naranja (Bárbara y Dunford, 2005).

La pupa es amarillo cuando es nuevo, y se oscurece a un marrón rojizo a medida que se endurece; mide unos 7 cm de longitud (Susanleachsnyder.com, 2016).

2.7.2 Etología o conducta de *Pseudosphinx tetrio*.

Se ha planteado la hipótesis de que la larva es una imitadora de serpiente coral en Costa Rica. Janzen (1980) también informó que las larvas agitan su porción anterior de un lado a otro cuando se las altera y muerden cuando se les maneja. También se ha informado que los pelos larvales causan un caso clínico de queratitis (Merle *et al.*, 2001).

Los adultos se alejan de las pupas en hojarasca o cámaras subterráneas. Varios vuelos de adultos se producen en Florida de marzo a septiembre. Se sabe que los adultos hacen néctar en rosa o en el bígaro (*Vinca rosea* L.). Gribel y Hay (1993) registraron adultos con *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus, 1771) en *Caryocar brasiliense* Cambess en Brasil y sugirió que podría ser un polinizador menor junto con murciélagos para esa especie de planta.

Estos autores observaron que la probóscide relativamente corta de *Pseudosphinx tetrio* entraba en contacto con las estructuras reproductivas de las plantas mientras se alimentaban. Los adultos son atraídos por las luces y las flores en la noche.

Hábitat y actividad.

Se encuentra en el hábitat de tierras bajas tropicales y subtropicales (Bárbara y Dunford, 2005). La oruga también se puede ver en el jardín en árboles de frangipani (*Plumeria nibra*) en otras especies de *Plumeria* y *Allamanda* que pertenecen a la familia de árboles dogbane Apocynaceae (Trinidad and Tobago Newsday, 2015). Cuando maduran y pasan a la en la etapa de pupa pueden verse en hojarasca o cámaras subterráneas. La polilla es nocturna y atraído por las luces y las flores en la noche (Susanleachsnyder, 2016).

Alimentación.

La polilla se alimenta de néctar de las flores en la noche (Oehlke, 2015). Eso se cierne sobre las flores e introduce su delgada probóscide en el tubo de la corola para adquirir el néctar ya su vez poliniza la planta. En la fase larvaria, la oruga se alimenta de su planta huésped: frangipani o allamanda de la familia Apocynaceae (Trinidad and Tobago Newsday, 2015).

Por lo tanto, las larvas pueden verse como plagas debido a su capacidad para defoliar a su huésped en unos pocos días. (Bárbara y Dunford, 2005). Las polillas son consumidores primarios, por lo que están en el nivel trófico 2 y son considerados como herbívoros ya que se alimentan de plantas.

2.7.3 Bioecología de la especie.

Las polillas adultas son típicamente solitarias, mientras que las orugas existen en grupos y se puede ver en su planta huésped. Típicamente las polillas adultas viven solo una o dos semanas con las hembras sobreviven a los machos por unos pocos días (Mariposas y polillas de América del Norte, 2016). Sin embargo, los registros muestran que una polilla adulta sobrevive 10 días en cautiverio (Santiago-Blay, 1985). La totalidad la vida útil de la polilla es larga cuando todas las etapas de la vida se combinan, a saber, el huevo, la larva y la pupa y adulto.

Reproducción.

La esfinge tetrio sufre metamorfosis a lo largo de su ciclo de vida para convirtiéndose en una polilla con cuatro etapas principales: huevo, larva, pupa y polilla adulta (Santiago-Blay, 1985).

Las hembras atraen a los machos mediante la liberación de feromonas de una glándula en el abdomen (Oehlke, 2015).

La polilla esfinge del frangipani pone huevos en racimos de 50 a 100 huevos en las hojas del árbol huésped. Mientras que los huevos son lisos y no tienen esculturas, contienen pinchazos diminutos en su superficie y tienen una apariencia elipsoidal de color verde pálido. (Susanleachsnyder, 2016).

La etapa larvaria emerge en forma de oruga; este escenario dura de 24 a 30 días y abarca cinco o seis mudas hasta que la oruga está madura (Santiago-Blay, 1985).

La etapa de pre-pupa de aproximadamente 4 días ocurre luego de la pupa que durará durante unos 22 días. El adulto saldrá de la pupa y sobrevivirá durante una o dos semanas con un registro que muestra que las polillas adultas en cautiverio viven hasta 10 días (Santiago-Blay, 1985).

Comportamiento.

Los colores aposemáticos de la oruga se utilizan para evitar el ataque. Los colores de las larvas informan a los depredadores, usualmente las aves, que la búsqueda no vale la pena debido a que es desfavorable gusto. Al alimentarse de plantas de la familia Apocynaceae, comerán el látex blanco tóxico que se produce en las hojas (Oehlke, 2015).

La polilla es capaz de desintoxicar y almacenar el producto químico para emplear un mecanismo de defensa química de sabor tóxico e indeseable para los depredadores (Oehlke, 2015).

Sin embargo, el pájaro cuco ha desarrollado un mecanismo para superar la química defensa de las larvas (Bárbara y Dunford, 2005). También las larvas pueden ondular su anterior o posterior cuando se altera y morder cuando se manipula.

Ecología aplicada.

Aunque la oruga de *Pseudosphinx tetrio* puede verse como una plaga debido a su capacidad para defoliar los árboles hospedadores, los árboles no son matados por las orugas (Mariposas y Polillas de América del Norte, 2016).

2.7.4 Control.

Biológico: el uso de un producto pesticida biorracional o "suave" con spinosad o *Bacillus thuringiensis* (Bt) también funcionará (Gabel, 2003). Por lo general, su presencia y hábitos alimenticios no causan daños severos a los huéspedes y los árboles generalmente sobreviven a la defoliación con *Pseudosphinx tetrio*.

2.8 Descripción de la especie *Isognathus rimosa* Grote (Lepidoptera: Sphingidae).

Taxonomía de *I. rimosa*.

Reino: Animalia

Filo: Atropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Sphingidae

Género: *Isognathus*

Especies: *I. rimosa* (Grote, 1865)

Isognathus rimosa es una polilla que fue por primera vez descrita por Augustus Radcliffe Grote en 1865. Se sabe que esta polilla pertenece a los climas tropicales del norte de Brasil, norte de América Central, las Antillas, México y Arizona del sur (Silkmoths, 2016)

2.8.1 Ciclo de vida y biología.

Las hembras ponen huevos sobre Frangipani (especies de *Plumeria*), incluyendo *Plumeria rubra* en Puerto Rico, en Cuba sobre *Plumeria alba*, *Plumeria obtusa* y *Plumeria rubra*.

Bioecología de las larvas.

Las larvas o estados juveniles de los esfíngidos tienen una fisionomía muy particular. En primer lugar, se le distingue por el cuerno situado en el octavo segmento abdominal. En los primeros estadíos de *I. rimosa* el cuerno puede ser inclusive más largo que el cuerpo del insecto, reduciéndose en los primeros estadíos. La superficie de las larvas generalmente es lisa y su coloración muy variable.

Las larvas han sido grabadas se alimentar de *Plumeria rubra* en Cuba y *Plumeria alba*, *Plumeria obtusa* y *Plumeria rubra* en Puerto Rico. Se pueden encontrar las larvas durante la conformación del capullo entre desperdicios de hoja.

Eclosión:

Las polillas emergen de crisálidas en capullos finos - amurallar bajo desperdicios de hoja.

La hembra y el macho difieren ligeramente. La primera es más robusta y más oscura que el macho. Ambos sexos poseen bandas transversales de color blanco y negro en el abdomen. Las alas posteriores son amarillo claras, a excepción del margen externo que recorre una banda parda oscura. Esta especie es muy abundante. Se le captura de abril hasta mediados de octubre. Los estadios iniciales pueden secretar a través de cualquier parte del exoesqueleto una sustancia amarillenta cuando se les molesta. Esta capacidad también la tienen los primeros estadios de *I. rimosus* en Chamela, aunque la secreción que producen es transparente.

Hay generaciones múltiples por año en los trópicos. En Arizona, los adultos han sido anotados en agosto. Se alimentan de néctar de flor, incluyendo petunias.

Tiempo de vuelo

Hay algunos vuelos durante todo el año en los trópicos. Esta especie sale en Arizona en agosto.

Reproducción.

Las hembras llaman a los machos con un liberado feromonas de una glándula en la punta del abdomen. Adultos néctar en flores, incluyendo petunia.

2.9 Época de ataque de esfíngidos.

2.9.1 Época de ataque de *P.tetrio*.

Según Cruz y Barro (2015) en la investigación Diversidad de los ensambles de esfíngidos (Lepidoptera: Sphingidae) de un bosque siempreverde mesófilo, Sierra del Rosario, Cuba; encontraron a *P.tetrio* durante los meses de junio, enero y febrero. Además, describen su incidencia con un 33 % de aparición y la señalaron como especie de ocurrencia accesoria por presentar frecuencia de aparición 25-49 %.

Se observó que en enero de 2012, la distribución de abundancias obtenida fue la de mayor equitatividad de todos los meses analizados. *Agrius cingulata*, *P.tetrio* y *Protambulyx strigilis* fueron las especies dominantes con 25, 24 y 15 individuos, respectivamente. En febrero de 2012, *P. tetrio*, *Eumorpha labruscae*, *Agrius cingulata* y *Pachylioides resumens* fueron las dominantes con 16, 16, 13 y 12 individuos, respectivamente. Solo tres especies fueron consideradas raras en este mes, entre ellas un endémico (*Cocytius vitrinus*).

Este estudio se llevó a cabo en un bosque costero, específicamente en el umbral de esta localidad, donde las variables abióticas no se comportan de manera similar a un bosque siempreverde mesófilo, por lo que podría ser este uno de los factores que influyen en estas diferencias. Además, la composición florística de ambos bosques es muy diferente (Samek, 1973; Capote et al., 1988) lo que debe redundar en ensambles de polillas muy diferentes entre sí. Además, la salinidad podría determinar la composición de los ensambles de polillas, sobre todo en aquellas que sean más tolerantes a esta variable.

Otro antecedente se ve de manifiesto en la investigación realizada por Núñez (2007) en donde ofrece una lista de las especies del orden Lepidoptera registradas hasta el momento de la reserva ecológica Siboney- Juticí, Santiago de Cuba, se identificó en la misma la presencia de *Pseudosphinx tetrio* capturada entre el 13-15 de noviembre de 2005.

2.9.2 Época de ataque de *I. rimos*.

Según Cruz y Barro (2015) en la investigación Diversidad de los ensambles de esfíngidos (Lepidoptera: Sphingidae) de un bosque siempreverde mesófilo, Sierra del Rosario, Cuba; encontraron a *I. rimos* durante diciembre. Además, describen su incidencia con un 11 % de aparición y la señalaron como especie de ocurrencia accidental por presentar frecuencia de aparición 0-24 %.

Otro antecedente se ve de manifiesto en la investigación realizada por Núñez (2007) en donde ofrece una lista de las especies del orden Lepidoptera registradas hasta el momento de la reserva ecológica Siboney- Juticí, en donde se identificó en la misma la presencia de *Isognathus rimos* capturada entre el 13-15 de noviembre de 2005.

2.10 Daños ocasionados por larvas de Sphingidae en Cuba.

2.10.1 Informes sobre Consumo foliar.

Rivas y Martínez (2012) estudiaron el consumo foliar en larvas de Sphingidae con las especies de *Heliiothis* spp. y *Manduca sexta* sobre el tabaco. Estos autores encontraron consumos diarios de 25,35 cm² y 646,56 cm² respectivamente.

2.10.2 Coeficiente de utilización del alimento.

En relación al coeficiente de utilización del alimento, las larvas de *M. sexta* evidenciaron una actividad metabólica medianamente eficiente al registrarse como promedio un índice de 0,63, por debajo del coeficiente óptimo de utilización del alimento (Rivas y Martínez, 2012).

Marrero (2005) informó que un índice de 0,63 se encuentra en el rango cercano a la unidad y se considera un coeficiente metabólicamente óptimo.

Se informan para las larvas de *Heliothis* spp valores superiores del coeficiente de utilización del alimento que como promedio alcanzaron valor de 0,81, cercano a la unidad (coeficiente óptimo de utilización), aspecto que evidencia una elevada eficiencia metabólica.

III-Materiales y métodos

3.1 Área de estudio y ubicación

El estudio se realizó en el Jardín Botánico de la Universidad de Matanzas la cual se encuentra ubicada en la carretera a Varadero Km 3 y ½, Matanzas, Cuba. Este ecosistema deviene un área de investigación, cuenta con 5,98 ha (Figura 1) donde se encuentra una colección arbórea de 740 individuos, los que están incluidos en 44 familias botánicas y 109 especies (Villamor, 2018).



Figura 1. Imagen satelital del Jardín Botánico de Matanzas (EMPA, 2019)

3.2 Métodos de recolecta.

Se realizaron muestreos aleatorios a los árboles de *Plumeria rubra* y *Plumeria obtusa* existentes en el Jardín Botánico durante el periodo de octubre a diciembre de 2018. Con una frecuencia semanal mediante una lupa y pinza entomológica se revisó la presencia de larvas en el follaje de los árboles, así como la superficie del suelo bajo la copa a 5 m de distancia del tronco, para detectar las pupas.

Las muestras se codificaron en dependencia de los caracteres de coloración larval y la quetotaxia, se colocaron en placas Petri de 15cm de diámetro.

También se describieron los daños por defoliación en ambas especies de *Plumeria spp* (Figura 2)



Figura 2 Árboles de *P.rubra* y *P.obtusa* muestreados. (Fuente: tomada por el autor).

Además, en congruencia con la aparición de ataques larvales, se condujeron dos muestreos nocturnos durante el mes de noviembre de 2018. Se realizaron muestreos desde las 5:00 pm cuando oscurecía hasta las 8:00 pm según lo muestra la metodología de Cruz y Barro (2015). Para ello se construyeron artesanalmente trampas de luz con una base de 1 m² confeccionada de madera y polietileno transparente , las que se instalaron en noches correspondientes a la luna nueva o cercana a esta fase lunar, acorde al criterio de Summerville *et al.* (2006) para la recolecta de este grupo taxonómico. Se dispuso de una lámpara LED, de 50 W y se colocaron en dos puntos equidistantes del JBM con predominio de áreas abiertas, poca vegetación y cercanos a los árboles de *Plumeria* para garantizar la atracción de las polillas hacia la fuente de luz (Figura 3).



Figura 3. Muestreos nocturnos para la captura de adultos de esfíngidos. (Fuente: tomada por el autor).

3.3 Identificación taxonómica de larvas y adultos de Sphingidae

Las larvas se identificaron mediante las claves genéricas de la familia Sphingidae, se describió la coloración, morfometría y patrón quetotáxico. Posteriormente, las larvas se trasladaron al laboratorio de Fisiología Vegetal y se estableció una cría artificial. Para ello se depositaron los individuos en placas Petri, se alimentaron los instares larvales a partir de hojas sanas de *Plumeria spp* y se describieron las fases de prepupa y pupa.

Al emerger los adultos, se describió color corporal en la vista dorsal y ventral, así como estructuras morfológicas externas asociadas a la cabeza (tipo de antena) , cuerpo y alas que representan muchas veces homoplasias (convergencias y paralelismos)

Posteriormente se les ocasionó la muerte por congelación e inmediatamente se montaron los adultos con alfileres entomológicos y se colocaron expansionadores para extender las alas según Ramos (2017) y describir minuciosamente la venación alar (Figura 4).



Figura 4. Montaje de adultos: revisión de escamas alares. (Fuente: tomada por el autor).

Para la descripción de géneros y especies, se consultó además las estructuras que conformaron la genitalia de los machos.

3.4 Descripción de la etología de las especies de esfíngidos halladas en el JBM.

En condiciones de campo se describieron los índices de infestación larval por planta, según tipo de hospedante. Con el auxilio de un marco de madera situado bajo la copa de los árboles se cuantificó además el número de pupas por m^{-2} de suelo.

Ante la aparición de larvas, en horas tempranas de la mañana se desarrollaron muestreos y se describió el por ciento del área foliar afectada. Para ello se dividieron visualmente en cuatro cuadrantes el diámetro de las copas y se contaron las hojas con lesiones por masticación.

3.5 Determinación de la tasa de consumo foliar diario en especies de esfíngidos asociados a *Plumeria* spp.

El estudio se inició en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad de Matanzas según las metodologías de Rivas y Martínez (2012). Se estableció una cría artificial de *I. rimosa* y *P. tetrio* en condiciones semi controladas a

partir de larvas sanas recolectadas en campo. Los ejemplares se separaron por especie y se individualizaron en placas Petri, alimentados con hojas de *P. rubra*. De la primera generación obtenida, se seleccionaron 5 larvas de cada especie tomadas a partir de la muda de la cápsula cefálica del tercer y cuarto instar, por ser estos los estadíos informados con mayor actividad alimentaria y capacidad defoliación.

Bajo un diseño experimental totalmente aleatorizado las larvas L4 fueron confinadas a condiciones obligatorias de alimentación en el interior de placas Petri de 15 cm de diámetro (Marrero y Borges, 2013). Como alimento, se suministró diariamente 5 cm² de hojas de *P.rubra*, proveniente de plantas sanas del campo universitario. Se determinó el consumo foliar en 10 individuos de cada especie de esfíngido y se cuantificó el consumo en cinco réplicas por cada larva. Las partes foliares no consumidas se retiraron diariamente y se roturaron sobre papel milimetrado. Las impresiones foliares rotuladas se escanearon con la ayuda de un Scanner digital Cannon y posteriormente se cuantificaron las áreas defoliadas con el Software AutoCad Architecture versión 2016, al considerar la diferencia poligonal del remanente de tejido foliar no ingerido (Figura 5 c)

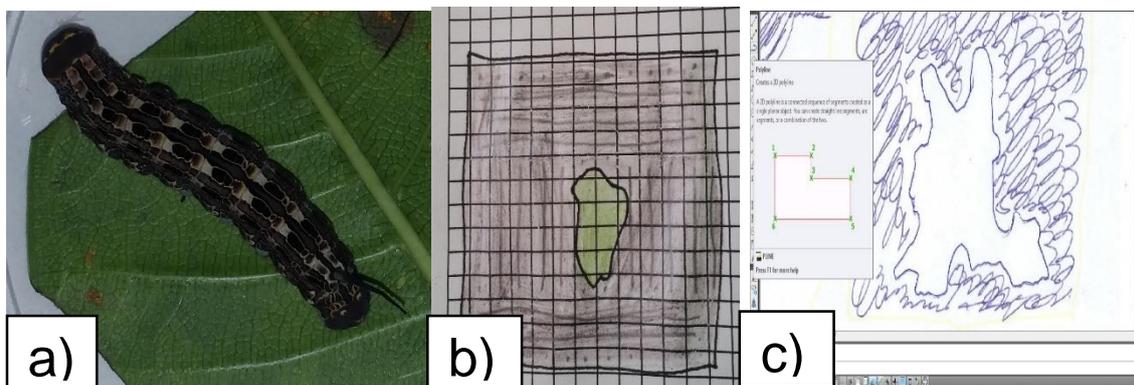


Figura 5. a) Determinación del consumo foliar diario por larvas b) área sombreada en verde indica remanente del tejido foliar no consumido; c) salida del software con cálculo de área foliar. (Fuente: tomada por el autor).

Los resultados del consumo foliar se analizaron y procesaron mediante un Análisis de Varianza; se cuantificaron además los valores máximos de consumo foliar por especie. Las medias del área foliar consumida se decimaron

mediante el test de rangos múltiples de Duncan al 5 %, análisis disponibles en el paquete estadístico Statgraphic versión 5.0.

3.6 Evaluación del Coeficiente de utilización del alimento por larvas de esfíngidos.

El ensayo se condujo bajo condiciones de alimentación similares al experimento anterior, acorde a la metodología de Fernández (1973). Mediante una balanza analítica Sartorius® con precisión de 0,1 mg, se determinó previamente el peso fresco de las hojas de *Plumeria rubra* colocadas como alimento. A cada larva se le suministro diariamente el alimento y transcurridas 24 horas se tararon las hojas, excrementos y remanentes de alimentación, datos con los que se cuantificó el coeficiente de utilización del alimento (CUT) de cada individuo, según la fórmula de Jasic y Macko,1961 referida por Fernández (1973).

$$\text{CUT} = (\text{PHI} - \text{PE}) / \text{PHI}$$

Donde:

PHI: masa de la hoja ingerida.

PE: masa del excremento.

IV. Resultados y discusión

4.1 Identificación taxonómica de larvas, pupas y adultos de *Pseudosphinx tetrio*.

Los muestreos de campo posibilitaron la captura de dos especies de esfíngidos en su estado larval, las cuales se caracterizaron por su gran tamaño el cual alcanza hasta 6,3 cm. Se encontraron individuos con colores llamativos, cuerpo negro con bandas o anillos amarillos y cabeza roja-naranja. (Figura 6)



Figura 6. *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus 1771). (Lepidoptera: Sphingidae) sobre *Plumeria rubra* en el Jardín Botánico de Matanzas. (Fuente: tomada por el autor).

La forma larvaria es una gran oruga de hasta 15,0 cm de longitud con un proceso espiniforme en el 8vo segmento abdominal. La característica descrita para los individuos se corresponde con lo notificado para la familia Sphingidae según Moré *et al.* (2005). La larva tiene colores llamativos; predomina negro con aposemático (advertencia) bandas amarillas y una cabeza roja-naranja.

Las larvas son de color negro aterciopelado con anillos amarillos y una cabeza de color naranja rojizo. Pueden alcanzar longitudes de hasta 6 pulgadas. El 'cuerno' negro ubicado en el segmento abdominal 8 tiene aproximadamente una pulgada de largo y está ubicado en un 'botón' naranja elevado. Las patas torácicas y los largos son de color naranja con manchas negras. Las larvas recién mudadas son de color amarillo claro y gris oscuro en anillos transversales alternos; Varias horas después de la muda, las larvas se convierten en su coloración típica amarilla y negra (Figura 6).

La cría artificial de las larvas alimentadas con *Plumeria rubra* permitió la obtención de pupas que recién formadas (prepupas) son amarillas, y después de dos a tres horas aparecen dorsalmente manchas marrones. La coloración pupal eventualmente se oscurece a un marrón amarillento con rayas laterales oscuras en el tórax y anillos en el abdomen. El color final después del endurecimiento total es un marrón rojizo oscuro (Figura 7 b).

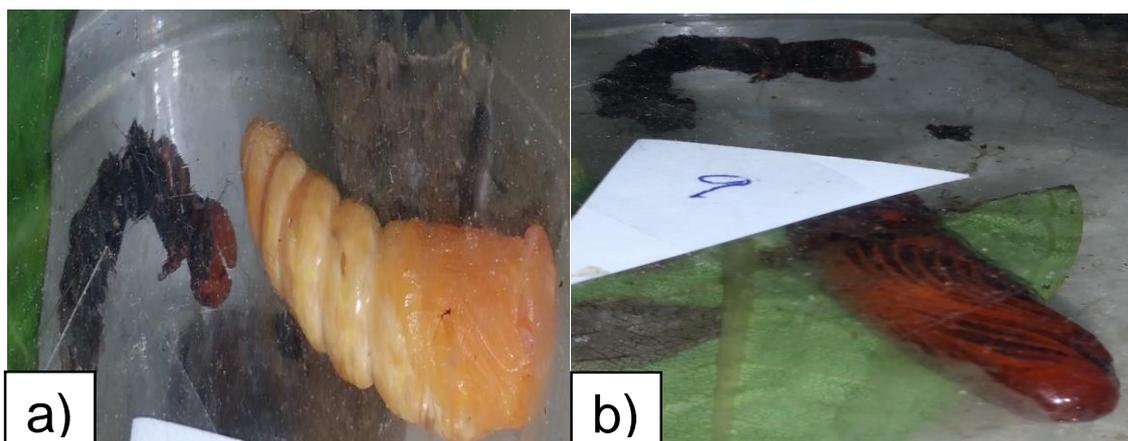


Figura 7. a) Prepupa , b) pupa de *P. tetrio*. (Fuente: tomada por el autor).

El estudio de laboratorio corroboró la obtención de polillas adultas de 6 cm con cuerpo de color gris y bandas grisáceas, blancas y negras. Se observaron antenas filiformes, engrosadas y con un gancho puntiagudo en el extremo distal del pedicelo. Las alas superiores son tonalidades marrones y grises El abdomen con franjas amarillas transversas en los esternitos. Además el margen anterior dorsal es marrón con una mancha oscura en la base del margen costal y marcas grises y blancas borrosas. El ala posterior dorsal es marrón oscuro con blanco a lo largo del margen interno y la mitad inferior del margen externo. El cuerpo está rayado con bandas transversales de color gris-blanco y negras más anchas (Figura 8).



Figura 8. Adulto de *P. tetrio* emergido de la pupa. (Fuente: tomada por el autor).

La envergadura de la polilla es 12,7-14,0 cm con hembras generalmente siendo de color más claro y ligeramente más grande que los machos.

La descripción en laboratorio del ciclo de vida del insecto permitió confirmar la identidad taxonómica de *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus 1771) Lepidoptera: Sphingidae, en coincidencia con lo informado para esta especie por Dunford y Bárbara (2005) y Susanleachsnyder (2016).

Es de significar que el hallazgo de esta especie de esfíngido sobre *Plumeria spp*, coincide con Bruner y Scaramuza (1975) quien la reportó en Cuba por primera vez.

Silva *et al.* (2017) coincidieron en especificar en Brasil a *Pseudosphinx tetrio* como una plaga clave en las plantas ornamentales y en particular de *Plumeria spp*. Esta tiene un cuerpo negro con anillos amarillos, propatas abdominales de color naranja, posee un proceso espiniforme en el 8vo segmento abdominal. Las hembras son usualmente más grandes que el macho y de color más claro con expansión alar entre 12,7 y 14,0.

En Paraguay, según Ríos y Drechsel (2017), aunque no fue posible criar ejemplares desde la puesta, al menos se ha podido registrar un estadio pupal de 22 días para uno de los individuos encontrados en Asunción, coincidente

con la duración promedio documentada para la especie en Puerto Rico (Santiago-Blay, 1985)

No se conoce ninguna planta forrajera nativa de *P. tetrio*, pero Dunford y Bárbara (2005) mencionan *Rhabdadenia biflora* como probable alimento en Florida. Cock (2008) plantea la cuestión de si *P. tetrio* es realmente nativo en Trinidad y Tobago o podría extender su propia área con la propagación de *Plumeria spp.* como planta ornamental.

El reciente hallazgo de un macho bastante fresco en Fortín Toledo fue sorprendente porque no existen plantas de *Plumeria spp.* en la cercanía, pero si varias especies de los géneros *Rhabdadenia* y *Thevetia* se presentan como posibles plantas forrajeras.

Una inmigración de alrededor de 70 km de distancia de los centros urbanos de las colonias menonitas sería posible. Si la sospecha de Cock (2008) es cierta de que la distribución actual de la especie es el resultado de la propagación de las *Plumeria spp.* como planta ornamental

En América del Norte, la especie solo se encuentra en los estados del sur, pero existen registros de adultos mucho más al norte en Nebraska, Pensilvania y Connecticut (Dunford y Bárbara, 2005; Cock, 2008). Parece que *P. tetrio* realiza migraciones en algunos años.

4.2 identificación taxonómica de *Isognathus rimosa*.

Resultado de interés el hallazgo de defoliaciones intensas sobre *Plumeria spp* provocadas por larvas de gran tamaño, de color carmelita-grisáceo con el primer segmento torácico abdominal amarillo, tres líneas negras longitudinales y patas y pseudopatas blanco-grisáceas (Figura 9).



Figura 9. Larva de *Isognathus rimosa* Grote (Lepidoptera: Sphingidae). (Fuente: tomada por el autor).

Las hembras ponen sus huevos sobre Frangipani (especies de *Plumeria*), incluyendo *Plumeria rubra* en Puerto Rico, en Cuba sobre *Plumeria alba*, *Plumeria obtusa* y *Plumeria rubra*. Se pueden encontrar las larvas al conformar el capullo entre desperdicios de hoja.

Las larvas o estados juveniles de *I. rimosa* también tienen una fisionomía muy particular. En primer lugar, se le distingue por el cuerno situado en el octavo segmento abdominal.

La cría de larvas en laboratorio posibilitó la obtención de pre-pupas que es de color amarilla y blanca cuando es nueva y después de dos a tres horas cuando se endurece marrón, negro y amarillo que se extiende por toda la pupa (Figura 10 b).

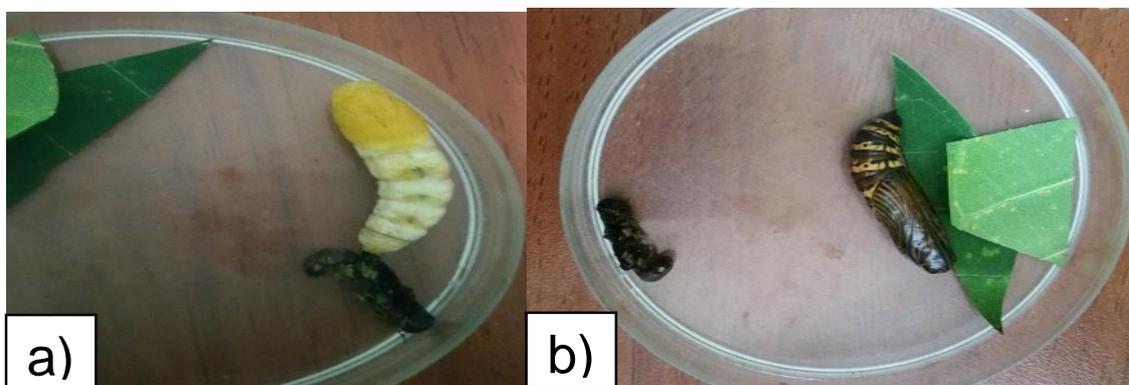


Figura 10. a) Pre-pupa y b) Pupa de *I. rimosa*. (Fuente: tomada por el autor).

Las pupas obtenidas en laboratorio demoraron entre 19-21 días para que emergiera la polilla. Asimismo se obtuvieron varios adultos en donde la hembra y el macho difieren ligeramente. La primera es más robusta y oscura que el macho. Ambos sexos poseen bandas transversales de color blanco y negro en el abdomen. Las alas posteriores son amarillo claras, a excepción del margen externo que recorre una banda parda oscura (Figura 11 a)

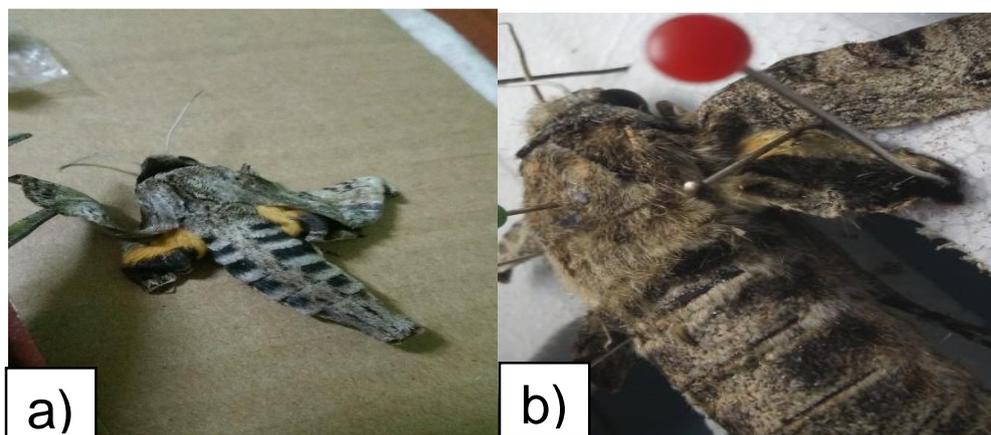


Figura 11. Adulto macho de *I. rimosa* a) vista dorsal b) Patrón alar. (Fuente: tomada por el autor).

Los adultos emergidos alcanzaron 5 mm de envergadura, pre poseen bandas transversales de color blanco y negro en el abdomen. Las alas posteriores son amarillo claras, a excepción del margen externo que recorre una banda parda oscura. Las alas posteriores son pequeñas y redondeadas y habitualmente están ocultas cuando el insecto reposa.

Se confirmó en el laboratorio la escama M3 del ala posterior tiene una banda amarilla con un borde oscuro incompleto en el margen externo. Pueden tener vivos colores. El abdomen, bastante grueso, termina en punta. Los ojos son prominentes y las antenas, gruesas, terminan en gancho.

La literatura cita como caracteres diagnóstico que el margen superior del ala anterior de la hembra es más carmelita grisáceo en la mitad frontal y Carmelita oscuro en la mitad, aunque el margen superior del ala anterior en el macho es amarillo grisáceo o carmelita grisáceo. Ambos sexos tienen escamas con fuertes marcas oscuras. El lado superior de las alas posteriores en ambos sexos es amarillo con un borde incompleto oscuro sobre el margen externo

(Skillmoths, 2016). Alcanza una expansión alar de aproximadamente 10,2 cm, las hembras pueden alcanzar mayor tamaño y superan a los machos.

4.3 Descripción de la etología de las especies de esfíngidos halladas en el JBM.

Las larvas de *I. rimosa* y *P. tetrío* se encontraron entre los meses de octubre a enero, etapa en la cual ocasionaron defoliaciones excesivas sobre los árboles de *Plumeria spp.* En conteos a plantas aleatorias se determinó un número de individuos de 27 larvas ente las dos especies por árbol en donde *P. tetrío* se caracterizó por ser la más abundante. Es de destacar que se encontraron larvas en el suelo, tronco del árbol y las hojas (Figura 12).



Figura 12. Larva de *I. rimosa* en el tronco de *P. rubra*. (Fuente: tomada por el autor).

Es de destacar que las principales diferencias morfológicas entre *Pseudosphinx tetrío* (Figura 6) e *Isognathus rimosa* (Figuras 9 y 12) radican en su estado larvario principalmente en el color de su cabeza y el cuerpo pues *P. tetrío* tiene un color negro aterciopelado con anillos amarillos y una cabeza de color naranja rojizo mientras que *I. rimosa* es de color carmelita oscuro con rallas oscuras verticales y una cabeza carmelita con un anillo amarillo.

La guía ilustrada de las larvas (Figuras 6, 9 y 12) permite capacitar a los investigadores del JBM para reconocer la plaga en campo y tomar medidas de manejo.

El desarrollo de capacidades para la conservación y la educación, tanto de los nuevos jardines como de los ya existentes, es la principal prioridad para ayudar a asegurar la conservación de la diversidad de las plantas. Para ello es vital conocer y manejar las plagas insectiles de las plantas ornamentales. Durante las últimas décadas, los jardines botánicos han reconocido la necesidad de aceptar el reto de llevar a cabo una misión global para la conservación. Esta misión fue expresada colectivamente por primera vez en la Estrategia para la Conservación en Jardines Botánicos (BGCI, 2000), la cual fue ampliamente contribuida, revisada y recibida por los jardines botánicos.

4.4 Daños en campo.

En relación a la defoliación, se debe denotar que hubo una drástica reducción del área foliar en plantas afectadas, que en comparación con árboles sanos (Figura 14 a), mostraron alrededor de un 50% daños, donde se evidenció una severa afectación estética en el campus universitario (Figura 14 b).

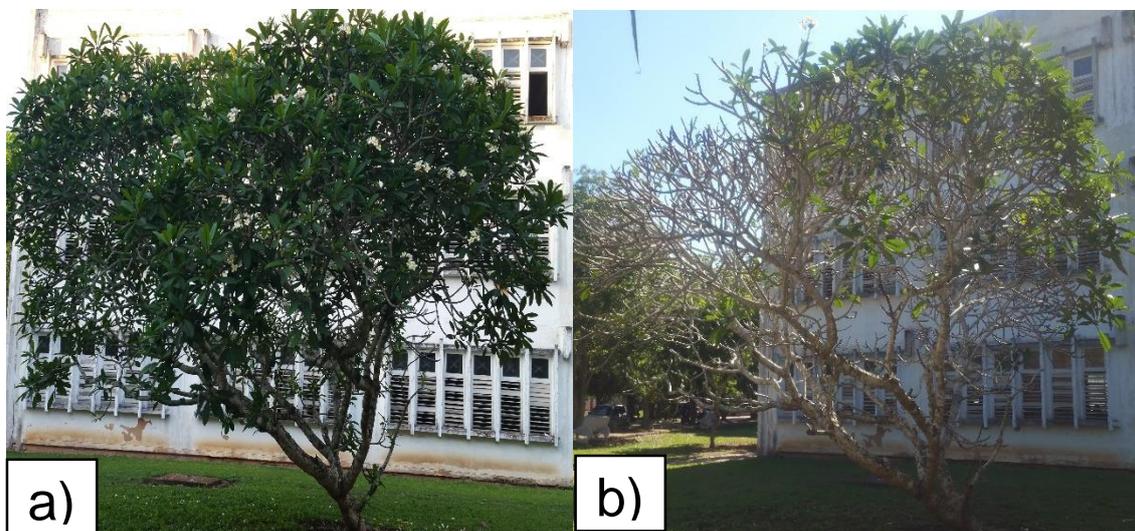


Figura 14.a) Planta sana de *P. rubra* b) Planta dañada de *P. rubra*. (Fuente: tomada por el autor).

En esta familia botánica se encuentran árboles, arbustos, hierbas erectas o escandentes y lianas, con látex blanco, transparente, amarillo, de color crema a rojizo o anaranjado; tallos cilíndricos, aplanados o angulados, algunas veces

suberosos, con o sin coléteres intra e interpeciolares, algunas veces muy desarrollados.

Poseen hojas simples, opuestas, subopuestas, alternas o verticiladas, algunas veces dispuestas en espiral, pecioladas o sésiles, estípulas raramente presentes, algunas veces con coléteres en la vena media, ya sea agrupados en su base o distribuidas a lo largo del nervio central, o bien, dispuestos a lo largo del peciolo. Sus láminas son glabras o pubescentes, con el margen entero, con venación generalmente broquidódroma, a veces eucamptódroma

Los daños ocasionados por estas larvas en *Plumeria spp* son considerables a pesar del látex blanco y tóxico que produce no es suficiente para disuadir el apetito voraz de estos esfíngidos según lo demuestra la investigación de Meerman (2002)

Es de destacar que la planta con más con mayor cantidad de larvas encontradas fue *Plumeria rubra* en comparación con *Plumeria obtusa*, esto pudiera darse por el tamaño de las hojas o de la planta misma, debido a esto *P. rubra* fue la planta más afectada por estos ataques de larvas.

A pesar de la defoliación severa ocasionada por estas larvas la planta sobrevivió al ataque al recuperar gran parte de las hojas perdidas en cuatro meses lo cual concuerda con la investigación de (Mariposas y Polillas de América del Norte, 2016).

4.5 Etología de *I.rimosa*.

Esta especie es muy abundante. Se le captura de abril hasta mediados de octubre. Se describe que los estadíos iniciales pueden secretar a través de cualquier parte del exoesqueleto una sustancia amarillenta cuando se les molesta.

Las larvas han sido grabadas alimentándose de *Plumeria rubra* en Cuba y en Puerto Rico sobre *Plumeria alba*, *Plumeria obtusa* y *Plumeria rubra* (Bruner y Scaramuza, 1975).

Este hallazgo difiere de Skillmoths (2016) quien observo hay generaciones múltiples por año en los trópicos. En Arizona, los adultos han sido anotados en agosto. Se alimentan de néctar de flores, incluyendo petunias (Skillmoths, 2016). Esta capacidad también la tienen los primeros estadios de *I. rimosus* en Chamela, aunque la secreción que producen es transparente. En relación al Tiempo de vuelo, se expresa que hay algunos vuelos durante todo el año en los trópicos. Esta especie aparece en Arizona en el mes de agosto.

En relación a su reproducción, las hembras llaman a los machos mediante feromonas liberadas en una glándula en la punta del abdomen. Los adultos se alimentan de néctar en flores, incluyendo a especies ornamentales como *Petunia sp.*

4.6 Comportamiento de *P.tetrio* en campo.

Conteo de pupas

Al cuantificar el número de pupas por m² de suelo, se encontró un promedio de cinco pupas alrededor de la planta afectada, las cuales mostraron coloración marrón rojizo oscuro (Figura 15).



Figura 15. Infestación pupal de *P. tetrio*: densidad de 5 pupas por m² de suelo. (Fuente: tomada por el autor).

Similar resultado se informó por Susanleachsnyder (2016), quien describió esta característica diagnóstico de la especie *P. tetrio*

Estas pupas se caracterizan por su gran tamaño y peso por lo que en la siguiente tabla se muestra el promedio de estos individuos en condiciones naturales (Tabla 1).

Tabla 1. Características de las pupas de *P. tetrio*

Individuo	Largo(cm)	Diámetro (cm)	Peso (g)
1	6	1	12,27
2	7,7	1,5	15,5
3	7,6	1,4	16,06
4	7,5	1,2	10,38
5	7,1	1,1	10,07
Promedio	7,18	1,24	12,86

Estos valores reflejados en esta tabla evidencian el gran tamaño de las larvas en relación a las defoliación que producen al alimentarse de *Plumeria spp* lo que justifica el gran tamaño de los adultos criados en laboratorio tal como se muestra en la figura 8.

Época de aparición de *P. tetrio*.

Según Cruz y Barro (2015) en la investigación Diversidad de los ensambles de esfíngidos (Lepidoptera: Sphingidae) de un bosque siempreverde mesófilo, Sierra del Rosario, Cuba; encontraron a *I. rimosa* durante diciembre. Además, describen su incidencia con un 11 % de aparición y la señalaron como especie de ocurrencia accidental por presentar frecuencia de aparición 0-24 %.

Otro antecedente se ve de manifiesto en la investigación realizada por Núñez (2007) en donde ofrece una lista de las especies del orden Lepidoptera registradas hasta el momento de la reserva ecológica Siboney- Juticí, en donde se identificó en la misma la presencia de *Isognathus rimosa* capturada entre el 13-15 de noviembre de 2005.

4.7 Consumo foliar diario de larvas de esfíngidos.

Durante el experimento del consumo foliar diario de estas larvas se evidenció una gran diferencia entre *P.tetrio* e *I. rimosa* poniéndose de manifiesto la gran capacidad voraz de esta primera especie por lo cual se deben tomar medidas para evitar los daños que esta pueda producir en los árboles de *P. rubra* y *P. obtusa* (Figura 16)

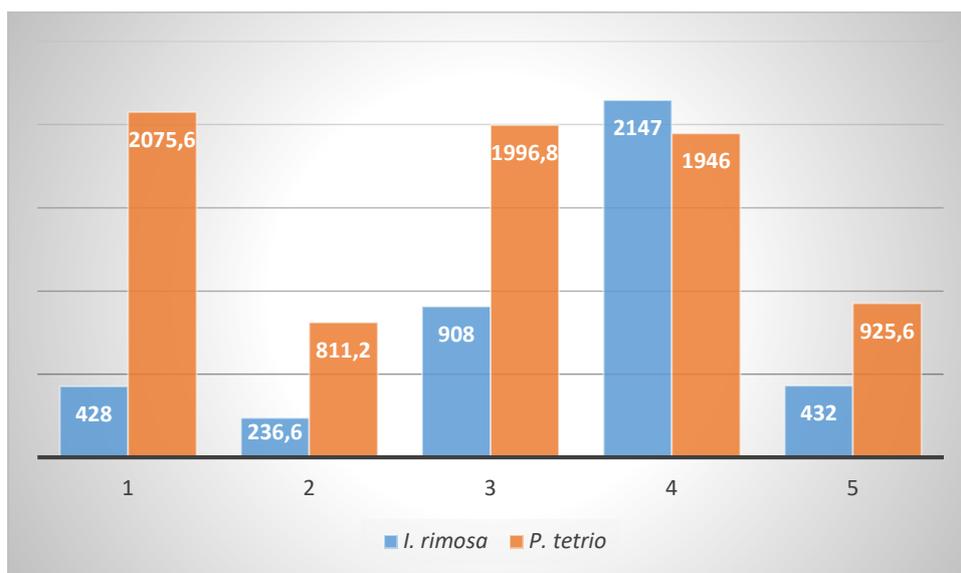


Figura 16. Superficie foliar diaria consumida (mm²) por larvas de esfíngidos.

La superficie foliar promedio consumida por *I. rimosa* en 24 horas fue de 830,32 mm², muy inferior a la media del área consumida por larvas de *P. tetrio* la cual consumió casi el doble con 1 550,84mm² diarios, en donde se evidenció diferencias estadísticas significativas (Tabla 2).

Tabla 2. Consumo promedio de la superficie foliar en 24 horas de larvas de *I. rimosa* y *P. tetrio*.

Especies	Mínimo (mm ²)	Máximo (mm ²)	Superficie foliar consumida (mm ²) X±ES
<i>I. rimosa</i>	0,0	3 275,0	830,32 ± 183,379 a
<i>P. tetrio</i>	0,0	3 650,0	1 550,84 ± 245,343 b

Medias con superíndices diferentes en una misma columna indican diferencias estadísticas significativas Prueba Duncan p 0,005

Los elevados consumos foliares corroboraron las defoliaciones severas observadas en campo por esta especie (Figura 14 b)

4.8 Coeficiente de utilización del alimento

Tal como se observa en Tabla 3 las larvas de *I. rimosa* consumieron menos cantidad de gramos de hojas en comparación con *P. tetrio* aunque estas últimas tuvieron remanentes elevados lo cual constituye un factor fundamental para el cálculo del índice de coeficiente de utilización del alimento.

Tabla 3. Comportamiento alimentario en larvas de esfíngidos.

Individuo	Peso del alimento brindado (g)	Remanente Excremento (g)	Consumo
<i>I. rimosa</i>	1,664	0,016	1,583
<i>I. rimosa</i>	1,856	0,022	1.269
<i>I. rimosa</i>	2,386	0	0
<i>I. rimosa</i>	3,125	0,480	3,125
<i>I. rimosa</i>	1,369	0,026	0
<i>P. tetrio</i>	5,876	0,723	5,876
<i>P. tetrio</i>	2,810	0,459	2,810
<i>P. tetrio</i>	5,129	0,802	5,129
<i>P. tetrio</i>	3,704	0,532	3,518

Estos resultados permitieron describir CUT en donde para las larvas de *I. rimosa* se obtuvieron valores superiores del coeficiente de utilización del alimento (Figura 17) que alcanzaron un índice de 0,98, coeficiente cercano a la unidad (coeficiente óptimo de utilización), aspecto que evidencia una elevada eficiencia metabólica. Para las larvas de *P. tetrio* se obtuvieron valores también elevados en el rango de 0,83-0,87, destacar que estas durante el experimento consumieron más del doble de alimentos que *I. rimosa* pero la gran cantidad de excreta que produjeron evidencia que estas poseen elevados procesos catabólicos por lo que tienen que suplir esa energía con mucho alimento.

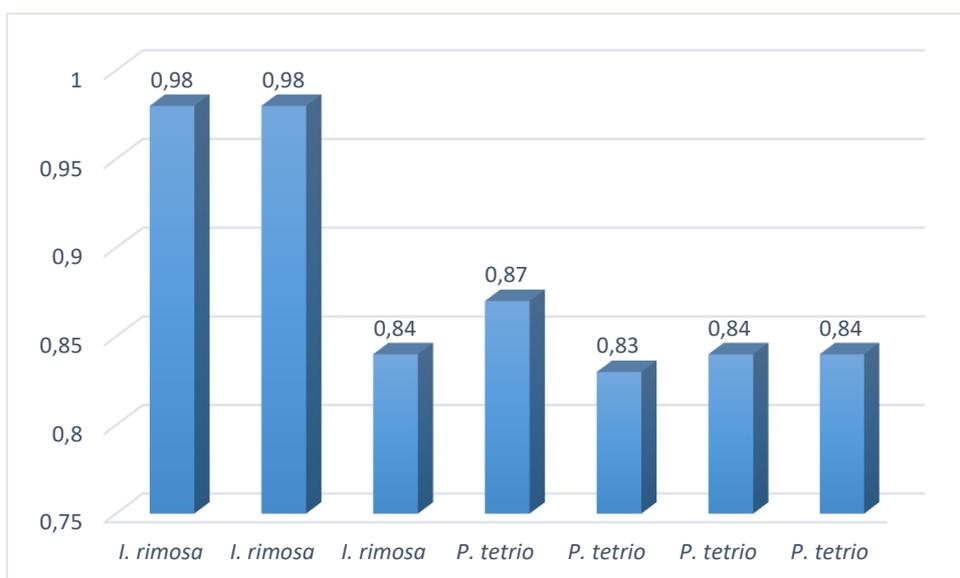


Figura 17. Coeficiente de utilización de alimento en larvas de esfíngidos.

Desde el punto de vista biológico esta actividad alimentaria se justifica a partir de la pequeña cantidad de excretas producidas por las larvas durante el proceso de alimentación, lo que expresa una menor cuantía de los procesos catabólicos que ocurren en el organismo y se traduce a su vez en una mayor conversión del alimento durante el desarrollo de las larvas (Centro Nacional de Sanidad Vegetal, 2001).

Estos resultados son muy superiores a los de Rivas y Martínez (2012) los cuales obtuvieron en larvas de *Manduca sexta* una actividad metabólica medianamente eficiente al registrarse como promedio un índice de 0,63, por debajo del coeficiente óptimo de utilización del alimento. Este valor se encuentra en el rango cercano a la unidad, mientras que para las larvas de *Heliothis* spp. se obtuvieron valores superiores del coeficiente de utilización del alimento que como promedio alcanzaron un índice de 0,81.

Dado los elementos evaluados en el estudio, *P.tetrio* evidenció el mayor consumo foliar promedio en 24 horas y la de mayor homogeneidad en la actividad de alimentación, mientras que *I.rimosa* registró el mayor coeficiente de utilización del alimento.

El conjunto de resultados arribados en los estudios de campo y laboratorio demuestran que tanto *P.tetrio* como *I.rimosa* representa insectos plagas claves de *Plumeria obtusa* y *P. rubra*, por lo que hace necesario capacitar a los investigadores del JBM entorno al reconocimiento de esta plaga y encauzar medidas de manejo integrado de plaga para evitar los daños económicos que ocasionan

V- Conclusiones

- 1- Asociados a *Plumeria obtusa* y *P. rubra* se hallaron a los esfíngidos *Pseudosphinx tetrio* L. e *Isognathus rimosa* G, ambos ocasionaron severas defoliaciones que afectaron la estética del JBM.
- 2- Se encontraron índices de infestación de 27 larvas por planta y 5 pupas m² en el suelo, así como 50 % de defoliación.
- 3- Las larvas se encontraron en los meses de octubre a enero, favorecido por las bajas temperaturas y escasas precipitaciones.
- 4- *P. tetrio* mostraron elevada voracidad sobre el follaje de la *Plumeria spp*, al consumir diariamente 1 550,84 mm², mientras que *I.rimosa* aunque mostro inferior tasa de consumo foliar evidencio mejor aprovechamiento del alimento con un índice de 0,98 CUT.

VI- Recomendaciones:

- 1- Facilitar la guía descriptiva de ambos esfíngidos para la capacitación de obreros e investigadores del JBM entorno al manejo de esta plaga.
- 2- Continuar monitoreos nocturnos a partir del mes de octubre para el hallazgo de los adultos y verificar su posible role como polinizadores de *Plumeria spp.*
- 3- Desarrollar muestreos sistemáticos para la detección oportuna de la plaga y de entomófagos que permitan disminuir la severidad del ataque.

VII- BIBLIOGRAFIA.

1. Aizen, M. A., Vázquez, D. P. y Smith-Ramírez, C. 2002. Historia natural y conservación de los mutualismos planta-animal del bosque templado de Sudamérica austral. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75(1): 79-97.
2. Arce, H., Sánchez, L., Slaa, J., Sanchez-Vindas, P., Ortíz, A., Van Veen, J. y Sommeijer, M. 2001. árboles melíferos nativos de Mesoamérica. PRAM-CINAT-UNA-UU, Heredia, Costa Rica.
3. Bárbara, KA y Dunford, JC 2005. Tetrío Sphinx, Esfinge gris gigante, Frangipani Hornworm, *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus) (Insecta: Lepidoptera: Sphingidae). Libro electrónico. 2ª ed. Florida: Entomología y Nematología. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu> .
4. Balcázar-Lara, M.A. 2016. Polillas esfinge (Sphingidae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. México, pp. 376-381.
5. Barro A. y R. Núñez. 2011. Lepidópteros de Cuba. Spartacus-saatio. Vaasa. 228pp.
6. Barro, A y R. Núñez. 2011. Esfíngidos y otras polillas afines. En: A. Barro y R. Núñez (eds.): *Lepidópteros de Cuba*. pp. 102-114. Spartacus, Finlandia.
7. Benítez, H. A., Vargas, H. A. y Püschel, T. 2015. Left–right asymmetry and morphological consequences of a host shift in the oligophagous Neotropical moth *Macaria mirthae* (Lepidoptera: Geometridae). *Journal of Insect Conservation*, 19(3), 589-598.
8. Bocaz-Torres, P., Angulo, A.O. y Parra, L. E. 2013. Diversidad de macrolepidópteros nocturnos de la Reserva Nacional Nonguén (Región del

- Biobío, Chile) (Insecta: Lepidoptera). *SHILAP Revista de Lepidopterología*, 41(163), 337-347.
9. Botanic Garden Conservation Internacional (BGCI). 2000. El Manual Técnico Darwin para Jardines Botánicos. Londres, Reino Unido. 4p
 10. Bruner, C.S., Scaramuzza, O. 1975. Catálogo de los insectos que atacan las plantas económicas de Cuba. 2da Edición, 379 pp
 11. Carrera, M. 1980. *Entomología en su caso* 6ª edición. Sao Paulo: Librería Nobel SA 185p
 12. Capote, R. P., L. Menéndez, E. E. García, D. Vilamajó. 1988. Flora y Vegetación. En: R. A. Herrera, L. Menéndez, M. E. Rodríguez y E. E. García (Eds.) *Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba: Proyecto MAB No1*. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana. 760 pp.
 13. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). 2001. Programa de defensa cultivo del tabaco. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba; 1-11.
 14. Chandrashekhar, P., A. Patil, A. Borase, B. Slunke y R. Salunke. 2012. Larvicidal activity of silver nanoparticles synthesized using *Plumeria rubra* plant latex against *Aedes aegypti* and *Anopheles stephensi*. *Parasitol Res.* 110: 1815-1822.
 15. Chey, V. K. 2010. Moth diversity in the tropical rain forest of Lanjakentimau, Sarawak, Malaysia. *Malayan Nat. J.* 54: 305-318.

16. Choi, S. W. 1999. Taxonomic review of a new genus, *Diathera* gen. n., from Southeast Asia (Lepidoptera, Geometridae: Larentiinae). *Journal of Natural History*, 33(7), 1039-1048.
17. CITMA. 2016. Folleto Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba Tarea Vida, pp, 10.
18. Clariza, A.S.; Ronald, D. C. 2008. Catálogo de especies de Sphingidae (Lepidoptera) en Honduras. 49(1):103-117.
19. Correa-Carmona, Y.; Vélez-Bravo, A. y Wolff, M. 2015. Current status of knowledge of Sphingidae Latreille, 1802 (Lepidoptera: Bombycoidea) in Colombia. *Zootaxa*, 3987(1): 1-73.
20. Cock, M.J.W. 2008. *Pseudosphinx tetrio* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae) in Trinidad and Tobago. *Living World. The Trinidad and Tobago Field Naturalists' Club* p: 49-52.
21. Cruz, D. 2012. Diversidad y variación de la composición y abundancia de los ensambles de esfíngidos (Lepidoptera: Sphingidae) de un bosque siempreverde mesófilo, Sierra del Rosario, Cuba. Tesis de Diploma. Facultad de Biología, Universidad de La Habana. 74pp.
22. Cruz, D.F y Barro, A.C. 2015. Diversidad de los ensambles de esfíngidos (Lepidoptera: Sphingidae) de un bosque siempreverde mesófilo, Sierra del Rosario, Cuba. *Revista cubana de Ciencias biológicas*. 4 (1):27-35.
23. Cruz, M.; V. Marrero; B. Cruz; T. Díaz. 2009. Picudo verde azul de los cítricos (*Pachnaeus litus* Germar) como agente causal de daño en *Gerberajamesonii* Bolus. *Fitosanidad* 13(3):219-220, Cuba
24. D'Abbrera, B. 1986. *Sphingidae Mundi: Hawkmoths of the World*. E.W. Classey Ltd., Oxon, 266 pp.

25. De Viedma, M. G., Baragaño, J. R. y Notario, A. 1985. *Introducción a la entomología*. Madrid, España: Editorial Alhambra.
26. Denis, D. y U. Olavarrieta. 2011. Existe isomorfía en los huevos de las especies de la familia Ardeidae (Aves, Ciconiiformes). *Animal Biodiversity and Conservation*. 34(1): 35–45.
27. Duarte, M., L. F. Carlin y G. Marconato. 2008. Light-attracted hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae) of Boracéia, municipality of Salesópolis, state of São Paulo, Brazil. *CheckList*. 4(2): 123–136.
28. Enríquez, A. 2000. Flora y Vegetación de la Reserva Ecológica Varahicacos. Península de Hicacos. Varadero. Tesis presentada en opción al grado académico de Máster en Botánica, Mención Plantas Superiores. Jardín Botánico Nacional Universidad de la Habana. 16 p.
29. Enríquez, A., L. Robledo y W. Ramírez. 2005. Estado actual de las cactáceas de la costa Norte de Matanzas. Jardín Botánico de Matanzas, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas. 10 p.
30. Endress, M. E. 2004. Apocynaceae: Brown and now. *Telopea* 10: 525-541.
31. Endress, M. E., S. S. Liede y U. Meve. 2007. Advances in Apocynaceae: The enlightenment, an introduction. *Ann. Missouri Botanic Gard.* 94: 259-267.
32. Especial Tarea Vida. 2018. Centro Provincial de Información de Ciencias Médicas Mayabeque. 12(3):1-4.

33. Fernández, C.C. 2012. *Plumeria rubra* o flor de mayo, una embajadora parcial. Desde el Herbario CICY 4: 58–60.
34. Fernández M, Jasic J. 1973. Sobre la influencia de la temperatura en el consumo de alimento en larvas de *Spodoptera frugiperda*. *Ciencias Biológicas*. 4(37):1-6.
35. Gabel K. 2003. Frangipani. Cayo Hueso: UF / IFAS Monroe County Extensión Service. (Ya no está disponible en línea)
36. García, F. 2002. *Zoología Agrícola: gestión ecológica plagas*. 2 ° ed. Ampliar: - Porto Alegre: Ed. Rígel, 248p.
37. García-Barros, E., Romo, H., Sarto i Monteys, V., Munguira, M. L., Baixeras, J., Vives Moreno, A. y Yela García, J. L. 2015. Clase Insecta: Orden Lepidoptera. *Revista IDE@-SEA*, 65, 1-21.
38. Genaro, J. A. y A. E. Tejuca 2001. Patterns of endemism and biodiversity of Cuban insects. En: *Biogeography of the West Indies*. C. A. Woods y F. E. Sergile (eds.). CRC Press. Boca Ratón. pp. 77-83.
39. Gribel R, Hay JD. 1993. Ecología de la polinización de la vegetación de *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) en el centro de Brasil cerrado. *Diario de Ecología Tropical* 9: 199-211p.
40. Haber, W. A. y G. W. Frankie. 1989. A tropical hawkmoth community: Costa Rica Dry forest. Sphingidae. *Biotropica*. 21(2): 155-172.
41. Heppner, J. B. 1991. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera*, 2(suppl. 1), 1-85.

42. Hernández, M. 2014. Identificación de las subespecies de *Magnolia cubensis* (Magnoliaceae) mediante análisis digital de imágenes de las hojas. *RCCB*. 3 (2): 53-60.
43. Hernández, N. 2010. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana. 3 p.
44. Holcomb, G. E.; M. C. 2010. Aime: First Report of *Plumeria* spp. Rust Caused by *Coleosporium plumeriae* in Louisiana and Malaysia and *Catheranthus roseus*, a New Host of This Rust», *Plant Disease*, 94(2):272.
45. International Association of Botanic Gardens. 1987. Proceedings. Tenth General Meeting and Conference. Frankfurt, Alemania. 138-142pg.
46. Janzen DH. 1980. Dos potenciales imitadores de serpientes de coral en un bosque tropical caducifolio. *Biotropica* 12: 77-78.
47. Kitching, I.J. 2016. *Sphingidae Taxonomic Inventory*. Disponible en: <http://sphingidae.myspecies.info/> (Consulta 2 de abril de 2019).
48. Kitching, I.; Ledezma, J. y Baixeras, J. 2001. An annotated checklist of the Sphingidae of Bolivia. Una lista comentada de los Sphingidae de Bolivia (Insecta: Lepidoptera). *Gayana*, 65(2): 79-111.
49. Kitching, I., SCOBLE, M. J., Smith, C. R., James, S., Young, R. y Blagoderov, V., 2014. –CATE *Sphingidae*. Disponible en <http://www.cate-sphingidae.org>. (Consulta 3 de abril de 2018).
50. Lara. 1992. *Principios FM de Entomología*. 3º Ed. Jaboticabal: Icone, 331p.

51. Linares, E., Hernández, C.C., Herrera, E. 1994. La educación en los jardines botánicos. Un mundo de ideas. Publicación Especial No. 3.
52. López, N.: «Malezas asociadas a plantas ornamentales», *Fitosanidad*, 13(4):233-235, Cuba, 2009.
53. Mariposas y polillas de América del Norte. 2016. *Butterfliesandmoths.Org*. <http://www.butterfliesandmoths.org/faq/how-long-do-butterflies-and-moths-live> .
54. Marrero, L. 2005. Entomofauna asociada a variedades de soya (*Glycine max* L. Mim): Nocividad, fluctuación poblacional y enemigos naturales de los complejos fitófagos de mayor interés agrícola. (Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias). Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. La Habana, Cuba; 153pp.
55. Marrero, L. A y Borges, A. A. 2013. Consumo foliar de larvas de *Estigmene acrea* (Lepidoptera: Arctiidae) sobre tres variedades de soya (*Glycine max*). *Revista fitosanidad*. 17(1):35-39.
56. Martin, A. 2016. *Hawkmoths of Brazil*. Disponible en: <http://www.brazilhawkmoths.com/> (Consulta 2 de abril de 2019).
57. Martínez, J. 2012. Fundamentos de la Educación Ambiental. Recuperado en : <http://www.unescoeh.org/ext/manual/html/fundamentos2.html>
58. Martínez, I. 2015. Situación ambiental de la Empresa de Productos Lácteos y Confitería de Pinar del Río. *Avances*, 17 (2), abril-junio, 194-202.
59. Meerman JC. 2002. El brote anual de las coloridas orugas del frangipani hawkmoth (*Pseudosphinx tetrio*) . *Biología-Diversidad.info*.

60. Merle H, Suchocki D, Gerard M, Donnio A. 2001. Queratitis por oruga de pelos de *Pseudosphinx tetrio*. *Journal français d'ophtalmologie* 24: 635-639.
61. Minno MC, Darrow HN. 1995. *Pseudosphinx tetrio* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae) en los Cayos de Florida. *Noticias de la Sociedad de Lepidópteros* 1: 5-6.
62. Misof, B., Liu, S., Meusemann, K., Peters, R. S., Donath, A., Mayer, C., Zhou, X. 2014. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science*, 346(6210), 763-767.
63. Moré, M.; Kitching, I.J. y Cocucci, A.A. 2005. *Sphingidae: Esfíngidos de Argentina / Hawkmoths of Argentina*. Literature of Latin America. Argentina. 184 pp.
64. Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M y T- Manuales y Tesis SEA, vol. 1 Zaragoza, 84p.
65. Mulanovuch, A.D. 2007. Guía para el manejo sustentable de las mariposas en el Perú.
66. Nelson, S. 2009. «*Plumeria rust*», Plant Disease PD-61, College of Tropical. Agriculture and Human Resources (CTAHR), Hawaii, EE.UU. Disponible en: <http://www.ctahr.hawaii.edu/freepubs> (Consulta 19 marzo. 2019).
67. Núñez-Bustos, E. 2015. Catálogo revisado y actualizado de Sphingidae de Argentina, con seis nuevos registros (Lepidoptera: Sphingidae). *SHILAP Revista de Lepidopterología*, 43(172): 615-631.

68. Núñez, R. A. 2007. Adiciones a la fauna de lepidópteros de la reserva ecológica Siboney-Juticí, Santiago de Cuba, Cuba (insecta: lepidoptera). 21 (1):70-78.
69. Núñez, R. y A. Barro. 2011. Listado de las especies del orden Lepidoptera en Cuba. pp: 214-224. En: Barro, A. y R. Núñez. (Eds.). Lepidópteros de Cuba. UPC Print, Vasa. 230 pp.
70. Oehlke, B. 2015. *Pseudosphinx tetrio*. *Silkmoths.Bizland. Com*.
71. Otero, M. y M. López 1996. Esfíngidos de cayo Coco, Archipiélago Sabana- Camagüey, y primer registro para Cuba de *Aellops clavipes* (Lepidoptera: Sphingidae) para Cuba. *Cocuyo*, 56: 12-13.
72. Parra, L. E. y Villagrán-Mella, R. 2008. Orden Lepidoptera (mariposas). En Conama (Eds.), *Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos* (pp. 159-165). Santiago, Chile.
73. Pérez, L.; V. R. Fuentes; L. R. González. 2010. Condiciones de cultivo, técnicas de propagación y distribución de las especies cultivadas con fines ornamentales en el municipio de Boyeros, La Habana, Cuba, *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 30-31: 187-201, Cuba,
74. Philip, D.J. 1987. *The Butterflies of Costa Rica and their Natural History*, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press.
75. Rajaei, H., Greve, C., Letsch, H., Stüning, D., Wahlberg, N., Minet, J. y Misof, B. 2015. Advances in Geometroidea phylogeny, with characterization of a new family based on *Pseudobiston pinratanai* (Lepidoptera, Glossata). *Zoologica Scripta*, 44(4), 418-436.

76. Ramírez, W. 2004. Caracterización del Área protegida Punta Guano. Medidas para la conservación de la especie *Coccothrinax borhidiana* Muñiz. Tesis de Diploma, Universidad de Matanzas. 66 p.
77. Ramos-González, M. 2017. *Las mariposas (Insecta: Lepidoptera) depositadas en el Museo de Historia Natural de Concepción, Chile*. Colecciones Digitales, Subdirección de Investigación DIBAM. www.museodehistorianaturaldeconcepcion.cl/640/w3-article-82980.html
78. Ramproshad, S., T Afroz, B. Mondal, R. Khan y S. Ahmed. 2012. Screening of phytochemical and pharmacological activities of leaves of medicinal plant *Plumeria rubra*. *International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry* 2(4):1001-1007.
79. Ríos, S. D y Drechsel, V. 2017. Paraguay Biodiversidad. Nuevos registros de *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus 1771) en el Paraguay (Lepidoptera: Sphingidae). *Revista Paraguay Biodiversidad*. 4(4):60-65.
80. Rivas, A y Martínez, M. 2012. Consumo y coeficiente de utilización del alimento de *Heliothis* spp. y *Manduca sexta* (Butler) en el cultivar de tabaco IT – 2004. *Rev. Protección Vegetal*. 27(1):8-12.
81. Robledo, L. 1999. Estado actual del Cuabal “Tres Ceibas de Clavellinas”. Medidas para la conservación de *Melocactus matanzanus* León. Tesis presentada en opción al grado académico de Máster en Ciencias. Universidad de Matanzas. 53 p.
82. Robledo, L., Enríquez, A., González, A. y Cruz, R. 2010. El Jardín Botánico de Matanzas y la conservación de especies amenazadas de la provincia*Jardín Botánico de Matanzas, Universidad de Matanzas, Matanzas. Cuba. Centro de Servicios Ambientales. CSAM -CITMA., Matanzas. Cuba. 5 p.

83. Santiago-Blay, JA 1985. Notas sobre *Pseudosphinx tetrio* (L) (Sphingidae) en Puerto Rico. *Diario de la Sociedad de lepidópteros* 39 (3): 208-214
84. Samek, V. 1973. Vegetación litoral de la costa norte de la provincia La Habana. *Serie Forestal* 18: 1- 85.
85. Schmidt, B. C. y J. Roland. 2006. Moth Diversity in a Fragmented Habitat: Importance of Functional Groups and Landscape Scale in the Boreal Forest. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 99(6): 1110-1120.
86. Scoble, M. J. (Ed.). 1995. *The Lepidoptera. Form, function and diversity*. Suffolk, Reino Unido: The Natural History Museum y Oxford University Press, London.
87. Shapiro, A. M. y Porter, A. H. 1989. The Lock-And-Key Hypothesis: Evolutionary and biosystematic interpretation of insect genitalia. *Annual Review of Entomology*, 34, 231-245.
88. Silkmoths, 2016. "*Isognathus rimosus* (Grote, 1865) *Erinnyis rimosus*". *Silkmoths* . Disponible en: www.silkmoths.bizland.com/irimosas.htm. Consultado: 13-03-2019.
89. Silva, D.P.; Rodríguez, F. D.; Duarte, L.B; Correa, H. B.; Eugenio, R. G. y Díaz, W. M. 2017. *Pseudosphinx tetrio* (Lepidoptera: Sphingidae): Potential Pest to Ornamental Plant *Plumeria rubra* in Brazil. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde* 21(1):1-3.
90. Stastny, M., Battisti, A., Petrucco-Toffolo, E., Schlyter, F. y Larsson, S. 2006. Host plant use in the range expansion of the pine processionary moth, *Thaumetopoea pityocampa*. *Ecological Entomology*, 3, 481-490.

91. Summerville, K. S., C. J. Conoan y R. M. Steichen. 2006. Species traits as predictors of Lepidoptera composition in restored and remnant tallgrass prairies. *Ecol. Appl.* 16(3): 891-900.
92. Susanleachsnyder.com. 2016. Frangipani Moth. <http://susanleachsnyder.com/Conservancy%20Butterfly%20Garden/FrangipaniMoth.html>.
93. Torres, C., Carvajal, D., Rojas, F. y Arguedas M. 2011. Reproducción de especies arbóreas y arbustivas de la región central de Costa Rica (Germinar 2). Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado de: <http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/Germinar/germinar%202.html>
94. Trellez, E. 2004. La educación ambiental comunitaria y la prospectiva: Una alianza para el futuro. *Revista Tópicos Ambientales* (10), p 23-32.
95. Trinidad y Tobago Newsday. 2015. Esos gusanos Frangipani. <http://newsday.co.tt/features/0,210126.htm>
96. Tuttle, J. P. 2007. The hawk moth of North America, a natural history study of the Sphingidae of the United States and Canada. BW y A Books. The wedge entomological research foundation, 253 pp.
97. Varela, N; Redonet, N. A; Pérez, E. 2015. Programa de educación ambiental para el cuidado y conservación de la diversidad biológica desde el Jardín Botánico de Pinar del Río. *Avances*, 17 (2), abril-junio, 203-214.
98. Villamor, Y, N. 2018. Caracterización de la colección de árboles del Jardín Botánico de Matanzas. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". 70pp.

99. Wang, Q.; P.Q. Thu; M. Kakishima. 2011. First Report of a Rust Disease of *Plumeria* Caused by *Coleosporium plumeriae* in Southern China and Vietnam», *New Disease Reports* 23, 10, <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2011.023.010>, Inglaterra.
100. Wyse Jackson, P.S. y Sutherland, L.A. 2000. Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos. Organización para la Conservación en Jardines Botánicos (BGCI), UK.
101. Yack, J. E. y Fullar, J. H. 2000. Ultrasonic hearing in nocturnal butterflies. *Nature*, 403, 265-266.
102. Zayas, F. M. y P. Alayo. 1956. La familia Sphingidae en Cuba (Lepidoptera: Heterocera). *Universidad de Oriente*. 40:7-81.
103. Zhang, Z. Q. 2013. Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness (addenda 2013). *Zootaxa*, 3703, 1-82.