



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVERSIDAD DE LEPIDOPTEROS DIURNOS (RHOPALOCERA) EN DOS PARQUES URBANOS DE LA CIUDAD DE PUEBLA, MÉXICO.

Tesis de Licenciatura que para obtener el título de
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

MARÍA DEL ROCÍO ARROYO CASAS

DIRECTORA:

DRA. HORTENSIA CARRILLO RUIZ

Enero, 2018



Resumen

Las mariposas, insectos que pertenecen al orden Lepidoptera, son un grupo de gran relevancia por su diversidad de especies y porque han sido consideradas un grupo bioindicador en la evaluación y monitoreo de la calidad ambiental, así como de las transformaciones antrópicas del paisaje. Este trabajo es un primer intento por identificar las especies de mariposas diurnas que se distribuyen en dos parques urbanos de la ciudad de Puebla.

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar la diversidad de especies de mariposas diurnas que se distribuyen en dos parques urbanos: el Parque Ecológico Revolución Mexicana y el Ecoparque Metropolitano. En estas dos áreas de estudio se realizaron colectas durante doce meses (agosto 2016 a julio 2017), empleando trampas de fruta Van Someren-Rydon y colecta directa con red entomológica.

Se colectaron un total de 412 individuos representantes de cinco familias, 33 géneros y 46 especies, de las cuales 30 especies fueron capturadas en el Parque Ecológico Revolución Mexicana, obteniendo una eficiencia de muestro del 83% (bootstrap), faltando 7 especies por colectar. Por otro lado 44 especies fueron capturadas en el Ecoparque Metropolitano, con una eficiencia de muestreo del 86% (bootstrap) faltando 9 especies por colectar. La abundancia fue mayor en el Ecoparque Metropolitano, y en ambos parques el mes en el que se obtuvo una mayor abundancia fué julio de 2017, siendo *Leptophobia aripa elodia*, la especie más representada. Estos resultados nos llevan a aceptar la hipótesis de trabajo, con respecto a los parámetros de abundancia y riqueza.

Con respecto a los índices de diversidad, el parque más diverso resultó ser el parque Ecológico Revolución Mexicana, lo cual nos llevó a rechazar nuestra hipótesis de trabajo con respecto a este parámetro. A pesar de que este parque resulta ser el más perturbado, mostró una mayor diversidad, probablemente debido a que las especies están distribuidas en números de abundancia similares, es decir, ninguna muestra una dominancia como para el caso del Ecoparque Metropolitano, en donde *Leptophobia aripa elodia* superó en gran medida la abundancia del resto de las especies.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten determinar que los parques urbanos albergan una cantidad importante de especies de mariposas diurnas; es un primer paso para estudios futuros sobre la diversidad de insectos en las áreas verdes de las ciudades.

Índice

Dedicatoria	¡Error! Marcador no definido.
Agradecimientos	¡Error! Marcador no definido.
Resumen	iii
1. Introducción	1
1.1 Generalidades	1
2. Antecedentes	5
3. Justificación.	7
4. Objetivos.	8
4.1 Objetivo general	8
4.2 Objetivos particulares	8
5. Hipótesis	9
6. Materiales y Métodos.	10
6.1 Zona de estudio.....	10
6.2 Trabajo en Campo.....	10
6.3 Análisis de datos	14
7. Resultados	16
7.1 Mariposas del Parque Ecológico Revolución Mexicana.	21
7.1.1 Curva de acumulación de especies.	21
7.1.2 Riqueza, abundancia y diversidad.....	21
7.2 Mariposas del Ecoparque Metropolitano.	23
7.2.1 Curva de acumulación de especies.	23
7.2.2 Riqueza, abundancia y diversidad.	23
7.3 Contraste de la riqueza, abundancia y diversidad de mariposas en el PERM y el EPM.	25

8. Discusión	27
8.1. Curva de acumulación de especies del PERM.....	27
8.2 Riqueza, abundancia y diversidad de mariposas del PERM.	28
8.3. Curva de acumulación de especies del PERM.....	30
8.4 Riqueza, abundancia y diversidad de mariposas del EPM.....	30
8.5 Contraste de la riqueza, abundancia y diversidad de mariposas en el PERM y el EPM.	32
9. Conclusiones	35
10. Bibliografía citada	36
11. Anexo	42
11.1 Mariposas diurnas más abundantes.....	42

1. Introducción

1.1 GENERALIDADES

El phylum Arthropoda cuenta con aproximadamente 1, 550, 000 especies, lo que equivale al 80% de la fauna en el mundo (Zhang, 2011). La clase Insecta que se encuentra dentro de este phylum, es considerada como una de las más representativas debido a que su radiación evolutiva ha originado una gran diversidad de especies. Los insectos se encuentran en casi todos los hábitats conocidos, desde los ecosistemas terrestres y acuáticos hasta lugares con condiciones abióticas extremas como manaderos y surtidores de petróleo, manantiales sulfurosos, glaciales y charcas salobres. Al decir que los insectos dominan la tierra, no resulta una exageración porque los valores de abundancia y diversidad superan las expectativas, se estima que aproximadamente entre cinco y 40 millones de especies aún no han sido descritas (Brusca & Brusca, 2005; Morón & Valenzuela, 1993).

El orden Lepidoptera se encuentra dentro de la Clase Insecta y está definido como un linaje monofilético, el clado está soportado por más de 20 características derivadas compartidas (sinapomorfías), entre las que podemos mencionar la presencia de escamas, una probóscide, la cual se extiende al momento de alimentarse y se enrolla durante el reposo (Powell, 2009). Poseen dos grandes ojos con dos o ningún ocelo, sus patas, cabeza, cuerpo y alas generalmente tienen una densa cantidad de escamas, las cuales se encuentran unidas entre sí, y les proporcionan colores llamativos (Brusca & Brusca, 2005; CONABIO, 2011).

El orden Lepidoptera cuenta con organismos de hábitos diurnos y nocturnos, comúnmente llamados mariposas y polillas respectivamente. Como otros insectos holometábolos, pasan por cuatro estadios de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto; dentro de los huevos el embrión se desarrolla para formar la larva o comúnmente llamada oruga, la cual al momento de emerger del huevo comienza a alimentarse y crecer. Cuando se encuentra madura, pasa al siguiente estadio que es la pupa la cual es un capullo de seda hilado por la larva, aunque en algunas especies no se presentan el capullo. La metamorfosis sucede cuando el organismo se encuentra en estadio

pupal, cuando finalmente termina su desarrollo, el adulto rompe la envoltura de la pupa para emerger (Powell, 2009). El ciclo de vida tanto de mariposas como de polillas es corto, llegan a vivir alrededor de un mes con excepción de algunas especies que llegan a vivir hasta nueve meses, como lo es la mariposa Monarca (*Danaus plexippus* L.) (CONABIO, 2009). La alimentación de los adultos es variada, debido a esto, se pueden identificar tres gremios o categorías alimenticias: acimófagas, son especies que se alimentan de frutos, animales u otros organismos en descomposición y excretas de vertebrados; nectarívoras especies que consumen néctar de flores e hidrófilas, aquellas especies que succionan sales minerales y orgánicos derivados, que toman de suelos húmedos, charcos y zonas de lodo (Martínez-Noble *et al.*, 2015).

El orden Lepidoptera, es considerado como uno de los grupos de insectos más diversos (Fraija & Farjado, 2006). Dentro del orden se encuentran cuatro subórdenes: Zeugloptera, que son polillas con mandíbulas; Aglossata, polillas del Kauri; Heterobathmiina, polillas metálicas y Glossata, que alberga al mayor número de mariposas y polillas (CONABIO, 2009). Hasta el 2010, el valor estimado de especies identificadas de este orden a nivel mundial era de 250 000 (Lazzeri *et al.*, 2010). Para México se estima que hay 23, 750 especies de Lepidoptera, con aproximadamente 14, 500 descritas y documentadas, lo que equivale a un 10% del total mundial (Llorente-Bousquets *et al.*, 2014). Los estados con mayor diversidad son: Chiapas con 776 especies, Veracruz 722 especies y Oaxaca con 713 especies, para el estado de Puebla se han registrado aproximadamente 488 especies (Llorente-Bousquets *et al.*, 2014). La gran mayoría de los listados de este orden, se han realizado en entornos conservados o semiconservados (Luna-Reyes *et al.*, 2008; Martínez-Noble *et al.*, 2015; Maya-Martínez *et al.*, 2005; Pozo de la Tijera *et al.*, 2002; Soto, 2007).

En la actualidad la perturbación antropogénica ha sido más intensa sobre los diferentes ecosistemas, principalmente por el crecimiento de las zonas urbanas y semi-urbanas, esto tiene como consecuencia la reducción de la flora y la fauna, debido a que se sustituye el hábitat natural por uno nuevo y modificado, la urbanización es considerada como una de las causas principales de pérdida del hábitat en el mundo y como un componente importante en la transformación global del suelo (Ramírez *et al.*,

2007). Los ambientes urbanos poseen la característica de reducir los hábitats originales, los cuales son altamente modificados y fragmentados, reemplazándolos por suelo construido o pavimentado y la cobertura vegetal conservada es muy baja, cerca del 20% (McKinney, 2008).

Un ambiente o ecosistema urbano, es aquel en donde ocurre una estrecha relación de hábitat entre lo natural (lo previamente establecido) y lo artificial (lo construido por el hombre). De ahí, que este pueda ser definido como un espacio de relaciones mutuas e incluso de dependencia, como ocurre entre la ciudad y su entorno, por ser este último, el espacio vital que suministra los insumos naturales necesarios para la vida urbana (Amaya, 2005).

Dicho entorno dentro del área urbana es considerado como áreas verdes y parques urbanos, que proporciona “servicios del ecosistema”, es decir los beneficios que obtienen las poblaciones humanas de los ecosistemas. De acuerdo con Bolund & Hunhammar (1999) y otros autores (Clarke *et al.*, 2008; McGregor-Fors & Ortega-Alvares, 2013) los servicios que proporcionan están relacionados con la filtración de aire, regulación del micro-clima, reducción del ruido, drenaje de aguas pluviales y valores recreativos y culturales.

Investigaciones recientes han revelado que no solo las áreas naturales y seminaturales pueden tener una amplia diversidad de flora, fauna y hábitats, sino que también las zonas urbanas y periurbanas pueden albergar una amplia variedad de organismos y comunidades (Celecia, 1997), sin embargo, los estudios que soportan esta afirmación son escasos.

Una forma de incrementar el conocimiento sobre la diversidad que albergan estos espacios urbanos es por medio de inventarios de diversidad enfocados en ciertos grupos taxonómicos en áreas determinadas (Niemi & McDonald, 2004). Tal es el caso de las mariposas, las cuales son un grupo especialmente utilizado para realizar estudios de diversidad en ambientes naturales y perturbados (Andrade-C, 1998). Las mariposas, así, resultan útiles en los estudios de diversidad debido a propiedades de sus comunidades como son la riqueza, la abundancia y su composición de especies, las cuales se encuentran relacionadas con características bióticas y abióticas, como

son la estructura del paisaje, la composición y estructura vegetal, las interacciones tróficas que forman, así como las variaciones climáticas (Brereton *et al.*, 2011; Menéndez *et al.*, 2007). Es por esto, que los lepidópteros son considerados un grupo bioindicador en la evaluación y monitoreo de la calidad ambiental y de las transformaciones antrópicas del paisaje (Arango *et al.*, 2007; Blair, 1999), ya que también presentan sensibilidad a cambios microclimáticos como la temperatura, la humedad y el nivel de luminosidad, parámetros que típicamente se alteran con la perturbación de un hábitat determinado (Constantino, 1997).

2. Antecedentes

Hasta el momento los trabajos realizados con mariposas en México y en el Estado de Puebla, corresponden a listados faunísticos, principalmente en zonas conservadas o semiconservadas (Pozo de la Tijera *et al.*, 2002; Luna-Reyes *et al.*, 2008; Hernández-Mejía, 2008).

Para el Estado de Puebla, entre los últimos trabajos realizados en zonas conservadas, podemos mencionar el trabajo realizado por Luna-Reyes y colaboradores en el 2008; ellos realizaron un estudio en la Sierra de Huautla, Morelos y Puebla, de febrero de 1997 hasta julio del 2000. Analizaron la distribución local y temporal de Papilionoidea en 24 localidades con una vegetación de bosque tropical seco, colectando 8790 individuos de 83 géneros y 142 especies de Papilionoidea, con 79 días de muestreo, de 2 a 4 días para cada localidad. Para el Estado de Puebla se registraron 25 nuevos registros, los datos que obtuvieron hacen que Morelos y Puebla se encuentren en los siete estados mexicanos más ricos, en términos de diversidad de Papilionoidea. La Sierra de Huautla tiene menor diversidad, pero mayor abundancia estándar, comparándose con otras regiones mexicanas con vegetación similar. A la vez, los patrones de diversidad y abundancia estacional son atípicos, ya que organismos de muchas especies son inusualmente atípicos durante los meses húmedos.

Sin embargo, existen pocos trabajos que enlisten las especies que se distribuyen en ambientes urbanos o semiurbanos. Hasta el momento para Puebla, se cuenta con tres trabajos realizados en ambientes semiurbanos, el realizado por Flores (2011), quien elaboró un listado preliminar de las mariposas Diurnas en la zona Centro-Oriente del estado de Puebla, realizando colectas en San Andrés Cholula, San Andrés Calpan, Huejotzingo y en las instalaciones del Jardín Etnobotánico Francisco Peláez R. ubicado en San Andrés Cholula de marzo a diciembre de 2006 y de abril a noviembre del 2007 con un total de 33 salidas. Las zonas de muestreo fueron muy diversas en cuanto a vegetación, abarcando de cultivos de temporal y de riego, hasta sembradíos de árboles frutales, relictos de bosque de pino-encino, vegetación natural como matorral xerófilo asociados a pastizal inducido y vegetación secundaria arbustiva. Se colectaron 138

mariposas pertenecientes a 34 géneros y cinco familias: Pieridae (11), Nymphalidae (15), Papilionidae (4), Hesperidae (1) y Lycaenidae (1). Presentando una mayor diversidad en los meses de agosto 2016 y noviembre 2017.

Otro trabajo realizado en zonas semiurbanas fue el de Nájera-Moyolt y colaboradores (2015), quienes no sólo enlistaron las especies encontradas, sino que analizaron la diversidad y abundancia de la ropaloceroфаuna presente en el municipio de Atlixco. Estos autores realizaron recolecciones directas con redes entomológicas a lo largo de un mes en temporadas de lluvias y frías, identificando 52 especies en lluvias y 36 en frías, ubicadas en seis familias (Nymphalidae, Papilionidae, Lycaenidae, Pieridae, Riodinidae, Hesperidae), siendo Nymphalidae con 21 especies en temporada de lluvias y Pieridae con 12 especies en temporada de frío, las que presentaron mayor riqueza. En cuanto a la abundancia difirieron en cada temporada. Ambos trabajos abarcan zonas cercanas al municipio de Puebla y periferia urbana.

Para la ciudad de Puebla, existe un estudio elaborado por Díaz-Rivas y colaboradores en el año 2012, el cual fue llevado a cabo en el Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo de la BUAP (JBU), en el que se determinaron las especies de ropalóceros asociados al jardín y se identificaron las plantas silvestres que los atraen. Seleccionaron áreas en distintas secciones dentro del JBU, en las que observaron, registraron, capturaron e identificaron mariposas, al mismo tiempo que colectaron las plantas en floración. Obtuvieron como resultado un total de 29 especies pertenecientes a seis familias y 27 géneros; además, de 17 especies de plantas pertenecientes a cuatro familias y 16 géneros. Siendo *Colias eurthytheme*, *Nathalis iole iole*, *Leptophobia aripa* y *Vanessa annabella* las más recurrentes; y las especies de plantas que utilizan para su alimentación fueron *Bignonia odorata*, *Tagetes lunulata*, *Forestina pedata*, *Simsia amplexicaulis* y *Tithonia tubiformis*.

Como podemos observar, los trabajos sobre las mariposas que habitan las zonas verdes de las ciudades son escasos y resulta importante generar conocimiento acerca de su diversidad en estos ambientes.

3. Justificación.

Los estudios acerca de la diversidad de las mariposas diurnas en zonas urbanas a nivel nacional son escasos y para el estado de Puebla es prácticamente nulo, se han hecho algunos esfuerzos por conocer más sobre la entomofauna de la ciudad utilizando a otros organismos como modelo de estudio, por ejemplo, la mimercofauna (Rodríguez *et al.*, 2010). A pesar de ello, estos esfuerzos siguen siendo insuficientes.

Con el crecimiento de las urbes se nota una disminución de área vegetal, trayendo consigo un cambio de uso de suelo. A pesar de ello, los parques dentro de las ciudades juegan un papel importante como lugares donde se almacena diversidad de diferentes grupos de organismos.

En este trabajo se decidió determinar las especies que habitan en dos parques de la ciudad de Puebla, ya que las mariposas diurnas son ideales para este tipo de estudios, debido a que son indicadores ambientales y en este caso son excelentes indicadores de urbanización (Blair & Launer, 1997). Debido a que se ha observado que son dependientes de las plantas, al monitorearlas en estos ambientes modificados, podemos detectar las preferencias de las especies que se distribuyen en estas zonas verdes, es decir cómo emplean el recurso.

Todo el conocimiento que se genere acerca de su riqueza, abundancia e interacción con las plantas, nos proporcionará información que avale o no la hipótesis de que los parques verdes son lugares diversos biológicamente y además nos dará la base para la generación futura de propuestas de conservación y preservación de las zonas verdes dentro de las urbes, en este caso dentro de la ciudad de Puebla.

4. Objetivos.

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la diversidad de especies de mariposas diurnas que se distribuyen dentro del Parque Ecológico Revolución Mexicana y el Ecoparque Metropolitano de la ciudad de Puebla durante un período de 12 meses.

4.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Elaborar un listado de las especies de mariposas diurnas que vuelan dentro del Parque Ecológico Revolución Mexicana y del Ecoparque Metropolitano de la ciudad de Puebla.
- Analizar los atributos de las comunidades (riqueza, abundancia y diversidad) de las mariposas diurnas que se distribuyen dentro del Parque Ecológico Revolución Mexicana.
- Analizar los atributos de las comunidades (riqueza, abundancia y diversidad) de las mariposas diurnas que se distribuyen dentro del Ecoparque Metropolitano.
- Comparar los atributos de las comunidades (riqueza, abundancia y diversidad) de las mariposas diurnas en las diferentes temporadas del año de cada parque estudiado.
- Conocer la asociación de las mariposas diurnas con la vegetación que existe dentro de cada parque de estudio.
- Elaborar una colección entomológica de referencia de las especies colectadas durante los muestreos.

5. Hipótesis

Dado que el Parque Ecológico Revolución Mexicana y el Ecoparque Metropolitano presentan diferentes condiciones de manejo se predice que encontraremos una mayor riqueza, abundancia y diversidad de especies en el parque menos modificado (Ecoparque Metropolitano) con respecto al más modificado (Parque Ecológico Revolución Mexicana).

6. Materiales y Métodos.

6.1 ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en dos parques urbanos de la ciudad de Puebla, México; el Parque Ecológico Revolución Mexicana (PERM) y el Ecoparque Metropolitano (EPM).

El PERM, cuenta con 58 hectáreas y se encuentra ubicado sobre la 24 sur, colonia Azcárate. En el año 2015 fue remodelado, por lo que fue modificado casi en su totalidad; en este parque se llevan a cabo diferentes actividades de recreación ya que cuenta con una ciclo-vía, pista de trote, 17 canchas, cuatro gimnasios al aire libre, 10 áreas de juegos infantiles, mini-golf, teatro al aire libre, muro para escalar, tirolesa, pista para patinetas y bicicletas y zonas de asadores. Como parte de la remodelación se integraron aproximadamente 1 500 árboles y 120 000 plantas.

El EPM tiene una superficie de 21 hectáreas, su acceso principal está ubicado en la zona de Angelópolis, sobre la Vía Atlixcayotl. Se considera como una propuesta de recreación ecológica, además de ser el único parque en la ciudad en el que se puede ingresar mascotas. Cuenta con una ciclo-vía que va paralela al Río Atoyac, un jardín botánico, además de un orquideario, zona de recreación para mascotas, áreas de juegos infantiles, canchas, pero, sin duda alguna, amplias zonas verdes.

6.2 TRABAJO EN CAMPO

Los muestreos se realizaron de una forma sistemática para obtener información más concisa durante un periodo de 12 meses, iniciando en el mes de agosto del 2016 y concluyendo en el mes de julio del 2017. Este muestreo consistió en colocar cada mes durante un día por parque, 11 trampas de tipo Van Someren-Rydon (Villareal *et al.*, 2004; Maya *et al.*, 2005) en la periferia del Parque Ecológico Revolución Mexicana (Fig.1); para estas trampas se empleó un cebo elaborado en casa con plátano, cerveza oscura y esencia de vainilla previamente fermentado (Ramírez *et al.*, 2007). En el caso del Ecoparque Metropolitano se colocó el mismo número de trampas (11) que fueron distribuidas paralelas al Río Atoyac (Fig.2), el cual forma parte de este parque.



Figura 1. Ubicación de las trampas Van Someren Rydon distribuidas dentro del Parque Ecológico Revolución Mexicana; tomada de Google Earth 2017.



Figura 2. Ubicación de las trampas Van Someren Rydon distribuidas de forma paralela al Río Atoyac en el Ecoparque Metropolitano; tomada de Google Earth 2017.

Para cada trampa se tomó la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y la hora con una micro estación meteorológica marca Kestrel modelo K4500, esto fue al momento de colocarlas y al retirarlas. La ubicación de las trampas se seleccionó en zonas con menor número de visitantes para impedir la interferencia en el muestreo y dispuestas entre 1 y 2 metros (Fig.3) sobre el nivel del suelo, además cada una fue georreferenciada por medio de un GPS marca Garmin modelo etrex 30.



Figura 3. Trampas colocadas a una altura de 1 a 2 metros del nivel del suelo.

La colecta con trampas se complementó por medio de colecta directa con dos redes entomológicas, recorriendo todo el parque en horario de 10:00 am a 14:00 pm, dando un total de cuatro horas como esfuerzo de colecta por red y tomando los mismos parámetros ambientales (temperatura, humedad relativa y velocidad del viento) cada dos horas. Al mismo tiempo, fueron colectadas las plantas sobre las cuales llegaron a ser capturadas las mariposas en ambos parques.

Los organismos fueron sacrificados inyectándoles alcohol etílico al 70% entre el primer y segundo par de patas, posterior a ello, se colocaron en bolsas de papel encerado y acetato de etilo con los datos de colecta correspondientes, se llevaron al

laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas para ser montados en seco (Fig.4) e identificados con guías ilustradas (Garwood & Lehman, 2005; Glassberg, 2007).



Figura 4. Organismos colectados montados en seco.

Una vez identificados los ejemplares, se elaboró un catálogo de referencia para cada uno de los parques, de esta manera solo se colectaron los individuos de especies que no incluía el catálogo y al resto se les aplicó el método de captura-marcaje-recaptura (Ramos & Freitas, 1999), colocando un punto de diferente color con marcadores indelebles, para cada mes de muestreo, en la celda discal del ala anterior izquierda en su parte ventral (Prieto *et al.*, 2005). (Fig.5).

Las plantas colectadas durante los muestreos fueron prensadas y transportadas al laboratorio para su identificación.



Figura 5. Marcaje de los organismos ya identificados.

6.3 ANÁLISIS DE DATOS

Se obtuvo la curva de acumulación de especies, para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Con esta curva se muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. Debido a que los datos de ambos parques no se ajustan a la normalidad (Ecológico $p=2.16 \times 10^{-12}$ y Metropolitano $p=1.78 \times 10^{-13}$), se utilizó el estimador no paramétrico de Bootstrap, el cual estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie. Este estimador se basa principalmente en el número de especies de un muestreo que sólo están representadas por uno o dos individuos, en el caso de abundancias (se denominan singletons y doubletons en el programa), o que se registraron en una o dos muestras, en caso de utilizar presencia-ausencia (uniques y duplicates). Lo anterior se basa en el supuesto de que en la naturaleza no existen individuos solos, sino poblaciones; por ende, si nosotros tenemos muchos singletons o uniques en un muestro, indica que no se ha censado un número suficiente de individuos o realizado suficientes repeticiones. Así que, se obtuvieron las curvas de los “singletons o uniques” y de “doubletons o duplicates” debido a que también son indicadores de la representatividad del muestreo.

Cuando estas curvas son asintóticas o tienden a descender, indican que se ha logrado un buen muestreo.

Se obtuvo la riqueza específica para cada uno de los parques muestreados, así como la abundancia relativa por mes de colecta. Además, para observar que especie o especies fueron las más abundantes en el tiempo (meses) se realizaron diagramas de rango-abundancia (Favila & Halffter, 1997; Córdova, 2013).

Para determinar diferencias estadísticas significativas en la riqueza y abundancia observada en cada uno de los parques estudiados, se aplicó una prueba de X^2 ($\alpha=0.1$).

Con el programa computacional PAST ver. 3.13, se calcularon los índices de diversidad (Índice de diversidad de Simpson) en el tiempo (meses) para cada parque muestreado, así como el índice de diversidad considerando todas las especies muestreadas en cada uno de los parques urbanos estudiados.

Se exploraron los datos y se observó que no se ajustan a la normalidad (Ecológico $p= 2.16^{e-12}$ y Metropolitano $p= 1.78^{e-13}$). Debido a esto se elaboró una gráfica de barras con barras error estándar, y determinar si los índices resultaron ser diferentes estadísticamente.

7. Resultados

En este estudio se colectaron un total de 412 ejemplares representantes de 46 especies incluidas en 33 géneros y cinco familias de lepidópteros, las cuales se enlistan a continuación:

Familia Lycaenidae

1. Celastrina

Celastrina argiolus cinerea (Linnaeus, 1758)

2. Hemiargus

Hemiargus ceraunus W. H. Edwards, 1871

Hemiargus isola (Reakirt, [1867])

3. Leptotes

Leptotes marina (Reakirt, 1868)

4. Strymon

Strymon istapa (Hewitson, 1874)

Familia Nymphalidae

1. Agraulis

Agraulis vanillae incarnata (N. Riley, 1926)

2. Anaea

Anaea aidea (Guérin-Méneville, [1844])

3. Anthanassa

Anthanassa ardys (Hewitson, 1864)

Anthanassa nebulosa alexon (Godman & Salvin, 1889)

Anthanassa texana (W. H. Edwards, 1863)

4. Asterocampa

Asterocampa idyja argus (H. Bates, 1864)

5. Chlosyne

Chlosyne lacinia (Geyer, 1837)

6. Danaus

Danaus plexippus (Linnaeus, 1758)

7. Dione

Dione juno (Reakirt, 1866)

Dione moneta Butler, 1873

8. Euptoieta

Euptoieta claudia Cramer, 1775

Euptoieta hegesia meridiania Stichel, 1938

9. Heliconius

Heliconius charithonia Comstock & F. Brown, 1950

10. Junonia

Junonia coenia Hübner, [1822]

11. Nymphalis

Nymphalis antiopa (Linnaeus, 1758)

12. Phyciodes

Phyciodes pallescens (R. Felder, 1869)

Phyciodes texana (W. H. Edwards, 1863)

13. Pindis

Pindis squamistriga R. Felder, 1869

14. Polygonia

Polygonia haroldi (D Ewitz, 1877)

15. Smyrna

Smyrna blomfildia datis Fruhstorfer, 1908

16. Vanessa

Vanessa annabella (Field, 1971)

Vanessa atalanta rubria (Fruhstorfer, 1909)

Familia Papilionidae

1. Papilio

Papilio garamas garamas Höpffer, 1856

Papilio multicaudata Austin & J. Emmel, 1998

Papilio rogeri pharnaces E. Doubleday, 1846

Familia Pieridae

1. Anteos

Anteos clorinde (Godart, [1824])

2. Catasticta

Catasticta nimbice (Boisduval, 1836)

3. Colias

Colias eurytheme Boisduval, 1852

4. Eurema

Eurema daira (Reakirt, 1866)

Eurema mexicana mexicana (Boisduval, 1836)

Eurema salome jamapa (Reakirt, 1866)

5. Hesperocharis

Hesperocharis costaricensis pasion (Reakirt, [1867])

6. Leptophobia

Leptophobia aripa elodia (Boisduval, 1836)

7. Nathalis

Nathalis iole Boisduval, 1836

8. Phoebis

Phoebis philea (Linnaeus, 1763)

Phoebis sennae (Linnaeus, 1758)

9. Pontia

Pontia protodice (Boisduval & Le Conte, [1830])

10. Pyrisitia

Pyrisitia dina Poey, [1852]

Pyrisitia proterpia (Fabricius, 1775)

11. Zerene

Zerene cesonia (Stoll, 1790)

Familia Riodinidae

1. Mesene

Mesene croceella H. Bates, 1865

De las especies enlistadas, en el PERM se encontraron 30 y en el EPM 44 especies, compartiendo 28 especies entre los dos parques (Cuadro 1).

Especies	Abundancias		Especies	Abundancias	
	P. Eco	P. Metro		P. Eco	P. Metro
<i>Agraulis vanillae incarnata</i>	1	3	<i>Junonia coenia</i>	1	1
<i>Anaea aidea</i>	4	5	<i>Leptophobia aripa elodia</i>	35	129
<i>Anteos clorinde</i> *	0	1	<i>Leptotes marina</i>	1	2
<i>Anthanassa ardys</i> *	0	1	<i>Mesene croceella</i> *	0	1
<i>Anthanassa nebulosa alexon</i> *	0	1	<i>Nathalis iole</i>	5	18
<i>Anthanassa texana</i>	1	1	<i>Nymphalis antiopa</i>	2	3
<i>Asterocampa idyja argus</i> °	1	0	<i>Papilio garamas</i>	2	1
<i>Catasticta nimbice</i>	8	8	<i>Papilio multicaudata</i>	6	22
<i>Celastrina argiolus cinérea</i> *	0	1	<i>Papilio rogeri pharnaces</i>	2	1
<i>Chlosyne lacinia</i>	1	2	<i>Phoebis philea</i>	2	6
<i>Colias eurytheme</i>	2	3	<i>Phoebis sennae</i>	1	6
<i>Danaus plexippus</i>	1	2	<i>Phyciodes pallescens</i> *	0	1
<i>Dione juno</i>	1	24	<i>Phyciodes texana</i>	1	3
<i>Dione moneta</i>	11	13	<i>Pindis squamistriga</i> *	0	1
<i>Euptoieta claudia</i> *	0	1	<i>Polygonia haroldi</i>	1	1
<i>Euptoieta hegesia meridiania</i> °	1	0	<i>Pontia protodice</i> *	0	1
<i>Eurema daira</i> *	0	8	<i>Pyrisitia dina</i> *	0	1
<i>Eurema mexicana mexicana</i>	3	9	<i>Pyrisitia proterpia</i> *	0	2
<i>Eurema salome jamapa</i>	3	1	<i>Smyrna blomfieldia datis</i>	3	1
<i>Heliconius charithonia</i> *	0	7	<i>Strymon istapa</i> *	0	1
<i>Hemiargus ceraunus</i> *	0	1	<i>Vanessa annabella</i>	1	1
<i>Hemiargus isola</i>	2	1	<i>Vanessa atalanta rubria</i>	3	6
<i>Hesperocharis costaricensis</i>					
<i>pasion</i> *	0	1	<i>Zerene cesonia</i>	1	2

Cuadro 1. Especies exclusivas y compartidas para los sitios de muestreo.

° Especies exclusivas del Parque Ecológico Revolución Mexicana.

* Especies exclusivas del Ecoparque Metropolitano

7.1 MARIPOSAS DEL PARQUE ECOLÓGICO REVOLUCIÓN MEXICANA.

7.1.1 Curva de acumulación de especies.

Con respecto a la curva de acumulación de especies, con el estimador Bootstrap, se obtuvo una eficiencia de muestreo del 81% y de acuerdo a estos resultados el número de especies estimadas es igual a 37, por lo que faltan por recolectar 7 especies en este parque. Podemos observar que las curvas de los singletons y dobletons no son asintóticas, esto nos indica que se requiere de un mayor esfuerzo de muestreo (Fig. 6).

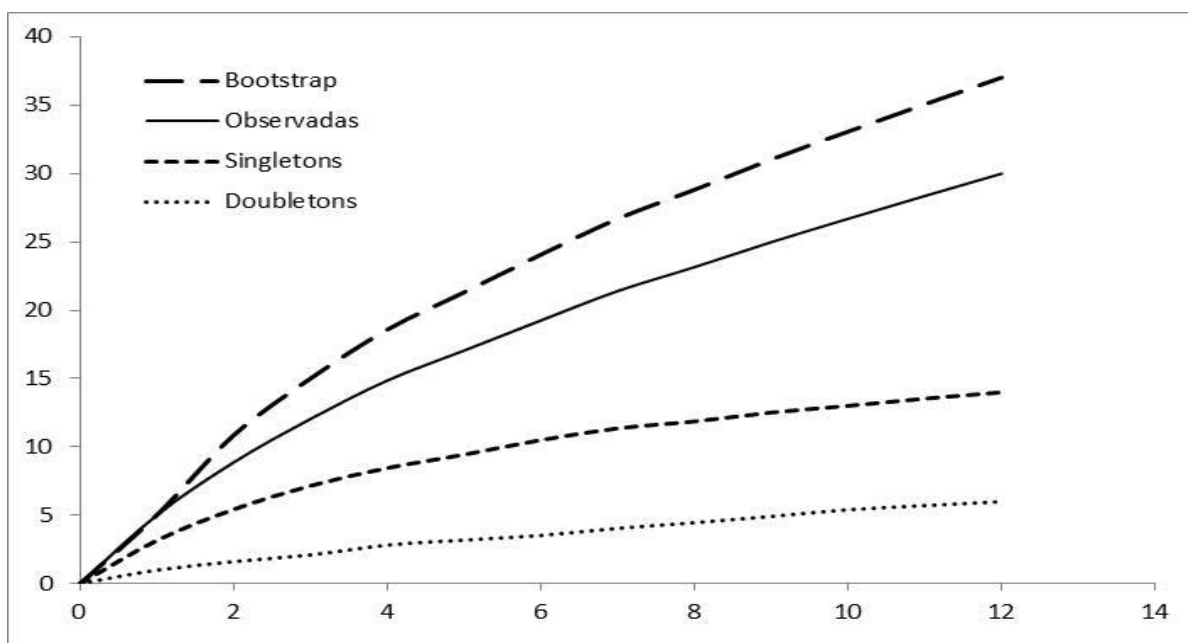


Figura 6. Curva de acumulación de especies en el PERM. Obtenida con el estimador no paramétrico de Bootstrap.

7.1.2 RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD.

Para el PERM, los resultados de la abundancia relativa mostraron que las especies más abundantes durante el período de muestreo fueron *Leptophobia aripa elodia* de la cual se recolectaron 35 ejemplares (32.71%), cuya mayor abundancia fue en el mes de julio (2017) con 13 ejemplares recolectados; seguida de *Dione moneta* especie de la que se capturaron 11 ejemplares (10.28%) y presentó su mayor abundancia en el mes de abril con 4 ejemplares (Fig. 7).

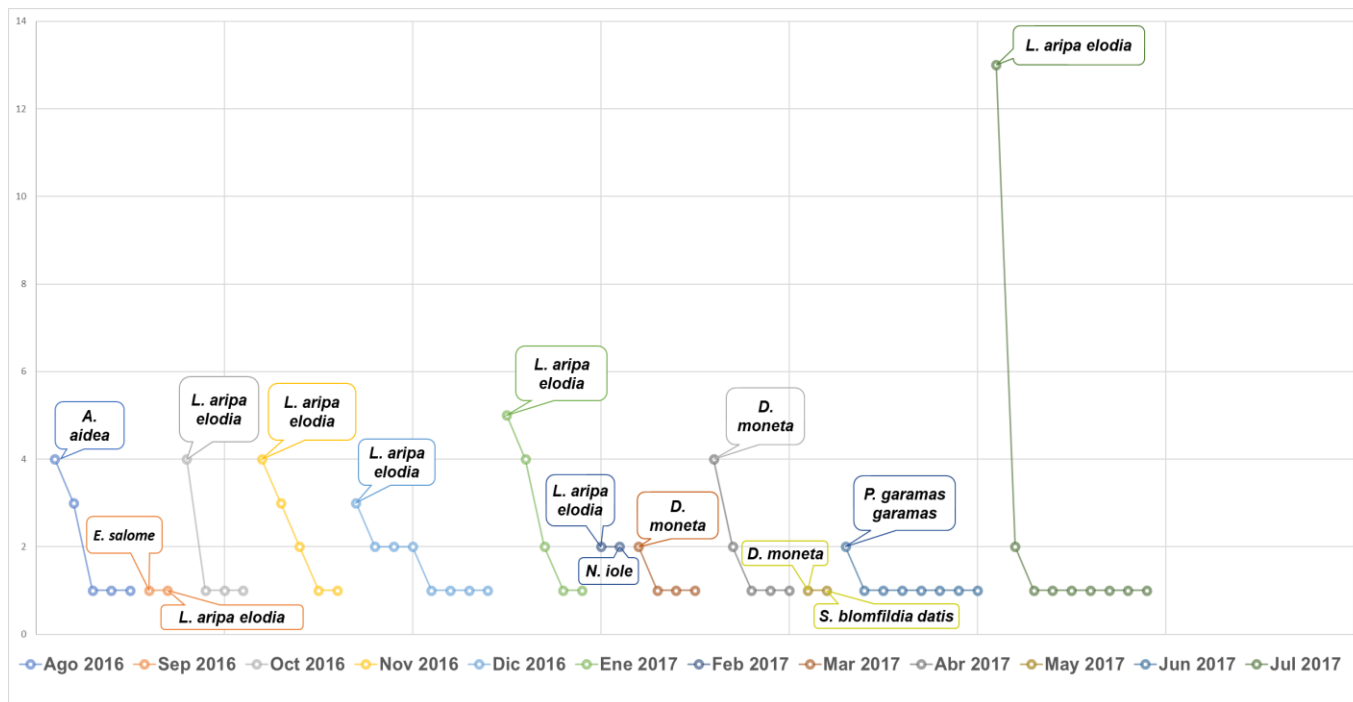


Figura 7. Gráfico de rango-abundancia de las especies de mariposas recolectadas en el PERM.

Con respecto a los índices de diversidad, en el PERM se encontró que el mes más diverso fue junio (2017) con un índice de diversidad igual a 0.86, seguido de diciembre (2016) con un índice de diversidad igual a 0.85. Los meses con menor diversidad fueron septiembre (2016), febrero (2017) y mayo (2017) con un índice de diversidad de 0.50 (Fig. 8).



Figura 8. Gráfico de barras de los índices de diversidad de Simpson en el tiempo de muestreo en el PERM.

7.2 MARIPOSAS DEL ECOPARQUE METROPOLITANO.

7.2.1 Curva de acumulación de especies.

Con respecto a la curva de acumulación de especies, con el estimador Bootstrap, se obtuvo una eficiencia de muestreo del 86% y de acuerdo a estos resultados el número de especies estimadas es igual a 53, siendo 9 especies las que faltan por coleccionar en este parque. Se puede observar que las curvas de los singletons y doubletons no son asintóticas, lo que nos indica que es necesario un mayor esfuerzo de muestreo (Fig. 9).

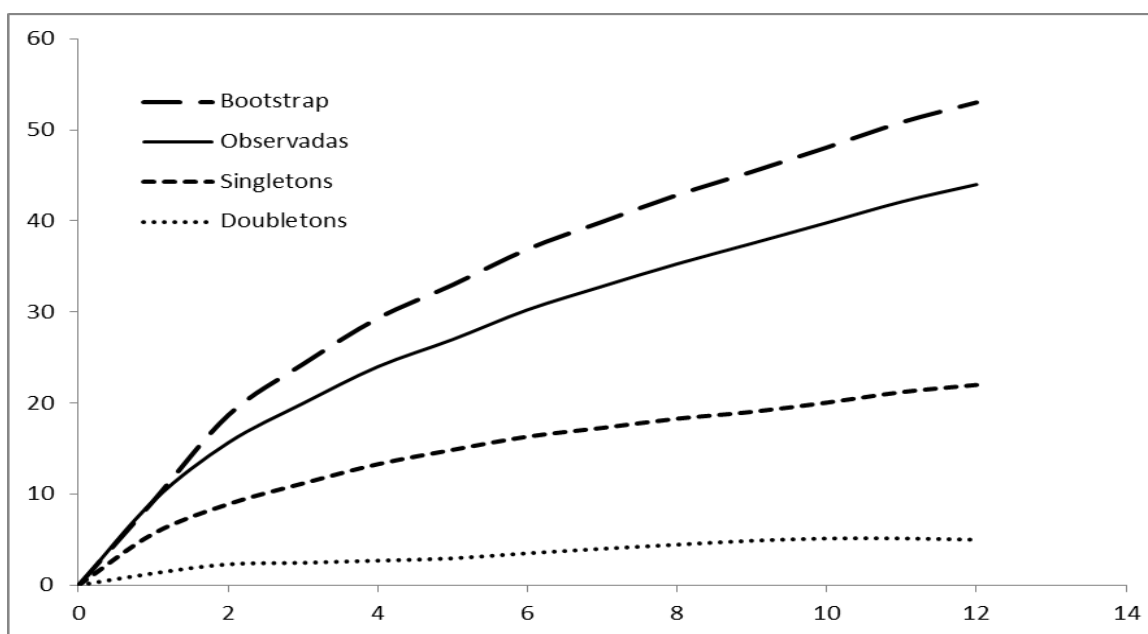


Figura 9. Curva de acumulación de especies en el EPM. Obtenida con el estimador no paramétrico de Bootstrap.

7.2.2 Riqueza, abundancia y diversidad.

En el EPM se obtuvo que la abundancia relativa mayor, fue para las especies *L. aripa elodia* de la cual se capturaron 129 ejemplares (42.3%), cuya mayor abundancia fue en el mes de enero (2017) con 20 ejemplares recolectados; seguida de *Dione juno* de la cual se capturaron 24 ejemplares (7.87%) y su mayor abundancia fue en el mes de diciembre (2016) con 11 ejemplares (Fig.10).

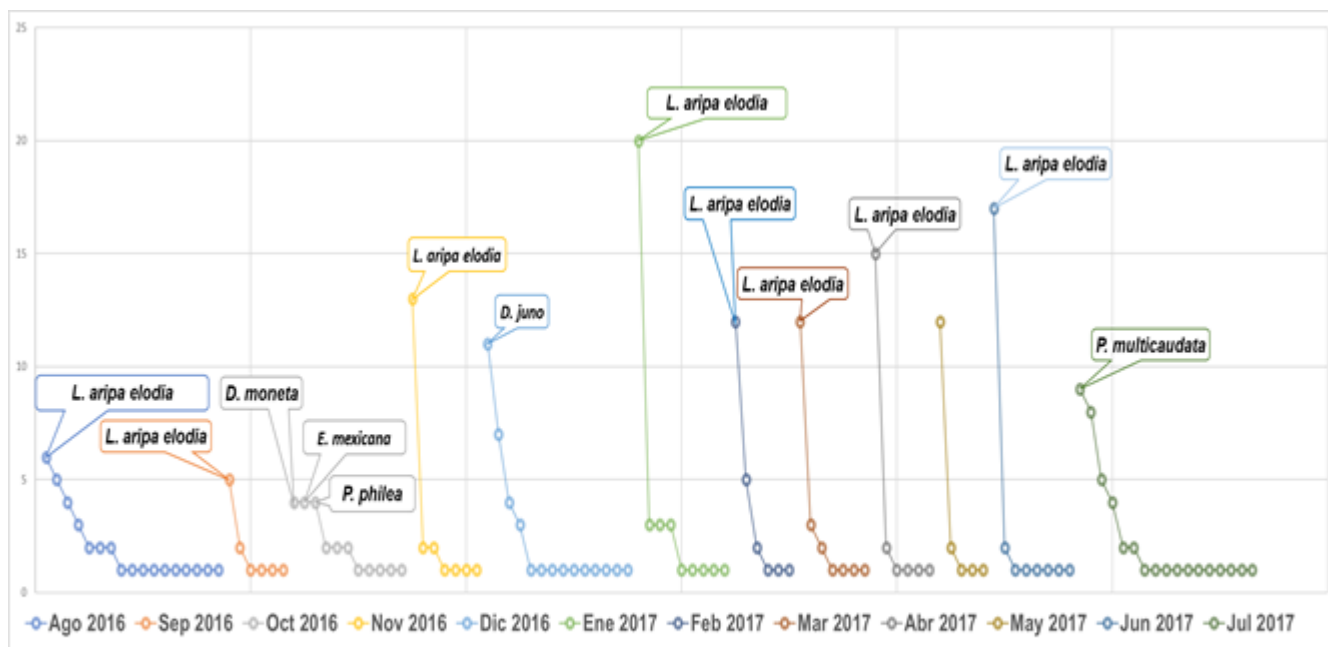


Figura 10. Gráfico de rango-abundancia de las especies de mariposas recolectadas en el EPM.

Con respecto a los índices de diversidad, en el EPM se observó que el mes más diverso fue agosto (2016) con un índice de diversidad igual a 0.91, seguido de julio (2017) y octubre (2016) ambos meses con un índice de diversidad igual a 0.88. El mes con menor diversidad fue abril (2017) con un índice de diversidad igual a 0.47 (Fig. 11).

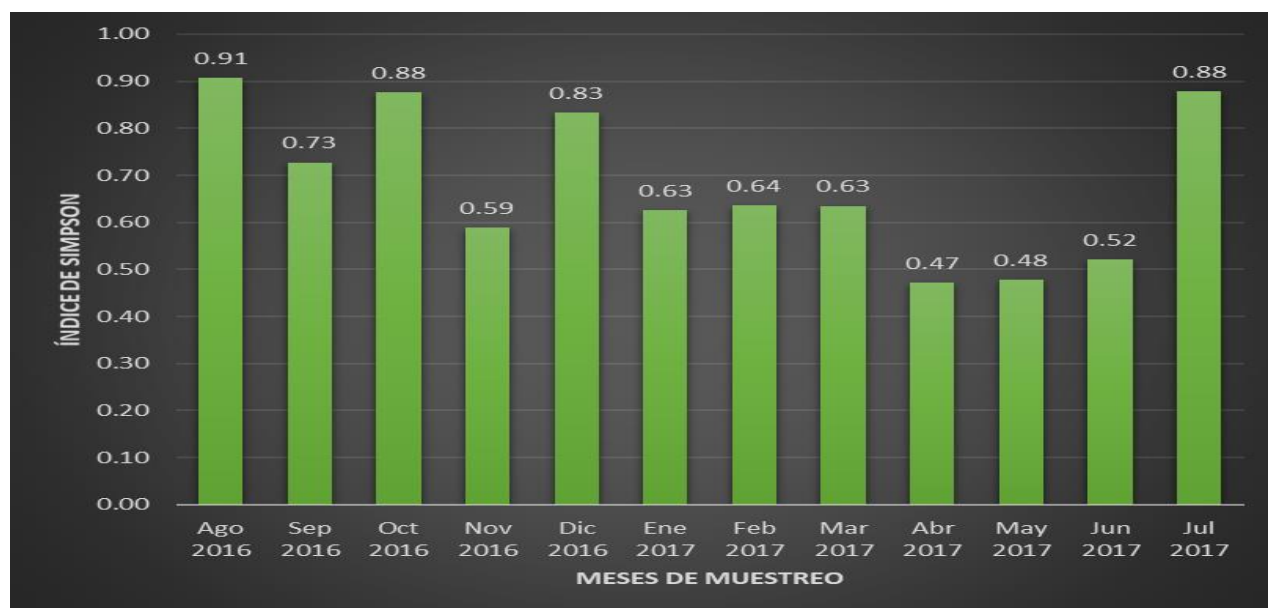


Figura 11. Índices de diversidad de Simpson de los meses muestreados en el EPM.

7.3 CONTRASTE DE LA RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE MARIPOSAS EN EL PERM Y EL EPM.

Comparando los parámetros de riqueza y abundancia entre los dos parques muestreados, los resultados obtenidos mostraron que el parque que alberga una mayor riqueza es el EPM ya que en este se colectaron 14 especies más que en el PERM. La prueba estadística (χ^2) mostró que existe una diferencia significativa con respecto a la riqueza $p=0.10$ ($\alpha=0.1$), entre los dos parques estudiados.

Con respecto a la abundancia, el parque más abundante resultó ser el EPM con 305 ejemplares recolectados, a diferencia del PERM en donde se recolectaron 107 ejemplares de mariposas. En ambos parques la especie más abundante resultó ser *L. aripa elodia*, la cual alcanzó un total de 129 ejemplares en el EPM, lo que representa cerca del 42 % de la abundancia total de mariposas. En el PERM, esta especie estuvo representada con 35 ejemplares recolectados, lo que representó el 27 % de la abundancia total de mariposas (Fig. 12).

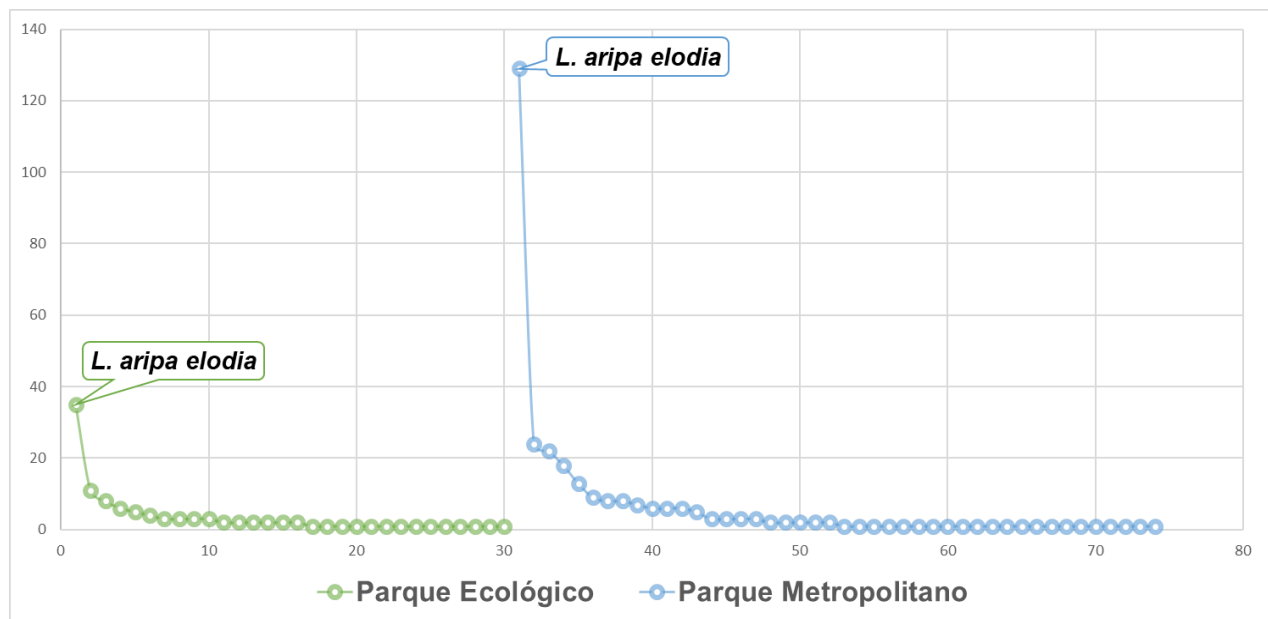


Figura 12. Abundancia de las especies recolectadas en los dos parques estudiados.

La prueba estadística de χ^2 mostró que existe una diferencia significativa entre la abundancia de un parque con respecto al otro, $p=1.7 \times 10^{-22}$ ($\alpha=0.1$).

El índice de diversidad obtenido para el PERM fue mayor (0.86) con respecto al índice de diversidad obtenido para el EPM (0.79), y el gráfico con el error estándar muestra un solapamiento, por lo que podemos considerar que no hay una diferencia significativa entre los valores del índice de diversidad de un parque con respecto al otro (Fig. 13).

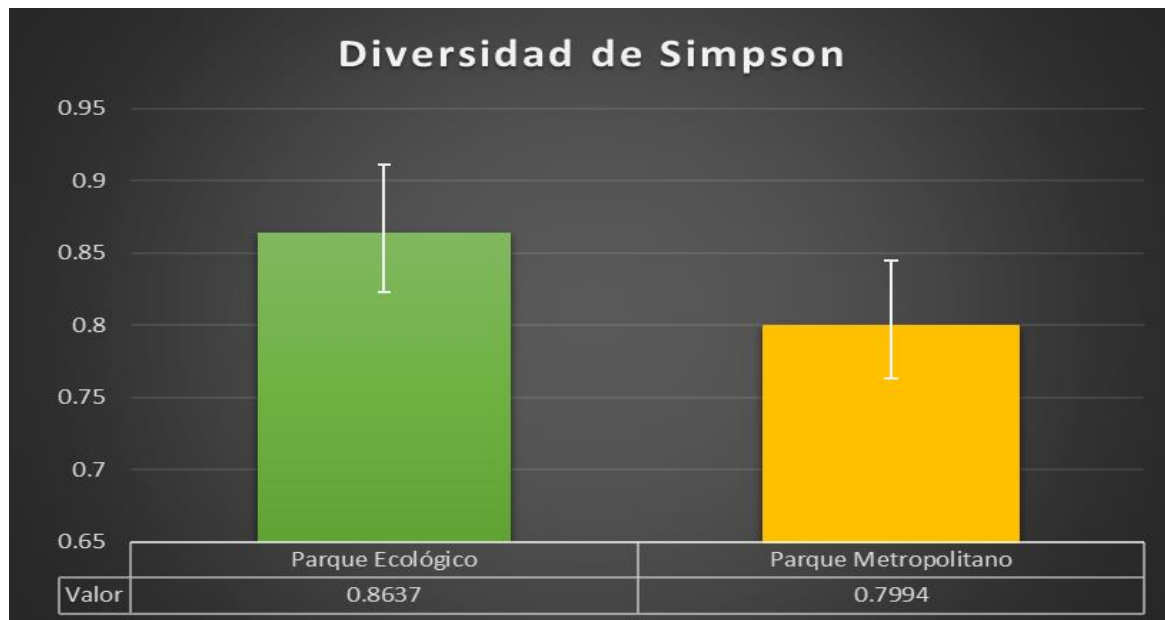


Figura 13. Índices de diversidad obtenidos para cada uno de los parques muestreados, se muestra barra de error estándar.

8. Discusión

Los lepidópteros son uno de los grupos más diversos debido a la variedad de recursos que explotan dentro de los hábitats en los que se distribuyen. Con respecto a los ambientes urbanos, esto no es la excepción dado que las especies han logrado adaptarse a estos hábitats. En este estudio encontramos que en dos parques de la ciudad de Puebla, se distribuyen un total de 46 especies que pertenecen a 33 géneros y cinco familias.

8.1. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL PERM.

De acuerdo con Jiménez-Valverde y Hortal (2003), puede considerarse que un inventario está razonablemente completo cuando la eficiencia de muestreo alcanza o supera el 80% de la riqueza total estimada, para el caso del PERM, la eficiencia superó ligeramente este porcentaje, y el número de especies que faltaron fue elevado (siete). Además, consideramos que es necesario un mayor esfuerzo de muestreo, ya que tenemos varios datos únicos o singletons, por lo que es importante destacar que es necesario continuar con los trabajos de recolecta para lograr la captura de estas especies faltantes. En este sentido, podemos plantear un aumento de los días de muestreo, ya que sólo se colectó un día por mes y como más adelante se discute, muchas de las especies de mariposas se distribuyen bajo ciertas condiciones de temperatura y humedad. Además, con los resultados obtenidos, podemos darnos cuenta que en nuestro diseño de recolecta sólo se consideró el uso de trampas de fruta y de red entomológica. La red permitió capturar mariposas principalmente nectarívoras, y las trampas capturan las que llegan a frutas fermentadas; sin embargo, no diseñamos un método de colecta para las especies que se alimentan de las sales disueltas en sustrato (Andrade, 1998). Estos resultados finalmente nos dan información para que en trabajos futuros sobre la diversidad de estos insectos, se considere dentro del diseño de muestreo abarcar la colecta de los diferentes gremios alimenticios.

8.2 RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE MARIPOSAS DEL PERM.

Con respecto al PERM, la riqueza fue de 30 especies registradas, a lo largo del año muestreado. Se observó la mayor riqueza en el mes de julio (2017), en donde se recolectaron 9 de las 30 especies registradas: *Dione juno*, *Dione moneta*, *Leptophobia aripa elodia*, *Papilio multicaudata*, *Papilio rogeri pharnaces*, *Phoebis sennae*, *Polygonia haroldi*, *Smyrna blomfildia datis* y *Vanessa atalanta rubria*, que representan el 30% de la riqueza total. El mes de julio presentó una temperatura media de 19.6° C y una humedad media de 64.21; al parecer estas condiciones abióticas fueron propicias para estas nueve especies registradas. Contrastando estos resultados con los meses de menor riqueza, septiembre (2016), febrero y mayo (2017) en los que solo se recolectaron dos especies, observamos que en el mes de septiembre se registró una temperatura media de 21.4°C y una húmeda media de 64.3%, recolectando a *L. aripa elodia*, especie ampliamente distribuida en el tiempo dentro del parque, y *Eurema salome Jamapa*, la cual se registró también en los meses de octubre y diciembre (2016). El mes de febrero (2017) presentó una temperatura de 21°C y una humedad media de 39% teniendo a *Nathalis iole*, la cual se capturó también en los meses de noviembre y diciembre de (2016). El mes de mayo (2017) presentó una temperatura media de 24.2°C y una humedad media de 35.4%; en este mes se capturó a *Dione moneta*, especie que estuvo presente en los meses de enero, marzo, abril, junio y julio (2017); y la especie *Smyrna blomfildia datis*, la cual también fue capturada en el mes de julio. Probablemente los factores abióticos estén determinando la distribución de las especies de lepidópteros dentro del parque; por ejemplo, *L. aripa elodia*, la cual resulta ser una especie con un amplio rango de tolerancia a la fluctuación de la temperatura y de la humedad, ya que estuvo presente en nueve meses de los doce meses muestreados, siendo la más abundante con respecto al resto de las especies. De esta especie se colectaron 35 especímenes, lo que representa el 32.71% de la abundancia total en el PERM. Esto coincide con los resultados obtenidos por Díaz-Rivas *et al.* (2012), en su trabajo de las mariposas del Jardín Botánico de la BUAP, en donde esta especie se encontró entre las más recurrentes. La especie *L. aripa elodia*, es originaria de América Central y América del Sur, considerada de importancia económica para los cultivos de col, ya que sus larvas ocasionan daños al alimentarse de esta especie

vegetal. Es una especie que en su estado adulto, obtiene el néctar de varias especies de plantas como *Brassica oleracea*, *Tropaeolum majus* y *Lantana cámara* (cuadro 2). Esta dos últimas especies vegetales, se encuentra distribuidas en la zona del aviario, la primera y la segunda se distribuye en manchones en todo el PERM. Dado que esta mariposa se alimenta de estas dos especies vegetales, muy probablemente su gran abundancia sobre el resto de las mariposas se deba al recurso presente dentro del parque, aunado a que tolera variaciones en temperatura y humedad. La segunda especie más abundante fue *Dione moneta*, con 11 ejemplares recolectados en el parque, esta es una especie migratoria, por lo que se puede encontrar en casi cualquier hábitat, y en cualquier altitud, más frecuente entre los 1800 y 2800 msnm. Se encuentra con mayor frecuencia en áreas abiertas y soleadas, que generalmente incluyen pastos y caminos, de hecho en cualquier lugar donde haya abundancia de fuentes de néctar (Hoskins).

PERM	Especies de mariposas diurnas					
	<i>Dione junco</i>	<i>Dione moneta</i>	<i>Leptophobia aripa elodia</i>	<i>Papilio rogeri pharnaces</i>	<i>Phoebis philea</i>	<i>Danaus plexippus</i>
Especies de plantas	<i>Bougainvillea sp.</i>	2			1	
	<i>Lantana camara</i>	1	1			
	<i>Ligustrum lucidum</i>			1		1
	<i>Opuntia sp.</i>				1	
	<i>Taraxacum officinale</i>		1			
	<i>Tropaeolum majus</i>		10			

Cuadro 2.Especies de mariposas diurnas colectadas en plantas.

Los índices de diversidad en el tiempo dentro del PERM, mostraron que fue el mes de junio (2017), el más diverso (0.86), dado que en este mes se distribuyeron un total de 8 especies: *Danaus plexippus*, *Dione moneta*, *Leptotes marina*, *Nymphalis antiopa*, *Papilio garamas garamas*, *Papilio multicaudata*, *Papilio rogeri pharnaces* y

Phoebis philea; ninguna presentó una elevada abundancia respecto al resto de las especies, a diferencia del mes de julio, el cual presentó mayor riqueza (nueve especies). Sin embargo, la especie *L. aripa elodia* superó en abundancia al resto de las especies registradas (Fig. 7).

8.3. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL PERM.

Como se mencionó anteriormente cuando la eficiencia de muestreo es igual o mayor al 80% se puede considerar que un inventario está razonablemente completo, para este parque se obtuvo una eficiencia del 86%, faltando por coleccionar 7 especies. Estos resultados se pudieron ver influenciados por distintos factores como lo menciona Rabinovich (1980), por ejemplo: el efecto de la disposición espacial y/o variación temporal de la población o los efectos metodológicos instrumentales y personales, permitiéndonos replantear el método o diseño de colecta para estudios futuros y de esta forma obtener un inventario más completo acerca de la biodiversidad en zonas urbanas para estos organismos.

8.4 RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE MARIPOSAS DEL EPM.

Con respecto al EPM, la riqueza fue de 44 especies, a lo largo del año, siendo los meses de agosto de 2016 y julio del 2017 los de mayor riqueza, en ambos se recolectaron 17 especies de las 44 registradas, que representan el 39% de la riqueza total. De estas 44, nueve especies son de amplia distribución a lo largo del año: *Dione juno*, *Dione moneta*, *Eurema daira*, *Eurema mexicana mexicana*, *Leptophobia aripa elodia*, *Leptotes marina*, *Papilio multicaudata*, *Phoebis sennae* y *Pyrisitia proterpia* y cinco especies son exclusivas del mes de julio (2017): *Euptoieta claudia*, *Hemiargus ceraunus*, *Hemiargus isola*, *Polygonia haroldi* y *Smyrna blomfieldia datis*. En el año de 2016, el mes de agosto presentó una temperatura media de 21.4°C y una humedad media de 64.3%; mientras que julio del 2017 presentó una temperatura media de 22.6°C y una humedad media de 61.95%, condiciones propicias para estas especies. Contrastando esto con el mes menos rico, se observa que en el mes de mayo se recolectaron cinco especies de las 44 recolectadas en el parque. Mayo presentó una temperatura media de 25°C y una humedad de 49.4%, condiciones propicias para:

Leptophobia aripa elodia, *Nathalis iole*, *Papilio multicaudata*, *Phyciodes texana* y *Celastrina argiolus cinerea*, las tres primeras especies se comparten con el mes de agosto y julio, *P. texana* se distribuyen entre mayo y julio, siendo *C. argiolus cinerea* una especie exclusiva en este mes. Esto nos lleva a considerar que muy probablemente estas cinco especies, presentan una mayor tolerancia a la fluctuación de los factores abióticos como lo son la temperatura y la humedad dentro de este parque.

En el EPM encontramos que nuevamente *L. aripa elodia* es la especie más abundante con respecto al resto de las especies, se capturaron 129 ejemplares, lo que representa el 42.29% de la abundancia total del EPM. En este parque también se recolectaron algunos de sus ejemplares asociados a *Tropaeolum majus*, especie que se distribuye en la orilla del río Atoyac y a *Lantana cámara* (cuadro 3), especie muy abundante y que se encuentra distribuida de manera heterogénea dentro del parque. De igual forma que en el PERM, probablemente la gran abundancia de esta especie de mariposa sobre el resto se deba al recurso presente dentro del parque. La segunda especie más abundante en el parque fue *Dione june* con 24 ejemplares capturados; al igual que otras especies del género, es una especie migratoria y se distribuye en una gran variedad de hábitats, es común en bosques perturbados y áreas soleadas o bordes de caminos (Hoskins).

Los índices de diversidad en el tiempo dentro del EPM, mostró que fue el mes de agosto (2016) el más diverso, con un índice de diversidad de 0.91, dado que en este mes se recolectaron un total de 17 especies y ninguna de éstas estuvo altamente representada en número (Fig. 10), a diferencia del mes de julio (2017) que de igual forma se recolectaron 17 especies, pero hubo una mayor abundancia de *Papilio multicaudata* (9) y *L. aripa elodia* (8) con respecto al resto de las especies registradas en el parque.

		Especies de mariposas diurnas					
EPM		<i>Dione junio</i>	<i>Eurema mexicana mexicana</i>	<i>Leptophobia aripa elodia</i>	<i>Papilio multicaudata</i>	<i>Phoebis philea</i>	<i>Phoebis sennae</i>
Especies de plantas	<i>Aloe vera</i>						1
	<i>Bidens bigelovii</i>			12			
	<i>Bougainvillea sp.</i>	5			1	1	
	<i>Brugamsia aurea</i>			4			
	<i>Lantana camara</i>	10		17	6		
	<i>Oxalis sp</i>			2			
	<i>Phaseolus coccineus</i>		1				
	<i>Punica granatum</i>				1		1
	<i>Senna didymobotrya</i>					1	
	<i>Tropaeolum majus</i>			1			

Cuadro 3.Especies de mariposas diurnas colectadas en plantas.

8.5 CONTRASTE DE LA RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE MARIPOSAS EN EL PERM Y EL EPM.

El parque que alberga una mayor riqueza es el EPM ya que en este se colectaron 14 especies más que en el PERM, y esta diferencia resultó ser estadísticamente significativa, lo que nos lleva a aceptar nuestra hipótesis de trabajo con respecto al parámetro riqueza. Ambos parques comparten un total de 28 especies, siendo especies exclusivas *Asterocampa idyja argus* y *Euptoieta hegesia* del PERM; y 15 especies exclusivas del EPM (Cuadro 1).

El EPM, es un parque urbano que ha conservado parte de la vegetación original del sitio, y ha llevado a cabo la generación de micro-hábitats con condiciones propias que pueden ser explotados por una gran variedad de especies, a diferencia del PERM, en donde la vegetación se limita a especies introducidas y grandes caminos de cemento, así como comercios dentro del parque.

Con respecto a la abundancia, el EPM resultó ser el de mayor abundancia, lo cual había sido predicho en nuestra hipótesis de trabajo, dado que es un área en donde

se mantienen zonas con mayor cobertura vegetal, zonas de vegetación introducidas y diversas jardineras con plantas de importancia medicinal. Sin embargo, en este parque fue muy abundante la especie *L. aripa elodia* con 129 ejemplares. Así, en ambos parques, resultó ser ésta la especie más abundante, probablemente debido que cuenta con el mismo recurso alimenticio; además, es una especie que estuvo presente en casi todos los meses muestreados tanto en el PERM como en el EPM. Esto nos permite especular que *L. aripa elodia* es una especie muy tolerante a las fluctuaciones medio ambientales, que prefiere espacios abiertos y soleados. La gran abundancia de esta especie junto con *Dione juno* es evidencia de que estos hábitats se encuentran perturbados, y por lo tanto existe la dominancia de aquéllas especies más resistentes y que han logrado adaptarse a estas condiciones.

La modificación del hábitat, ha llevado a la introducción y la preferencia de ciertas especie vegetales, como es el caso de *Tropaeolum majus* y *Lantana camara*, especies vegetales introducidas y ampliamente sembradas en estos parques, por lo que se afecta la dinámica en las comunidades de estos insectos, haciendo que exista poco equitatividad dentro de la comunidad, lo que en un futuro puede llevar a la pérdida de la diversidad.

Estos resultados nos permiten establecer en un futuro el manejo de las áreas verdes dentro de las urbes, en donde debe priorizarse un manejo dirigido a la conservación de un mayor número de especies.

Con respecto a los índices de diversidad, el PERM resultó ser el más diverso en contraste con el EPM. Sin embargo estos resultados pudieron verse afectados por los datos de abundancia, dado que el índice de diversidad de Simpson es susceptible a datos con una gran abundancia. En el EPM la especie *L. aripa elodia*, está sumamente representada en contraste con el Parque Ecológico Revolución Mexicana, en este último, esta especie está presente pero no puede ser considerada como una especie dominante, como lo sería para el Eco-Parque Metropolitano. La diferencia en la abundancia de esta especie con respecto al resto, finalmente afecta los resultados obtenidos para los índices de diversidad (Fig.8).

La urbanización puede promover la pérdida de la diversidad de especies, por un efecto de especie-área: una gran extensión de superficie en las zonas urbanas se reduce y sólo quedan fragmentos de superficie disponibles para las plantas y los animales. Por otro lado, algunos aspectos de la urbanización pueden promover mayores niveles de diversidad biológica, por lo general mediante la adición de especies no nativas que reemplazan a las especies nativas (McKinney, 2002; Patitucci, *et al.*, 2010). En ese sentido, podemos observar cómo los índices de diversidad en los dos parques estudiados, se acercan al valor de uno. Esto nos lleva a pensar que, para el caso del PERM y el EPM, son ecosistemas perturbados que por sus características de manejo favorezcan la diversidad de especies, y en este caso una diversidad de mariposas concentradas dentro de ellos. Los ecosistemas “verdes” dentro del área urbana, proporcionan servicios a la urbe, de acuerdo con Bolund & Hunhammar (1999). Los servicios que proporcionan, tiene que ver con la filtración del aire, regulación del micro-clima, reducción de ruido, drenaje de aguas pluviales, tratamiento de aguas residuales y los valores recreativos y culturales. Las mariposas forman parte de estos valores recreativos, sin olvidar el papel que proporcionan a las plantas de los parques al polinizar varias de estas especies. Este trabajo es un primer intento por comprender la dinámica de las poblaciones de mariposas que habitan en áreas verdes dentro de las ciudades. Existen todavía muchas preguntas por responder, sin embargo, este trabajo sugiere que las áreas verdes urbanas pueden funcionar como reservorios de diversidad.

9. Conclusiones

- Se colectaron 46 especies perteneciente a 33 géneros distribuidos en 5 familias, siendo Nymphalidae la familia con mayor riqueza de especies y Pieride con mayor abundancia.
- De acuerdo a este estudio, la fauna de lepidópteros diurnos del Parque Ecológico Revolución Mexicana está constituida por 30 especies y la fauna de lepidópteros del Ecoparque Metropolitano por 44 especies.
- Entre el Parque Ecológico Revolución Mexicana y el Ecoparque Metropolitano se comparte un total de 28 especies.
- En el Parque Ecológico Revolución Mexicana existe la presencia de 2 especies exclusivas y 16 en el Ecoparque Metropolitano.
- De acuerdo con el estimador Bootstrap se obtuvo una eficiencia de muestreo de 83% para el Parque Ecológico Revolución Mexicana y 86% para el Ecoparque Metropolitano.
- Para ambos parques el mes con mayor abundancia fue julio del 2017.
- *Leptophobia aripa elodia* presentó mayor abundancia en ambos sitios.
- Para el Parque Ecológico Revolución Mexicana, el mes que presentó mayor riqueza fue julio de 2017 y para el Ecoparque Metropolitano fue agosto de 2016 y julio de 2017.
- El mes de agosto de 2016, presentó mayor diversidad seguido del mes de diciembre de 2016 en el Parque Ecológico Revolución Mexicana y junio de 2017 para el Ecoparque Metropolitano seguido de octubre 2016 y julio 2017.
- El Parque Ecológico Revolución Mexicana resultó ser más diverso con respecto al Ecoparque Metropolitano debido a la mayor equidad en la distribución de la abundancia de los individuos, sin embargo no existe una diferencia significativa entre ambos parques.

10. Bibliografía citada

Amaya, C. (2005). El Ecosistema Urbano: Simbiosis Espacial entre lo Natural y lo Artificial. *Revista Forestal Latinoamericana*, 37: 1-16pp.

Andrade-C, M. (1998). Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su diversidad en Colombia. *Revista Académica Colombiana Científica*, 22(84): 407-421pp.

Arango-B, L., Montes-R, J. M., López-P, D. A., & López-P, J. O. (2007). Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperoidea), escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) y hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Ecoparque Alcázares-Arenillo (Manizales, Caldas-Colombia). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 11(1): 390-409pp.

Blair, R. & Launer, A. (1997). Butterfly diversity and human land use: Species assemblages along an urban gradient. *Biological conservation*, 80(1): 113-125pp.

Blair, R. (1999). Birds and butterflies along an urban gradient: Surrogate taxa for assessing biodiversity. *Ecological Applications*, 9 (1): 164-170pp.

Bolund, P. & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2): 293–301pp.

Brereton, T., Roy, D., Middlebrook, I., Botham, M. & Warren, M. (2011). The development of butterfly indicators in the United Kingdom and assessments in 2010. *Journal of Insect Conservation*, 15(1-2), 139-151pp.

Brusca, R. & Brusca, G. (2005). Invertebrados. McGraw-Hill. Madrid, España. 640 pp.

Celecia, J. (1997). Urban Ecology: Biodiversity and contemporary stakes of inventories. *Journal d'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée*, 39 (2): 241-263pp.

Clarke, K., Fisher, B. & LeBuhn, G. (2008). The influence of urban park characteristics on ant (Hymenoptera, Formicidae) communities. *Urban Ecosystems*, 11(3), 317-334pp.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México

Constantino, L. (1997). Lepidópteros diurnos del Chocó Biogeográfico: Diversidad, alternativas productivas sostenibles y estrategias de conservación. *Memorias XXIV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología*.

Córdova, K. L. (2013). Caracterización de la biodiversidad urbana en la cuenca central de Cochabamba, Bolivia. *Acta Nova*, 6: 94-121pp.

Darrigran, G. (2012). Las colecciones biológicas ¿Para qué?. *Boletín Biológica*, 23: 28-31pp.

Díaz-Rivas, M., Rodríguez-Acosta, M. & Pérez-Torres, B. (2012). Determinación de especies de ropalóceros asociados al Jardín Botánico Universitario, Puebla, México. *Memoria del Congreso de Entomología, Sociedad Mexicana de Entomología A. C.*, 11(2): 1175-1180 pp.

Favila, M. E. & Halffter, G. (1997). The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community atructure and function. *Acta Zoológica Mexicana*, 72: 1-25pp.

Fernández-Hernández, D. (2007). Butterflies of the agricultural experiment station of tropical roots and tubers, and Santa Ana Camagüey, Cuba an annotated list. *Acta Zoologica Mexicana*, 23(2):43-75pp.

Flores, H, J. (2011). Listado preliminar de mariposas diurnas de Cholula. *Elementos BUAP*: 25-28pp.

Fraija, N., Fajardo, G. (2006). Caracterización de la fauna del orden Lepidoptera (Rhopalocera) en cinco diferentes localidades de los Llanos Orientales colombianos. *Acta biológica Colombiana*, 11: 55-68pp.

Frankie, G., & Ehler, L. (1978). Ecology of insects in urban environments. . *Annual Reviw Entomology*, 23: 367-87pp.

Garwood, K. and R., Lehman. 2005. Butterflies of Northeastern Mexico (Nuevo Leon, San Luis, Tamaulipas). 2° Ed. CONABIO y Gobierno del estado de Nuevo León. México.

Gilber, L. (1984). Biology of butterfly communities. *Academic Press*, 41-54pp.

Glassberg, J. 2007. A Swift Guide to the Butterflies of Mexico and Central America. Sunstreak Books Inc. China.

Hammer, O. (2015). Paleontological Statistic (PAST versión 3.13) Museo de Historia Natural. Universidad de Oslo.

Hernández-Mejía, C., Llorente-Bousquets, J., Vargas-Fernández, I., & Luis-Martínez, A. (2008). Las mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de Malinalco, Estado de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 79(1): 117-130pp.

Hoskins. A. (2017). Learn About Butterflies: the complete guide to the world of butterflies and moths.

Jiménez-Valverde, A. & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8: 151-161pp.

Kelly and Thomas Naberhaus, coordinators. 2017. Butterflies and Moths of North America. Recurso electrónico, disponible en <http://www.butterfliesandmoths.org>

Klein, A., Vaissiere, B., Cane, J., Steffandeweter, I., Cunningham, S. (2006.). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society*, 274: 303-313pp.

Lazzeri, M., Barl, M. & Pieri, M. (2011). Diversidad del orden Lepidoptera (Hesperioidea y Papilionoidea) de la ciudad de Corrientes, Argentina. *Revista Biológica Tropical*, 59(1): 299-308pp.

Llorente-Bousquets, J., Vargas-Fernández, I., Luis-Martínez, A., Trujano-Ortega, M., Hernández-Mejía, B. & Warren, A. (2014). Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85: 353-371pp.

Luna-Reyes, M., Llorente-Bousquets, J. & Luis-Martínez, A. (2008). Papilionoidea de la Sierra de Huautla, Morelos y Puebla, México (Insecta: Lepidoptera). *Revista Biológica Tropical*, 56(4): 1677-1716pp.

MacGregor-Fors, I., & Ortega-Álvarez, R. (2013). Ecología urbana: experiencias en América Latina. Disponible en línea: http://www1.inecol.edu.mx/libro_ecologia_urbana/. ISBN, 978-607.

Martínez-Noble, J., Meléndez-Ramírez, V., Delfín-González, H. & Pozo, C. (2015). Mariposas de la selva mediana subcaducifolia de Tzucacab, con nuevos registros para Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 348-357pp.

Maya-Martínez, A., Pozo, C. & May, E. (2005). Las Mariposas (Rhopalocera: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) de la selva alta Subperennifolia de la Región de Calakmul, México, con nuevos registros. *Folia Entomológica Mexicana*, 44(2): 123-143pp.

Maya-Martínez, A., Pozo, C. & May, E. (2005). Las Mariposas (Rhopalocera: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) de la selva alta Subperennifolia de la Región de Calakmul, México, con nuevos registros. *Folia Entomológica Mexicana*, 44(2): 123-143pp.

McKinney, M. (2008). Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11: 161–176pp.

McKinney, M. L. (2002). Urbanization, biodiversity and conservation. *Bioscience*, 52(10): 883-890pp.

Menéndez, R., González-Megías, A., Collingham, Y., Fox, R., Roy, D., Ohlemüller, R. & Thomas, C. (2007). Direct and indirect effects of climate and habitat factors on butterfly diversity. *Ecology*, 88(3): 605-611pp.

Morón, M., & Valenzuela-González, J. (1993). Estimación de la biodiversidad de insectos en México; análisis de un caso. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 44: 303-312pp.

Nájera-Moyotl, S., Quiroz-Soberanes, J., Solís-Heredia, L., Villegas-Ramírez, F.(2015). Diversidad y abundancia de mariposas (Rhopalocera: Lepidoptera) en dos temporadas en el municipio de Atlixco, Puebla. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología*,1: 58–63pp.

Niemi, G. & McDonald, M. 2004. Application of ecological indicators. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematic*, 35:89-111pp.

Patitucci, L., Mulieri, R., , Mariluis, J. & Schnack, A. (2010). The population ecology of *Muscina stabulans* (Fallén) (Diptera: Muscidae), along an UrbanRural Gradient of Buenos Aires, Argentina. *Neotropical Entomology*, 39(3):441-446pp.

Pautasso, M. (2007). Scale dependence of the correlation between human population presence and vertebrate and plant species richness. . *Ecology Letters*, 10: 16-24pp.

Powell, J. (2009). Lepidoptera (Moths, Butterflies). 559-586 pp. En: Resch, V., Cardé, R. (Eds.) (2009). *Encyclopedia of insects*. Academic Press.

Pozo de la Tijera, C., Salas-Suárez, N. & Uc-Tescum, S. (2002). Mariposas diurnas del santuario del manatí y su área de influencia. En: F.J. Rosado-May, R. Romero Mayo y A. De Jesús Navarrete. (Eds.). *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la Bahía de Chetumal y su área de influencia*. Universidad de Quintana Roo, Chetumal, Q. Roo, México, 121-130pp.

Prieto, C., Takegami, C., & Rivera, J. M. (2007). Estructura poblacional de *Morpho sulkowskyi* Kollar, 1850 (Lepidoptera: Nymphalidae) en un sector de la cordillera occidental, departamento del Cauca (Colombia). *Entomotropica*, 20(1): 15-22pp.

Rabinovich, J. E. (1980). Introducción a la ecología de poblaciones animales. In *Introducción a la ecología de poblaciones animales*. CECSA.

Ramirez R., L., Chacon De Ulloa, P., & Constantino, L. M. (2007). Diversity of diurnal butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) in Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 33(1): 54-63pp.

Ramirez R., L., Chacon De Ulloa, P., & Constantino, L. M. (2007). Diversity of diurnal butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) in Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 33(1): 54-63pp.

Ramos, R. & Freitas, A. (1999). Population biology, wing color variation and ecological plasticity in *Heliconius erato phyllis* (Nymphalidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 53: 11-21pp.

Rodríguez, F., Carrillo-Ruiz, H., Rivas-Arancibia, S., Quiroz-Robledo, L., & Andrés, A. (2010). Mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) del Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. *Dugesiana*, 17(2): 113-124pp.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Simpson, E. H. (1949). Measurement of Diversity. *Nature*.

Simpson, G. G. (1960). Notes on the measurement of faunal resemblance. *American Journal of Science*, 258: 300–311pp.

Soto, S. (2007). Lista preliminar de mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) del Parque Ecológico de La Chontalpa, Tabasco, México. *Entomotropica*, 17(1): 111-113pp.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236pp.

Warren, A., Davis, K., Stangeland, E. M., Pelham, J. P. Willmott., K. R. & N. V. Grishin. (2016). Butterflies of America. Recurso electrónico, disponible en: <http://www.butterfliesofamerica.com>

Zhang, Z-Q. (Ed.). (2011). Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 1-237pp.

11. Anexo

11.1 MARIPOSAS DIURNAS MÁS ABUNDANTES.



Lepthopobia aripa elodia



Dione juno



Dione moneta