



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**  
**COLEGIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**

**Estudio piloto sobre la influencia de la luz artificial sobre la  
abundancia de especies de polillas y mariposas nocturnas en San  
Cristóbal, Galápagos**

**Ramiro Adrian Agea**

**Stella de la Torre, Ph.D., Directora de tesis**

TESIS DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE TÉCNICO DE GESTIÓN AMBIENTAL

Quito, diciembre 2013

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**  
**COLEGIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Estudio piloto sobre la influencia de la luz artificial sobre la  
abundancia de especies de polillas y mariposas nocturnas  
en San Cristóbal, Galápagos**

**Ramiro Adrian Agea**

Stella de la Torre, Ph.D.  
Directora de tesis .....  
Decana del Colegio de Ciencias  
Biológicas y Ambientales

Quito, diciembre 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

-----

Nombre: Ramiro Adrian Agea

C. I.: 171312868/2

Fecha: Quito, diciembre 2013

## **Resumen**

El estudio presentado a continuación fue desarrollado con base en observaciones sobre la atracción de lepidópteros nocturnos hacia fuentes de luz artificial en la noche. La investigación se desarrolló en San Cristóbal Galápagos en junio y julio de 2011. Los resultados preliminares sugieren que hay significativamente mayor abundancia de individuos en las zonas urbanas que en las zonas rurales evidenciando una posible influencia de las fuentes de luz artificial.

Los resultados preliminares obtenidos pueden servir para nuevas investigaciones sobre los efectos y tipos de influencias causadas en insectos por la iluminación artificial durante la noche.

### **Abstract**

The present study was based on observations about the attraction caused on nocturnal Lepidoptera to sources of artificial light at night. The investigation was developed in San Cristobal Galapagos on June and July, 2011. The preliminary results suggest that there is a significant higher abundance of individuals in the urban zones than in the rural zones pointing to a possible influence of the artificial light sources.

The preliminary results obtained could be used for further investigations about the effects and types of influences caused on insects by artificial light.

## **INDICE**

<b>Carátula.....</b>	<b>2</b>
<b>Hoja de Aprobación de Tesis.....</b>	<b>3</b>
<b>Hoja de derechos de Autor.....</b>	<b>4</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>6</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>8</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>10</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>12</b>
<b>Discusión.....</b>	<b>13</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>14</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>15</b>
<b>Tablas y Figuras.....</b>	<b>16</b>

## Introducción

Las mariposas y polillas (Lepidóptera) son uno de los órdenes más diversos de la clase Insecta; este orden comprende cerca de 300 especies en las Islas Galápagos, la mayoría de las cuales tiene hábitos nocturnos (Roque-Albelo, 2004).

Los lepidópteros son insectos pterigógenos holometábolos, cuyos imagos, vulgarmente llamados mariposas, tienen dos pares de alas membranosas cubiertas con escamitas microscópicas de diversos colores, boca con trompa chupadora o espiritrompa, enrollada en espiral bajo la cabeza cuando no la utilizan, generalmente sin mandíbulas y con enormes ojos compuestos. Sus larvas, orugas, son masticadoras y poseen glándulas secretoras de una seda con la que tejen un cinturón, una bolsa o un capullo para sujetarse o protegerse durante la fase de pupa o crisálida. Aunque se han hecho clasificaciones más rigurosas, resulta cómodo dividirlos en dos subórdenes: el de los ropalóceros, o mariposas diurnas, como las de la col, apolo, podalirio, etc., y el de los heteróceros o mariposas crepusculares y nocturnas, como las de la seda, esfingues, polillas o micro lepidópteros, y otras (Web 1, 2011).

Las mariposas nocturnas y polillas juegan un rol muy importante en el funcionamiento de los ecosistemas a nivel global y específicamente en el archipiélago de Galápagos. Muchos pájaros y algunos insectos comen las larvas. Murciélagos, pájaros y arañas comen mariposas y polillas adultas mientras algunas moscas y avispas son parásitos de las larvas. Algunas especies son activos agentes polinizadores (Roque-Albelo, 2004).

Varias fuentes afirman que los insectos son generalmente ciegos a la luz roja pero pueden percibir luz ultravioleta y la dirección de la polarización (León, 1992). En el caso de los lepidópteros, se conoce que las mariposas no tienen la capacidad de enfocar con claridad y sus ojos no son sensibles a los cambios fuertes de luz, lo que

quiere decir que las fuentes lumínicas, en la noche, son captadas con facilidad y provocan una cierta atracción. Las polillas, al tener ojos compuestos que refractan cierta cantidad de luz a fin de captar la más mínima fuente en la oscuridad, son atraídas por la claridad de las fuentes luminosas en la noche (Marshall et al., 1985)

Los lepidópteros nocturnos tienen comportamientos diferentes con respecto a distintos estímulos del medio con base en sus hábitos de alimentación, reproducción y dispersión. En el caso de la luz artificial en la noche, se han desarrollado estudios que indican que los insectos son influenciados por las fuentes de luz (Bertholf, 1940). Las reacciones de estos pueden ser el de alejarse de ella, o acercarse a ella. En el caso de las polillas, se ha comprobado en ciertos estudios a través de trampas de luz negra, infrarroja y ultravioleta de distintas densidades, que las polillas y mariposas nocturnas incrementan su actividad y son atraídas a las fuentes lumínicas (Merkel y Fatzinger, 1971; Castrejón, 2010).

Silberglie (1978, en Roque-Albelo 2004) encontró una gran diversidad de especies atraídas por las luces de embarcaciones de turismo en las islas Galápagos y discutió las implicaciones que este fenómeno tiene sobre la conservación de este grupo. También discutió la posibilidad de esta atracción como gran factor de introducción de especies de insectos a las islas (Roque-Albelo, 2004)

La información previa me motivó a evaluar si la presencia de fuentes de luz en las áreas pobladas está afectando la abundancia de especies de polillas y mariposas nocturnas en San Cristóbal.

En mi estudio, comparé estimaciones de abundancia de especies de polillas y mariposas nocturnas entre áreas urbanas, donde la acumulación de fuentes luminosas es grande y áreas rurales donde no hay luz artificial.

## Metodología

Las áreas de estudio fueron elegidas con respecto a su locación, y a través de un proceso de selección dado para la cantidad de luz artificial que había en cada área.

En la zona urbana (Tabla 1), sitios como el malecón, son áreas de larga extensión donde las fuentes lumínicas, como postes y luces de decoración, están ubicadas de forma uniforme entre ellas y están orientadas al océano. De esta forma también se encuentran distribuidas las fuentes de luz artificial en las áreas del municipio, el coliseo y el estadio. En éstas la diferencia está en la presencia de reflectores de alta gama que tienen mayor intensidad lumínica que el alumbrado público. En áreas como el centro de convenciones científicas de la isla, la presencia de luces de domicilios cercanos influye en la densidad lumínica del sitio, pero este consta, además, de amplias paredes que son iluminadas por luces blancas y azules laterales que hacen las veces de grandes paneles de luz.

En las áreas rurales (Tabla 2), la característica que se buscaba era la ausencia absoluta de luz artificial. Con excepción del centro de interpretación, que se encuentra cerca de áreas urbanas, en estas áreas, la iluminación nocturna se puede divisar a la lejanía y/o al otro lado de cerros que servían de protección contra la luz artificial.

En cada área de estudio se escogieron varios transectos en banda y cuadrantes de acuerdo a sus características de luminosidad. Algunos transectos estuvieron en zonas urbanas altamente iluminadas, por su alta concentración de postes, reflectores, locales comerciales, automóviles y paneles (Tabla 1), mientras que otros se ubicaron en lugares con poca o ninguna luz artificial (Tabla 2).

Se realizaron monitoreos de 1 hora de duración en los lugares seleccionados desde el 9 de junio del 2011 hasta el 5 de julio del mismo año, pasadas las 20h00 cada día. Se hizo un monitoreo por cada cuadrante/transecto. En cada monitoreo se identificó a todos los individuos avistados. Para la identificación se dividió a los individuos en

tres grupos por las limitaciones en cuanto a conocimientos taxonómicos. El primer grupo correspondió a la polilla común de Galápagos (*Utetheisa galapaguensis*), el segundo grupo fue la mariposa nocturna más común (*Eumorpha labruscae*), finalmente, se reunió a todas las demás especies en un tercer grupo para facilitar el trabajo estadístico.

En las zonas urbanas se aprovechó la presencia de luces artificiales para el conteo de individuos en las mismas fuentes o en paredes y el suelo, mientras que en las zonas con ausencia de luz se utilizaron linternas de mano y la presencia de un vehículo motorizado, en lugares accesibles, el cual nos acompañó con las luces intensas encendidas con el fin de facilitar el conteo y la identificación de especies. Así también se emplearon trampas de luz que eran reflectores formados por una sábana de 1 plaza (1,8 m de ancho y 2,6 m de largo), extendida con un marco de madera y fijada con piedras al piso, iluminada por dos linternas de luz blanca de alta luminosidad.

Una vez tomados los datos, los cuales consistieron en conteos de número de individuos de cada grupo de mariposas y polillas, se comparó la abundancia de los tres grupos taxonómicos entre cuadrantes y transectos entre las dos áreas con el test de Chi cuadrado.

## Resultados

Encontré diferencias significativas en la abundancia de individuos tanto a nivel general como en cada uno de los tres grupos taxonómicos entre la zona urbana y la zona rural (Chi cuadrado= 65.126, Df:2,  $p = 0$ ) . Mis resultados sugieren que hay significativamente mayor abundancia de individuos en las zonas urbanas que en las zonas rurales (Fig. 1 y 2, Tabla 3).

## Discusión

A través del estudio realizado se comprobó que existe mayor abundancia de lepidópteros en las zonas urbanas, donde hay gran acumulación de fuentes de luz artificial, que en las zonas rurales. Cabe resaltar que la reacción causada en los lepidópteros analizados en el estudio por efecto de la luz artificial es la atracción hacia las fuentes lumínicas, lo que podría explicar la mayor abundancia de individuos en zonas de alta luminosidad (Figura 2).

Varios autores afirman que existen dos tipos de respuestas a estímulos lumínicos por parte de los insectos, clinoquinéticas, que dependen de la vibración, intensidad y periodicidad del estímulo, y de taxis, en las cuales los individuos reaccionan alejándose o acercándose a la fuente de estímulo (Resh et al., 2003). Los resultados de este estudio sugieren que la respuesta de los lepidópteros nocturnos de este estudio a las fuentes artificiales de luz es de taxis.

La mayoría de las especies de mariposas nocturnas son atraídas por la luz por lo que es muy común observarlas alrededor de las luces de las casas o avenidas en las zonas urbanas de las islas. El efecto que esta atracción produce sobre la conducta de las especies es aún desconocido en el caso específico de las especies tratadas en este estudio, pero se prevé que un cambio de conducta de los predadores, como las aves nocturnas ocurra, ya que es muy común observar aves, como garzas nocturnas, cazando alrededor de las luces (Roque-Albelo, 2004). Estudios fuera del archipiélago han determinado que las fuentes lumínicas se han tornado puntos de acumulación de insectos en áreas naturales oscuras con pocas fuentes de luz artificial, en donde se reúnen predadores que potencian su capacidad de caza gracias a la visibilidad y abundancia (Lebbin et al., 2007; Jetz y Linsenmair, 2003).

## **Conclusiones**

Los resultados preliminares de este estudio necesitan de una mayor cantidad de datos para poder determinar con mayor asertividad el efecto de la luz artificial sobre este grupo de insectos. Estos resultados pueden servir para nuevas investigaciones sobre los efectos y tipos de influencias causadas en insectos por la iluminación artificial durante la noche.

La abundancia de individuos en las zonas urbanas analizadas en este estudio determina no solo que la concentración de estos insectos se ve influenciada por la actividad humana, sino que la conservación de especies de este grupo en el archipiélago podría verse comprometida puesto que la ubicación de mayor densidad de individuos es donde hay mayor actividad humana.

## **Referencias**

- Bertholf Lloyd M., Reactions to Light in Insects, Bios , Beta Beta Beta Biological Society, 1940, Disponible de: <http://www.jstor.org/stable/4604453>
- Jetz Walter, Steffen Jan, Linsenmair Karl Eduard, Effects of Light and Prey Availability on Nocturnal, Lunar and Seasonal Activity of Tropical Nightjars, Oikos , Wiley on behalf of Nordic Society Oikos, 2003, disponible de: <http://www.jstor.org/stable/3548150>
- Roque-Albelo, Lázaro. Invertebrados terrestres de Galápagos, Manual de capacitación avanzada a distancia para guías naturalistas del PNG. 2004. ECOLAPE.
- Lebbin Daniel J., Harvey Michael G., Lenz Timothy C., Andersen Michael J. and Ellis Jesse M., Nocturnal Migrants Foraging at Night by Artificial Light, The Wilson Journal of Ornithology, Wilson Ornithological Society, 2007, disponible de: <http://www.jstor.org/stable/20456044>
- Merkel Edward P. and Fatzinger Carl W., Periodic Abundance of Pine Cone-Infesting Lepidoptera in Black Light Traps and Sleeve Cages in North Florida, Florida Entomological Society, 1971, disponible de: <http://www.jstor.org/stable/3493788?origin=JSTOR-pdf>
- Resh Vincent H, Cardé Ring T, Encyclopedia of insects, academic press, Elsevier science, California, USA, 2003
- Web 1, Artículo electrónico lepidópteros, bioinformatica 2011, disponible de: <http://www.duiops.net/seresvivos/lepidopteros.html>

### Tablas Y Gráficos

**Tabla 1:** Zona Urbana: Transectos y cuadrantes escogidos para muestreo de especies en lugares con abundancia de fuentes lumínicas artificiales.

ZONA URBANA (presencia de luz)		
TRANSECTO 1	Municipio-II Zona Naval	200 * 4 m.
TRANSECTO 2	Municipio-Palaya de Oro	200 * 4 m.
TRANSECTO 3	Hotel Chatham-Aeropuerto	200 * 4 m.
TRANSECTO 4	Pedro Pablo-Coliseo	200 * 4 m.
TRANSECTO 5	Hotel Chatham-4 Esquinas	200 * 4 m.
CUADRANTE 1	Centro de convenciones C.D. 1	800 m <sup>2</sup>
CUADRANTE 2	Centro de convenciones C.D. 2	800 m <sup>2</sup>
CUADRANTE 3	Malecón 1	800 m <sup>2</sup>
CUADRANTE 4	Malecón 2	800 m <sup>2</sup>
CUADRANTE 5	Estadio	800 m <sup>2</sup>

**Tabla 2:** Zona Rural: Transectos y cuadrantes escogidos para muestreo de especies en lugares con ausencia de fuentes lumínicas artificiales

ZONA RURAL (sin luz)		
TRANSECTO 1	Cerro Quemado-Lobería I	200 * 4 m.
TRANSECTO 2	Cerro Quemado-Lobería II	200 * 4 m.
TRANSECTO 3	Cerro Quemado-Lobería III	200 * 4 m.
TRANSECTO 4	USFQ-La predial	200 * 4 m.
TRANSECTO 5	Cerro San Vicente camino viejo	200 * 4 m.

CUADRANTE 1	Lobería 1	800 m <sup>2</sup>
CUADRANTE 2	Lobería 2	800 m <sup>2</sup>
CUADRANTE 3	Puerto Chino	800 m <sup>2</sup>
CUADRANTE 4	Tijeretas	800 m <sup>2</sup>
CUADRANTE 5	Centro de interpretación	800 m <sup>2</sup>

Tabla 3. Abundancia de grupos taxonómicos (número de individuos por grupo) en las zonas urbanas y rurales.

	<b>Utethesia Galapaguensis</b>	<b>Eumorpha Labruscae</b>	<b>Varias Otras</b>	<b>Total</b>
<b>Zona Urbana</b>	55 (8%)	129 (19%)	498 (73%)	682
<b>Zona Rural</b>	11 (4.3%)	0	248 (95.8%)	259

Figura 1. Abundancia total de individuos en las zonas rural y urbana por especie

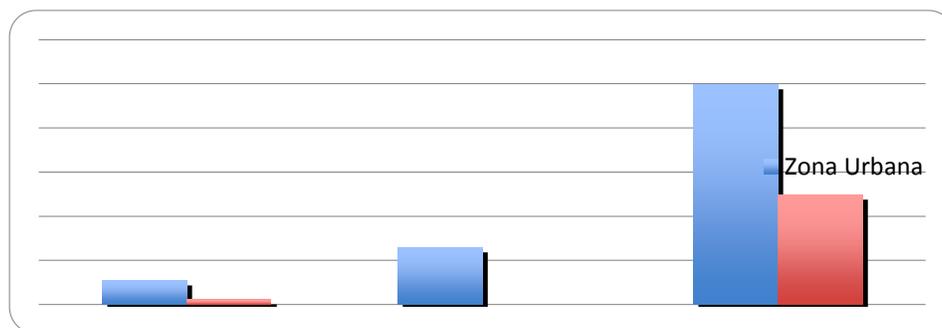


Figura 2. Abundancia total de individuos en las áreas urbana y rural

