

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



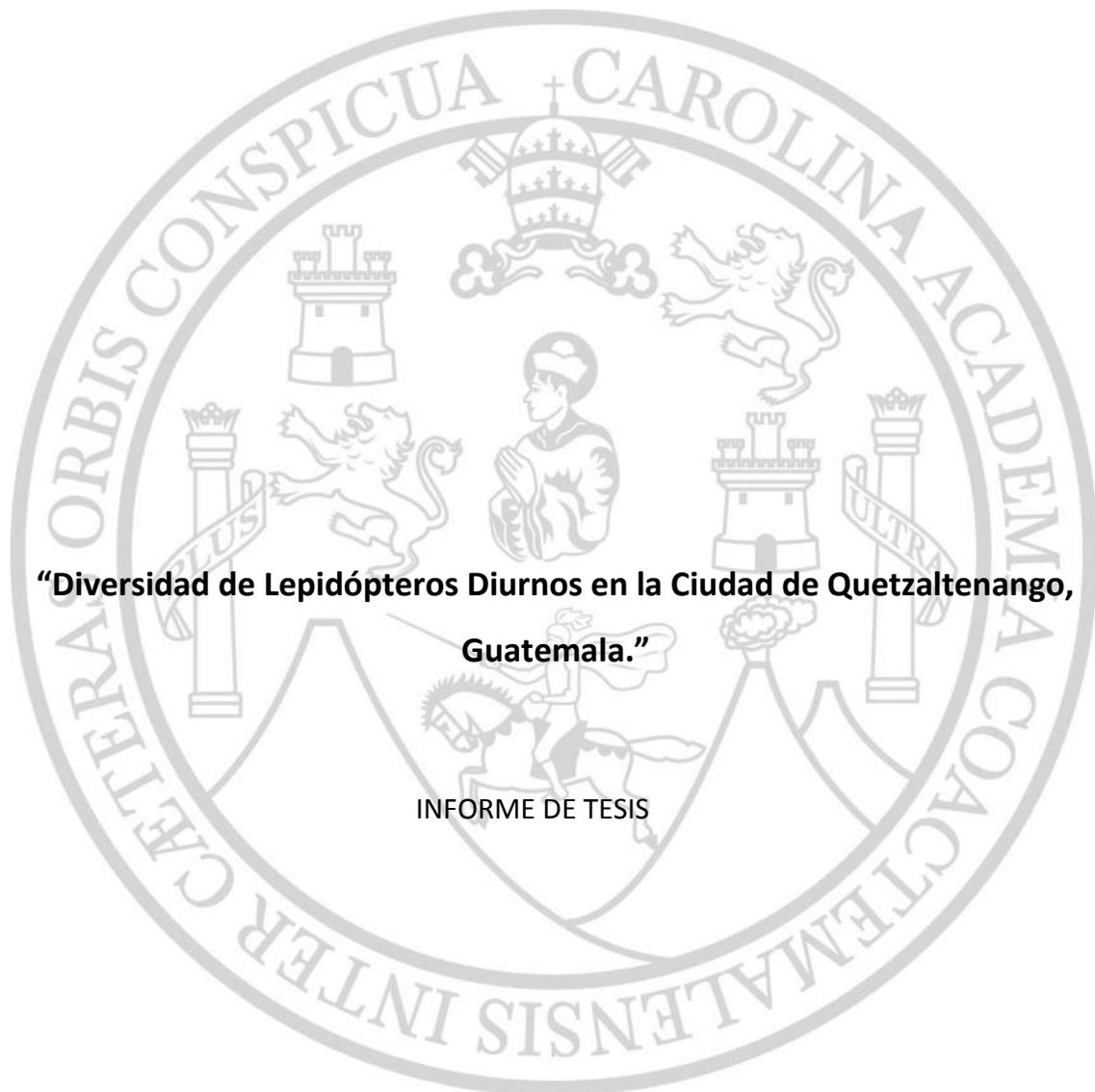
**“Diversidad de Lepidópteros Diurnos en la Ciudad de Quetzaltenango,
Guatemala.”**

Astrid Maricela Jump Monterroso

Bióloga

Guatemala, enero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



**“Diversidad de Lepidópteros Diurnos en la Ciudad de Quetzaltenango,
Guatemala.”**

INFORME DE TESIS

Presentado por

Astrid Maricela Jump Monterroso

Para optar al título de

Bióloga

Guatemala, enero de 2015

**Junta Directiva de la
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia**

Oscar Manuel Cobar Pinto, Ph.D.	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.	Secretario
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	Vocal II
Lic. Rodrigo José Vargas Rosales	Vocal III
Br. Lourdes Virginia Nuñez Portales	Vocal IV
Br. Julio Alberto Ramos Paz	Vocal V

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen María por darme la oportunidad de conocer lo maravillosa que es la naturaleza y su diversidad.

A Mis Padres Eduardo y Ely por entenderme, apoyarme y amarme de manera incondicional. Gracias por siempre estar a mi lado.

A mi hermana Alejandra y mi cuñado Osmar, por ser siempre mi gran apoyo y porque con el paso del tiempo se han convertido en mis grandes amigos. **A mi Natalia** porque con su sonrisa me da más que mil palabras **y mi Santiago** a quien espero con mucha emoción.

A mi hermano Víctor y mi cuñada Gaby, por comprender y hacerme sentir que siempre estarán ahí y ser un gran ejemplo a seguir.

A José Juan Vega, que eres la persona con la que quiero compartir más éxitos durante el resto de mi vida, gracias por tu apoyo y paciencia, Te Amo.

A mi Abuelita Laura y Abuelito Egidio, por su cariño, sus enseñanzas y amor.

A mis amigos de toda la vida Leslie, David y Félix, porque siempre que necesite palabras de apoyo, las conseguí a través de ustedes.

A mis amigos de la universidad Patty Gómez, Raquel Lima, Rosa Sunum, Yorik Tenes, Fabiola Corona, Vivian González, David Cabrera, Oscar Martínez, Allan Urbizo, Rodolfo Peña, con quienes compartí los momentos más grandiosos de la carrera, serán inolvidables.

A mis catedráticos Lic. Claudio Méndez, Lic. Fernando Díaz, PhD Jorge Erwin, quienes con su amistad y enseñanzas han logrado que se cumpla este sueño.

AGRADECIMIENTOS

A la Tricentenario Universidad de San Carlos, por ser mi casa de estudios, porque no hay mayor orgullo que ser parte de esta universidad.

A la Escuela de Biología, por enseñarme el verdadero sentido de la vida y poder apreciarla con una mentalidad diferente.

A Lic. Claudio Méndez, por su apoyo, sus aportes, conocimientos y paciencia.

A Lic. Fernando Castillo por el aporte, el apoyo logístico durante las colectas y por darme el empujón que necesitaba en el momento indicado.

A Lic. Fernando Díaz, por su aporte y apoyo durante la realización de esta investigación.

A Ing. Agr. Dauno Chew, por el gran aporte con sus conocimientos en ArcGis y así obtener nuestro complicado “mapa” sin el cual esto no hubiese sido posible, muchas gracias.

A La Municipalidad de La Ciudad de Quetzaltenango y Guardarecursos, por el apoyo brindado para realizar esta investigación.

A las Familias Quezaltecas, por darnos la confianza y permitirnos entrar a los jardines durante la época de colecta.

A Vivian González y Jorge Jiménez, por su apoyo durante las colectas.

A Yorik Tenes, por los aportes estadísticos para la investigación.

Y a todos los presentes...

ÍNDICE

1.	Resumen	1
2.	Introducción	3
3.	Antecedentes	5
3.1.	Sitio de Estudio	5
3.1.1.	Ciudad de Quetzaltenango	5
3.2.	Ecología Urbana	8
3.3.1.	Estructura Urbana y Procesos Ecológicos	9
3.3.2.	Diversidad de Insectos en Áreas Urbanas	10
3.3.	Lepidópteros Diurnos	12
2.3.1.	Lepidópteros Diurnos y la Urbanización	12
4.	Justificación	14
5.	Objetivos	16
6.	Hipótesis	17
7.	Materiales y Métodos	18
7.1.	Universo	18
7.2.	Materiales	18
7.3.	Métodos	19
7.3.1.	Trabajo de Campo	19
7.3.2.	Trabajo de Laboratorio	24
7.3.3.	Análisis Estadístico	25
7.3.4.	Análisis de Paisaje	27
8.	Resultados	29

9.	Discusión	39
10.	Conclusiones	46
11.	Recomendaciones	47
12.	Referencias	48
13.	Anexos	55
13.1.	Anexo 1. Tipos de verde presentes dentro de la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.	56
13.2.	Anexo 2. Fotografías de Lepidópteros Diurnos presentes en los parches de vegetación urbana en la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala	57
13.3.	Anexo 3. Tipos de Verde Urbano. Sitios de Colecta (Parques, Jardines y Baldíos	63
13.4.	Anexo 4. Abundancia de Lepidópteros Diurnos presentes en parches de vegetación urbana, en la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.	66
13.5.	Anexo 5. Porcentaje de especies en floración para los meses de marzo, abril, mayo y junio del año 2013 en los 15 parches de vegetación urbana dentro de la ciudad de Quetzaltenango.	67
13.6.	Anexo 6. Índices de Conectividad para los 15 sitios de colecta dentro de la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.	67
13.7.	Anexo 7. Listado de plantas presentes en los 15 sitios de colecta dentro de la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.	68
13.8.	Anexo 8. Boleta de recolección de datos de variables locales y de paisaje dentro de los parches de vegetación en la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala	73
13.9.	Anexo 9. Boleta para Caracterización de parches de vegetación dentro de la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.	74
13.10.	Anexo 10. Boleta de recolección de datos de Lepidópteros diurnos presentes en los parches de vegetación urbana en la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.	75

1. RESUMEN

Con el aumento poblacional el límite urbano ha ido creciendo causando fragmentación y destrucción de bosques, esto provoca la pérdida de la vegetación nativa, dejando solamente unos cuantos remanentes dentro de ciudades y se han creado espacios verdes como: jardines, baldíos, parques. Se han realizado varios estudios sobre los efectos de la urbanización en la diversidad, pero se les ha dado poca atención a los efectos de pérdida de hábitat para las poblaciones de invertebrados terrestres. Estudios ecológicos han utilizado Lepidópteros diurnos ya que responden de manera rápida a los cambios dentro su hábitat. En Guatemala se han realizado pocos estudios enfocados en los procesos de urbanización y su relación con la diversidad de lepidópteros, el objetivo en este trabajo fue analizar la diversidad de lepidópteros diurnos, identificando las variables de paisaje y locales que puedan influenciar su presencia dentro de los mismos. Para esto se realizaron colectas de mariposas diurnas durante los meses de marzo a junio del año 2013, en 15 sitios los cuales se dividieron en 3 tipos de verde (5 jardines, 5 parques y 5 baldíos). Las colectas fueron realizadas utilizando redes entomológicas, estableciendo como unidad experimental 10 minutos por cada 20m² en cada sitio de colecta.

Las variables locales y de paisaje analizadas, fueron: Tipo de uso (jardín, parque o baldío), Estratos de vegetación, cantidad de arbustos, cantidad de árboles, cantidad de hierbas, porcentaje de plantas con flor, actividades de manejo, unidades de borde o jardineras, diversidad de especies vegetales, área verde, gris, área total y conectividad.

Se obtuvo que el sitio con mayor diversidad verdadera fue el Zoológico Minerva con 8.17 y los sitios con menor diversidad verdadera fueron los Jardines de la Zona 9 y 7 con 2.74 y 2.94 respectivamente. Los sitios no formaron agrupaciones en base al tipo de verde, ya que estos pueden presentar las condiciones necesarias para favorecer la presencia de mariposas dentro de ellos independientemente el tipo de verde. La especie *Pontia Protodice* fue la única especie que presentó una diferencia significativa para el tipo de verde "baldío", lo cual se relacionó con la presencia de la especie de planta *Capsella bursa-pastoris* la cual es importante para la alimentación de esta especie de mariposa.

La comparación entre las variables de paisaje y locales con la presencia de especies de mariposas diurnas en los parches de vegetación urbana, no manifestaron correlación. Con

excepción de la variable *IIConnector*, que representa la importancia de los parches para conectar hacia otros parches, la cual manifestó una correlación de 0.48, esto muestra que los parches representan importancia para la dispersión de las distintas especies, principalmente para las especies que presentan rangos de vuelo cortos. Con estos resultados se observa que la diversidad de lepidópteros diurnos para la ciudad de Quetzaltenango puede ser explicada por la capacidad de cada uno de los parches de permitir la dispersión dentro de la matriz urbana, mientras existan los recursos necesarios para la sobrevivencia. Es importante no descartar la importancia de cada una de las variables consideradas.

2. INTRODUCCIÓN

El crecimiento rápido de las ciudades ha afectado a los ambientes naturales con la pérdida, fragmentación, aislamiento, introducción de especies exóticas y acumulación de desechos, provocando daños en los ciclos ecológicos (Kotze, y otros, 2011, p. 159). Todos estos cambios han impactado de manera negativa en la biodiversidad, incluyendo a los artrópodos y sus roles importantes en el ecosistema como en los procesos de descomposición, polinización, ciclos de nutrientes, cadena alimenticia, control biológico, y además forman parte de la calidad ambiental urbana (González, 2002, p. 4).

Los lepidópteros han sido muy utilizados en estudios ecológicos, debido a que responden de manera rápida a los cambios dentro de su hábitat además son organismos con requerimientos especiales de hábitat como: cantidad de luz, plantas nutricias específicas para larvas y en ocasiones para adultos además de presentar una taxonomía estable y altamente estudiada (Matteson & Langelloto, 2010, p. 336-337); (Smith, y otros, 2006a p. 2516-2517).

En trabajos recientes se han utilizado lepidópteros con el fin de entender el funcionamiento de los procesos ecológicos como la descomposición orgánica, ciclos de nutrientes, cadena alimenticia, control biológico, además reflejan calidad ambiental urbana; en los parches ubicados dentro de las ciudades, la polinización puede verse beneficiada con la presencia de jardines, baldíos o espacios verdes dentro de la ciudad, los cuales representan una complejidad ecológica importante conteniendo especies de plantas que permiten su alimentación (Matteson & Langelloto, 2009, p. 335); (Smith, y otros, 2006b, p. 2415-2416). La diversidad de especies polinizadoras como los lepidópteros, favorecen y contribuyen en la agricultura urbana (tal como sucede en la ciudad de Quetzaltenango), lo cual provee alimento seguro para los pobladores que se encuentran dentro o cercanos a la ciudad (Matteson & Langelloto, 2010, p. 334).

Debido a los cambios y el crecimiento urbano en la ciudad de Quetzaltenango, este estudio pretende responder las siguientes preguntas relacionadas a la diversidad de lepidópteros en la misma: ¿A qué se debe la presencia de mariposas en los espacios de vegetación urbana

en la ciudad de Quetzaltenango? ¿Qué características presentan los espacios de vegetación dentro de la ciudad que favorece la presencia de mariposas en ellos? ¿Existen conexiones dentro de los espacios verdes que permiten la distribución de mariposas a través de ellos?

Los objetivos de esta investigación fueron conocer las variables o condiciones (locales o de paisaje) que permiten la presencia de lepidópteros diurnos dentro de los parches de vegetación urbana en la ciudad de Quetzaltenango.

3. ANTECEDENTES

3.1. Sitio de Estudio

3.1.1 Ciudad de Quetzaltenango

La Ciudad de Quetzaltenango está localizada dentro del municipio y departamento del mismo nombre. Sus datos físicos y climáticos se encuentran en el cuadro No. 1, los cuales muestran los rangos de temperatura, humedad y precipitación que presenta esta ciudad. Es importante conocer estos datos debido a que influyen directamente en la diversidad de fauna, como los insectos, donde se incluyen los lepidópteros diurnos. Como por ejemplo cuando la humedad atmosférica es muy alta, el néctar de las flores es de muy mala calidad por lo que disminuye la concentración de azúcares, afectando directamente una fuente de alimentación para los insectos (Alvarado, 2011, p. 8). Además la temperatura baja y el gradiente altitudinal afectan directamente las funciones de los lepidópteros debido a que una fuente de energía la encuentran por medio de la radiación solar, la cual es utilizada principalmente para realizar procesos de termorregulación afectando la actividad de los insectos (Fernández & Ramos, 2006, p. 8).

Cuadro No.1 Datos físicos y Climáticos que presenta la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala

Datos físicos y Climáticos	
Coordenadas Geográficas	Latitud: 14 50'16" Longitud: 91 31'03"
Altitud	2,333 msnm
Temperatura Media	15.2 °C
Temperatura Máxima	22.4°C
Temperatura Mínima	6.8°C
Precipitación Promedio	699.3 mm anuales
Humedad Relativa	82%

(Instituto Geográfico Nacional, 1976).

El departamento cuenta con 24 municipios, dentro de los cuales se encuentra el municipio de Quetzaltenango, con una extensión territorial de 120 Km², ocupando un 6.2% del área departamental (Díaz, 2005 p. 13). La división política administrativa actual según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2002), la ciudad de Quetzaltenango comprende de 11 zonas en el área urbana, 2 aldeas y 13 cantones en el área rural.

El municipio de Quetzaltenango cuenta con un área protegida llamada “Parque Regional Municipal Quetzaltenango” (PRMQ), con una extensión territorial de 5,755 hectáreas, esta área Protegida limita al Norte con los municipios de San Mateo, La Esperanza y Olinstepeque del departamento de Quetzaltenango y los municipios de San Andrés Xecúl del departamento de Totonicapán; al Este limita con: los municipios de Zunil, Almolonga, Cantel y Salcajá; al Sur con los municipios de: Zunil y el Palmar; al Oeste con los municipios de: Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez. Según el sistema de clasificación de Thornthwaite, el clima de la región se caracteriza por variar de semi-cálido a templado, con inviernos benignos (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Quetzaltenango, 2010, p. 11).

El municipio de Quetzaltenango está localizado en las zonas de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (Bh-MB) y bosque muy húmedo (Bmh-MB). Este municipio está ubicado en la cuenca Hidrográfica del Río Salamá y esta bañado por los ríos Salamá, Sigüilá (Xequijel) y río seco. Su orografía que está compuesta por las tierras altas volcánicas y montañas. Cuenta con los volcanes: Cerro Quemado, Santa María, Santiaguito y Siete orejas; y los cerros: Candelaria, Galapagos, Huitán, La Pedrera y Tecún Umán o cerro Baúl (Díaz, 2005, p. 14).



Mapa de ubicación de los municipios colindantes a la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.

Existe poca información acerca de biodiversidad que se encuentra en este municipio, entre las especies de flora observadas y altamente aprovechadas son: *Tillandsia* sp. (Bromeliaceae) diversidad de Helechos y Musgos. Debido a la estrecha relación con el bosque, en los terrenos municipales conviven muchas especies de fauna silvestre como Ardillas (*Sciurus auvegastur*), Armadillo (*dasyopus* sp.), Comadreja (*Mustela frenata*), Conejos (*Oryctolagus cuniculus*), Cotuzas (*Dasyprocta punctata*), Coyote (*Canis latrans*), Liebre (*Orthogeomys grandis*), Mapache (*Procyon loto*) y una alta diversidad de especies de aves e insectos (Díaz, 2005, p. 14); (Salguero, y otros, 2010, p. 22).

La Ciudad de Quetzaltenango, cuenta con todos los servicios públicos y privados necesarios para encontrarse dentro de esta categoría: Presenta servicios Hospitalarios (Hospital General, Hospital de Pulmones, Centros de Salud, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social -IGSS-), cuenta con servicios de agua potable, energía eléctrica, alumbrado público, servicios de cable, internet y correo. Presenta escuelas, colegios privados, institutos técnicos, universidad privada y pública. Cuenta con radiodifusoras, centros comerciales, hoteles y se encuentra el centro de capacitación regional INTECAP, agencias bancarias y financieras, buses urbanos y microbuses, cuenta con pista de aterrizaje no pavimentada. Dentro de las distintas zonas de la ciudad se encuentran los residenciales privados, colonias privadas, cantones, entre otros (Díaz, 2005, p. 15-16).

3.2. Ecología urbana

La ecología urbana se refiere a los estudios sobre la distribución y abundancia de los organismos en el interior y alrededor de las ciudades, incluyendo las interacciones que ocurren entre organismos y los factores ambientales urbanos, mostrando los beneficios y complicaciones que esta interacción pueda causar. Este término también puede incluir la planificación urbana en la que se asegura la reducción de los impactos ambientales y la disponibilidad de sitios agradables para la población que vive en las ciudades (Dunnett y Qasim, 2000 p. 40). De un modo más general la ecología urbana pretende integrar ambos enfoques (ecológico y social) dentro de un marco de referencia socio- ecológico que permite ampliar los rangos de cada uno y unificarlos (Deelstra, 1998, p. 17-18); (Pickett, y otros, 2001, p. 127).

Un término importante que maneja la ecología urbana es la “sustentabilidad” en las ciudades, este se refiere a la planificación eficiente y racional de los recursos naturales, de manera que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras (S.N., 2007, p. 234).

Cuando existe un impacto espacial que ha provocado cambios en los ámbitos sociales y naturales, como lo son, el aumento en la contaminación de aguas, aire y suelos, desarrollo de islas, calor, de ventilación y de humedad, reducción y fragmentación de áreas verdes, congestión vehicular y creciente segregación socio-espacial de sus habitantes, el termino

sustentabilidad permite la planificación y gestión urbana, con el fin de orientar el crecimiento actual y futuro urbano, manteniendo los “parches vegetales” y corredores naturales en el interior de las ciudades, permitiendo así la mejora de la calidad ambiental de sus habitantes, entre otras consideraciones socioeconómicas y geopolíticas que se puedan incluir (Romero, y otros, 2001, p. 46).

3.2.1 Estructura Urbana y Procesos Ecológicos

La urbanización es un proceso que concentra a la población y sus actividades en ciudades, lo que conlleva a cambios no solo de tipo demográfico, sino también económicos, culturales y naturales (Bottino, 2009, p. 1-2). La alta densidad de humanos en una región es asociada con la pérdida, la fragmentación y el aislamiento de los ambientes naturales además de la introducción de especies exóticas y acumulación de basura, factores que han provocado cambios en los procesos climáticos, edáficos e hidrológicos (Kotze, y otros, 2011, p. 159). Debido a que ha ocurrido una expansión del límite urbano en distintas ciudades del mundo, se han elaborado estudios que explican cuáles son los efectos producidos por el incremento de la urbanización en la diversidad biológica (Matteson, y otros, 2008, p. 141).

Los hábitats naturales se han ido transformando para satisfacer las necesidades y actividades humanas. Estas transformaciones incluyen procesos físicos, biológicos y sociales que resultan en el desarrollo de la infraestructura urbana como edificios y calles o carreteras, que con frecuencia van dejando un pequeño espacio de área verde, siendo estos lo que han logrado mantener la biodiversidad dentro de las ciudades (Ortega-Álvarez, y otros, 2011, p. 1-2).

La reducción de áreas verdes lleva con ello la reducción de servicios ambientales como: regulación de islas de calor, recarga de acuíferos, humidificación de la atmósfera mediante la evapotranspiración, limpieza y reciclaje de aire, filtro biológico de aguas y suelos contaminados, provisión de hábitats para la vida silvestre y corredores de biodiversidad, etc. (Romero, y otros, 2001, p. 45-46). Por lo tanto a causa de este cambio en la estructura natural, la diversidad de especies, ecosistemas y comunidades naturales se ha simplificado, generándose múltiples paisajes heterogéneos pero de escasa riqueza biológica, predominando especies cultivadas y domesticadas (Dunnett & Qasim, 2000, p. 43).

Dentro de los múltiples espacios verdes que han quedado en las ciudades encontramos los parches de vegetación urbanos, como jardines, parques, arriates y baldíos (espacios verdes sin ningún tipo de manejo), los cuales juegan un papel importante, porque son de significancia en la presencia de los distintos organismos (mamíferos, aves, invertebrados), ofrecen protección de acuíferos, generación de aire limpio, reciclaje de aire contaminado, sostenimiento de poblaciones vegetales, hábitats y zonas de escape para las distintas especies (Doody, y otros, 2010, p. 1385); (Romero, y otros, 2001, p. 47).

La calidad ambiental de una ciudad es proporcional al número y tamaño de los parches de vegetación, debido a que implican funciones relevantes de tipo ambiental y espacial, tales como corredores, refugios y escalones de biodiversidad (Romero, y otros, 2001, p. 46). Un refugio es un hábitat de mayor calidad ambiental que perdura dentro de la ciudad, mientras los escalones facilitan el movimiento entre parches de mayor calidad ambiental entre ellos y la matriz circundante. Por lo tanto el tamaño y la extensión de los parches de vegetación también pueden influenciar directamente en la biodiversidad urbana (Romero, y otros, 2001, p. 46); (TCPA y URBED, 2004, p. 6), debido a que las interconexiones como corredores dentro de la ciudad permiten unirlos entre ellos con los grandes remanentes de bosques cercanos a la ciudad que generalmente son las fuentes de diversidad para la ciudad (Matteson, y otros, 2010, p. 336); (Pickett, y otros, 2001, p. 128).

Los parques y jardines con frecuencia incluyen diversidad de vegetación arbórea además de la vegetación nativa que presentan recursos para alimentación, áreas de refugio y sustrato, que permite mantener una variedad de animales incluyendo a la fauna invertebrada quien puede ser altamente rica, especialmente, sin la presencia de biocidas en las áreas verdes (Kunte, 2000-2001, p. 40-41)

3.2.2 Diversidad de Insectos en Áreas Urbanas

Un ambiente urbano como se ha mencionado con anterioridad, es un mosaico heterogéneo formado por residenciales, comercios, parques y otros espacios con diferentes usos, los cuales proveen varios tipos de hábitats que pueden ser utilizados por los artrópodos (McIntyre, 2000, p. 825). No todos estos espacios son ideales para su alimentación o reproducción, ya que con la urbanización está la pérdida de hábitat y con ello, muchos de los recursos básicos para mantener una población, además con este proceso se llegan a los problemas de contaminación,

lo cual ha tenido como consecuencia la disminución de la diversidad de invertebrados nativa, especialmente en las áreas centrales urbanas (Mckinney, 2008, p. 1573). Lo contrario se observa con las especies generalistas y exóticas que tienden a aumentar con el desarrollo urbano, lo cual altera la composición de grupos funcionales de gran importancia ecológica, tales como los polinizadores (Clark, y otros, 2007, p.323); (Matteson, y otros, 2008, p. 143); (Sattler, y otros, 2011, p. 14).

La presencia o ausencia de los artrópodos en un área, está determinado por distintos factores o variables, como los evaluados por Sattler *et al* (2010) en un estudio donde analizó la biodiversidad de artrópodos en varios hábitats urbanos basado en 5 aspectos ambientales (edad, área impermeable, manejo, configuración y composición), donde obtuvo que la riqueza se debe a una combinación de factores ya que un ambiente urbano brinda un mosaico formado por diferentes tipos de hábitats, que se encuentran espacialmente cercanas, creando diversos bordes que generalmente forman “ecotonos” que ofrecen recursos adicionales y condiciones de micro-hábitat, que facilitan las necesidades de las especies de artrópodos en sus diferentes estadios del ciclo de vida (huevo, desarrollo larval y reproducción).

Los artrópodos pueden responder directamente e indirectamente al proceso de urbanización, se ven afectados de manera directa con la pérdida de hábitat y contaminación, y de manera indirecta con las alteraciones en la estructura del hábitat en la presencia y abundancia de los distintos recursos (p.e. plantas nutricias y hospederas). La respuesta tendrá efectos en los individuos pero los cambios serán nivel de población o en la estructura de la comunidad, estos cambios de manera positiva y negativa se verán en la abundancia, riqueza, distribución de especies, tamaño de poblaciones en los distintos hábitats o parches de vegetación formados a causa de la urbanización (McIntyre, 2000, p. 825); (Sattler, y otros, 2010 p. 952).

3.3. Lepidópteros Diurnos

3.3.1. Lepidópteros Diurnos y la Urbanización

Los lepidópteros han sido utilizados con frecuencia para estudios ecológicos ya que se encuentran muy bien estudiados y presentan una alta sensibilidad a cambios ambientales (temperatura, cantidad de luz, etc.) (Blair, 1999, p. 154). Se han encontrado que los principales cambios dentro de las especies a raíz de la urbanización se dan en la abundancia, rango de distribución y la fenología (Kocsis & Hufnagel, 2010, p. 45). Los lepidópteros son organismos altamente visibles, conocidos y muy bien estudiados pero es poco reconocido su comportamiento y desarrollo en las zonas urbanas, algunos estudios han demostrado que la mayoría de individuos utilizan las áreas verdes dentro de la ciudad para movilizarse a través de una matriz urbana, aunque no necesariamente es la única utilidad que pueden presentar estos espacios verdes dentro de la ciudad para estos organismos (Young, 2005, p. 151).

La población lepidópteros diurnos ha sufrido cambios a consecuencia de la urbanización, debido a su pérdida de hábitat, la contaminación ambiental, actividades antropogénicas, etc. pero aun así se encuentran presentes en las ciudades gracias a las áreas verdes que aún se conservan, las cuales pueden ser utilizadas como camino para llegar hacia un bosque cercano, área de alimentación, de reproducción (si encuentran los recursos adecuados) o pueden significar simplemente un área de reposo (McIntire, 2000, p. 826); (Matteson & Langellotto, 2010, p. 345).

Estudios realizados acerca de los cambios en la biodiversidad de mariposas en distintas ciudades, han encontrado los factores que tienen influencia directa en la diversidad. El estudio propuesto por Matteson y Langellotto (2010) para la diversidad de mariposas y abejas en la ciudad de Nueva York, obtuvo que la cantidad de luz solar y la abundancia floral son las principales variables que determinan la diversidad de polinizadores (abejas y mariposas) dentro de los jardines en lugares residenciales. Young (2007) obtuvo que los jardines también son funcionales para las mariposas como una ruta a través de la zona urbana hacia otra área verde más amplia, en lugar de representar solamente un área aislada dentro del paisaje y esto es debido a que se han relacionado distintos elementos que condicionan la dirección del vuelo como lo son: la orientación del parche, la presencia de arbustos, árboles y otras estructuras, además que presentan plantas con néctar para alimentación y plantas hospederas necesarias durante la fase larvaria.

En Guatemala no se han realizado muchos estudios sobre los efectos de la urbanización en la composición de insectos mucho menos para los lepidópteros, pero se han realizado estudios para la evaluación de la diversidad de mariposas que presenta este país, como el realizado por Salinas – Gutiérrez *et al* (2009) donde listaron 761 especies de mariposas con registros en colecciones biológicas, literatura, recolectas de campo, datos inéditos y bases de datos, pero aun así el estudio con este grupo es muy limitado, contando con datos de gran importancia para la biodiversidad de Guatemala.

4. JUSTIFICACIÓN

Las ciudades presentan hábitats únicos que son resultado de la adecuación del territorio a las necesidades específicas de una población. Esto ha generado la fragmentación de bosques y otros procesos negativos que han provocado la pérdida de la vegetación nativa dejando solo unos pocos remanentes y los espacios verdes que han sido transformados o generados en jardines, parques o baldíos (Clark, y otros, 2007, p. 322); (Kotze, y otros, 2011, p. 160). Estos espacios verdes han sido de beneficio para la diversidad de especies, como los insectos, dentro de las ciudades ya que son las áreas que permiten sostener y mantener las poblaciones de organismos que se encuentran presentes en ellas, debido a que representan áreas de paso, de alimentación o de refugio (Matteson, y otros, 2008, p. 336); (Matteson & Langelloto, 2010, p. 335 - 337).

Se han realizado varios estudios sobre los efectos de la urbanización en la biodiversidad enfocados principalmente en vertebrados, pero se les ha dado poca atención a los efectos de la pérdida de hábitat y fragmentación, en invertebrados terrestres (Clark, y otros, 2007, p. 323), por lo que es importante estudiar los efectos que provocan cambios en la diversidad de invertebrados y así valorar su contribución en el entorno con los denominados servicios del ecosistema: la descomposición orgánica, polinización, ciclos de nutrientes, cadena alimenticia, control biológico, además reflejan calidad ambiental urbana (González, 2002, p. 8).

En Guatemala pocos estudios se han enfocado acerca de los procesos de urbanización y la diversidad de insectos, y mucho menos en lepidópteros diurnos, por lo que esta investigación siendo pionera en el tema, pretende, por medio de la evaluación de este grupo presente en la Ciudad de Quetzaltenango, conocer las condiciones o variables (locales y de paisaje) que presentan las áreas verdes urbanas en la actualidad para mantener la biodiversidad de mariposas dentro de la Ciudad, lo cual posibilitará entender las relaciones que existen dentro del ecosistema y los beneficios que este brinda, siendo de importancia para mantener un equilibrio social, físico y natural en las regiones urbanas.

Esta información será valiosa al momento que deban realizarse políticas de manejo para la conservación de las áreas verdes urbanas que pueden contribuir de manera directa en la

planificación urbana por las municipalidades, principalmente en sitios donde existe una alta diversidad natural, mejorando la relación que existe con la salud humana y la calidad de vida en los centros urbanos.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Analizar la diversidad de Lepidópteros diurnos en función de la diversidad y composición de especies en los distintos parches de vegetación presentes dentro de la ciudad de Quetzaltenango.

5.2 Objetivos Específicos

- 5.2.1** Comparar los Lepidópteros diurnos presentes en los distintos parches de vegetación de la ciudad de Quetzaltenango.
- 5.2.2** Identificar las variables locales que condicionan la presencia de los lepidópteros diurnos dentro de los parches de vegetación de la ciudad de Quetzaltenango.
- 5.2.3** Identificar las variables en el contexto de paisaje que condicionan la presencia de los lepidópteros diurnos en los parches de vegetación de la ciudad de Quetzaltenango.

6. HIPÓTESIS

La diversidad (riqueza, abundancia y composición) de Lepidópteros diurnos dentro de los parches de vegetación urbana en la Ciudad de Quetzaltenango es explicada por la complejidad y tamaño del parche además del contexto de paisaje (conectividad) en donde ocurre.

7. MATERIALES y MÉTODOS

7.1 Universo

7.1.1 Población: Lepidópteros diurnos en la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.

7.1.2 Muestra: Lepidópteros diurnos dentro de los distintos parches de vegetación en la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.

7.2 Materiales

7.2.1 Personales

-Materiales para Captura

- Redes entomológicas
- Sobres de Papel Parafinado
- Cajas herméticas

-Materiales para montaje

- Pinzas entomológicas
- Tablas para montaje
- Alfileres entomológicos

7.2.2 Proyecto Fodecyt 13-2012

- Viáticos y transporte al sitio de estudio

7.2.3 Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos

-Equipo de campo y de laboratorio

- Estereoscopio
- 1 Secadora
- Cajas entomológicas
- Redes entomológica
- Alfileres entomológicos

7.3 Métodos

7.3.1 Trabajo de Campo

El área de estudio abarca la ciudad de Quetzaltenango, la cual se encuentra ubicada a 203 kilómetros al occidente de la ciudad Capital de Guatemala a 14° 52' de latitud norte y a una altitud entre los 2,300 y 2,400 msnm, presenta una temperatura media anual de 15°C y registrándose en los meses más fríos temperaturas bajo 0°C, esta categorizado en las zonas de vida Bosque Húmedo montano bajo y bosque muy húmedo (Díaz, y otros, 2005, p. 13-14). La ciudad está dividida administrativamente en 11 zonas y presenta los siguientes tipos de verde: Parques, Baldíos, Jardines, Agricultura, Vegetación en arriates, vegetación natural y Bosques (cercanos a la ciudad), de los cuales se seleccionaron 3 tipos de vegetación urbana basados en su categoría de manejo distribuida en 5 Jardines, 5 parques y 5 baldíos. La ciudad de Quetzaltenango para el año 2013 contaba con 4 tipos de verde urbano con una extensión total de 1,997.35 ha lo que se puede observar en detalle en el siguiente cuadro No.2.

Cuadro No. 2. Número de Parches urbanos y cantidad de área ocupada por los tipos de verde (Parques, Vegetación Natural, Baldíos y Jardines) de la ciudad de Quetzaltenango para el año 2013.

Tipos de Verdes Urbanos	Número de Parches	Área Total ha
Parques	35	15.15
Vegetación Natural	114	168.00
Baldíos	1,025	1,724.96
Jardines	2,351	89.25
Total	3,525	1,997.35

Fuente de Datos: Proyecto Fodecyt 13-2012.

Los parches de vegetación donde se realizaron las colectas, se encuentran distribuidos de la siguiente manera (ver figura No. 2):

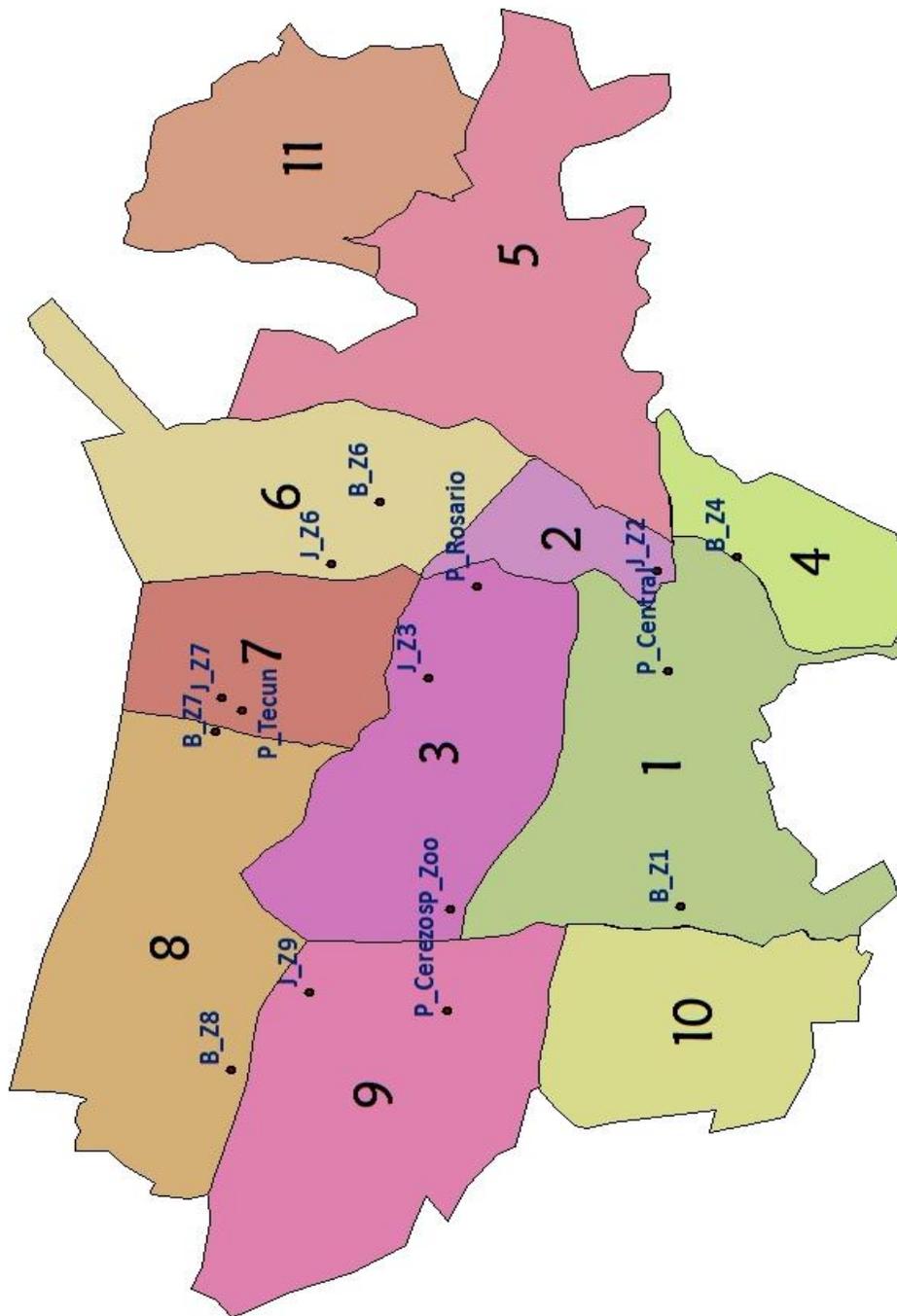


Figura No. 2. Localidades de colecta (puntos verdes) distribuidas en las distintas zonas de la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.

Cuadro No. 3. Parches de vegetación urbana utilizados para la colecta de lepidópteros diurnos en la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.

No.	Nombre	Zona	Latitud	Longitud
1	Parque El Rosario	3	14.84541	-91.51275
2	Parque Central	1	14.83413	-91.51839
3	Parque Minerva	9	14.84689	-91.53448
4	Parque Los Cerezos	9	14.8471	-91.54112
5	Parque Tecún Uman	7	14.85926	-91.52115
6	Baldío El Mirador	6	14.85117	-91.507
7	Baldío Santa Virginia	8	14.86073	-91.52234
8	Baldío Del Valle	9	14.86008	-91.54551
9	Baldío Cementerio	1	14.83349	-91.53418
10	Baldío Cenizal	2	14.83022	-91.51079
11	Jardín García Escobar	3	14.85369	-91.52726
12	Jardín La Floresta	9	14.85536	-91.54012
13	Jardín Voz de Occidente	2	14.83486	-91.51189
14	Jardín Los Trigales	7	14.86056	-91.52032
15	Jardín Z6	6	14.85401	-91.51134

Fuente de Datos: Proyecto Fodecyt 13-2012.

La selección de cada sitio de muestreo no se realizó de forma aleatoria sino de manera preferencial debido a que la distribución de los parches no es al azar por la planificación urbana que existe además de la facilidad de acceso a cada uno de los sitios de colecta. La muestra provino de 4 colectas por cada parche de vegetación, las cuales se realizaron de Marzo a Junio del año 2013 en la ciudad de Quetzaltenango. Para entender la distribución y la presencia de las mariposas en los parches de estudio se identificaron una serie de variables locales y de paisaje, las cuales serán descritas más adelante.

7.3.1.1 *Colecta de Lepidópteros Diurnos*

Las colectas fueron realizadas por dos personas acompañadas por 1 guardarecursos cada una, brindados por la municipalidad de Quetzaltenango. Estas se realizaron de manera manual utilizando redes entomológicas. Se estableció como unidad experimental para la colecta en cada sitio de 10min por cada 20m² (basado en el área máxima de observación desde un punto específico).

La colecta se realizó de 9:00 am a 2:00 pm, en la cual se abarcaron cuatro parches de vegetación por día por cada colector (Rothery & Roy, 2001, p. 898).

Adicionalmente se tomaron datos visuales en cada uno de los sitios utilizando una lista preliminar de especies frecuentes como apoyo a la colecta manual.

Las mariposas colectadas fueron introducidas en sobres de papel parafinado y ubicados en recipientes herméticos para ser posteriormente montados e identificados. Todos los especímenes al momento de ser capturados constaron de los siguientes datos: lugar de colecta, fecha, hora y colector.

7.3.1.2 *Variables Locales (dentro de los parches de vegetación):*

Por cada uno de los parches de vegetación se midieron las siguientes variables:

El tipo de uso, estratos de vegetación, cantidad de arbustos y árboles, porcentaje de plantas con flores, actividades de manejo, unidades de borde o jardineras y diversidad de especies plantas (especies más abundantes, fenología, hábito).

- *El tipo de uso:* se clasificaron con forme a su manejo: jardín, parque o baldío.
- *Estratos de vegetación:* se observó la estratificación de la vegetación y se clasificó en base a las principales características de una formación vegetal donde se incluyen:
 - Estrato Herbáceo (0 a 0.5m de altura)
 - subarbustivo (0.5-1m de altura)
 - arbustivo (1-3m de altura)
 - arborescente (3-7m de altura)
 - arbóreo (>7m de altura).

- Cantidad de arbustos y árboles: se realizó un conteo de los arbustos y árboles presentes en los parches o áreas verdes.

- Porcentaje de plantas con flores: se obtuvo el porcentaje de especies en floración (no individuos en floración) categorizándolos de esta manera:

%	Especies EN FLORACIÓN
0% - 20%	1 Muy Baja
21% - 40%	2 Baja
41% - 60%	3 Media
61% -80%	4 Alta
81% - 100%	5 Muy Alta

- Actividades de Manejo: Son todas las actividades que se realizan para mantener o cuidar la vegetación dentro de los parches de estudio los cuales fueron clasificadas como:
 - Riego
 - Poda
 - Replantación
 - Chapeado
 - Adición Compuestos Orgánicos e Inorgánicos

- Unidades de borde: Se observó la presencia o ausencia de “bordes” (áreas donde se encuentra la vegetación). Al encontrarlas presentes fueron cuantificados todos los bordes en cada sitio.

- Diversidad de especies vegetales: Se estableció la diversidad de especies de plantas presentes en los sitios de colecta (Anexo 7). Se realizó el proceso de identificación de especies con la ayuda del personal de Herbario de la Universidad de San Carlos -USCG- utilizando *la Flora de Guatemala* (Standley y Steyermark, 1958).

7.3.1.3 Variables de Paisaje

Por cada uno de los parches de vegetación fueron medidas las siguientes variables de paisaje utilizando el paquete de computadora ArcGis® (2010), empleando las fotografías ortorectificadas del año 2006 y comparadas con imágenes de Google Earth® (2014) para el año de colecta:

- Porcentaje de área: “dA” es un dato para cada parche, que representa el porcentaje total de área correspondiente para cada uno.
- Índice de conectividad: El índice Integral de Conectividad o *Integral index of connectivity* (IIC) es un índice calculado a partir de los atributos de los parches y las distancias topológicas entre ellos. Toma en cuenta el área conectada existente entre los parches, el flujo disperso estimado entre los parches y su contribución como piedra angular (conector) para mantener o sostener la conectividad con otros parche. “IIC” se incrementa con la mejora de la conectividad (Pascual – Hortal y Saura, 2006. Pág. 22). Este índice se divide en 3 fracciones: *IICintra*, *IICflujo* y *IICconnector* los cuales representan fracciones de la conectividad. *IICflujo* o *IICflux* es un estimado de la cantidad de flujo de dispersión entre un parche en particular y el resto de parches dentro del paisaje y *IICconector* o *IICConn* el cual mide la contribución del parche analizado con la conectividad con los otros parches, evalúa cual es la importancia de la presencia de ese parche para los parches que se encuentran cercanos a el (Pascual – Hortal & Saura, 2006, p. 23).

7.3.2 Trabajo de Laboratorio

7.3.2.1 Identificación de Especies de Mariposas

Los especímenes colectados fueron descritos utilizando guías de identificación de especies para México y Centro América elaborada por Jeffery Glassberg (2007), además de guías por internet de *Neotropical butterflies*¹ y *Butterflies of America*¹ y se utilizó el documento de apoyo realizado para Guatemala por Salinas-Gutiérrez (2009), el cual fue de gran importancia para la actualización de los nombres de las especies y su distribución en Guatemala.

¹ Páginas disponibles en <http://www.neotropicalbutterflies.com> y <http://butterfliesofamerica.com>

7.3.2.2 Montaje y Preparación de Especímenes

Los especímenes fueron humedecidos 2 días previos al montaje, con el fin de facilitar el proceso de apertura de alas. Luego fueron retiradas de las cajas de colecta. Se escogieron los mejores especímenes de cada especie colectada para ser montadas. Fueron colocadas cuidadosamente en tablas de montaje con el ángulo adecuado para su proceso de secado. Al finalizar el montaje, cada tabla contenía aproximadamente 5 o 6 mariposas (dependiendo del tamaño de los especímenes) se les colocaron franjas de papel bond sobre las mariposas para evitar el daño y doblez de las alas durante el proceso de secado. Con los especímenes montados fue posible rectificar la identificación de cada una de las especies. Las mariposas presentaban su etiqueta con la información del colector, especie, sitio de colecta y fecha de colecta e identificación.

Al finalizar el proceso las mariposas fueron etiquetadas y depositadas en cajas entomológicas para formar parte de la colección entomológica del Museo de Historia natural -MUSHNAT-.

7.3.3 Análisis estadístico

Se realizaron una serie de análisis con el fin de explicar la presencia de mariposas a través de las variables locales y de paisaje que se encontraron dentro de los 3 tratamientos utilizados en la ciudad de Quetzaltenango. Para la riqueza se compararon los 15 parches de vegetación urbana utilizando el estadístico de Kruskal Wallis para mostrar si existía relación entre la presencia de mariposas y los sitios evaluados. Se obtuvo el índice de riqueza, el análisis de agrupamiento jerárquico, una curva de acumulación de especies y un análisis de ordenación y correlación con cada una de las variables. Los análisis serán explicados detalladamente a continuación:

7.3.3.1 Índices de Riqueza

Para estimar la diversidad de especies, se utilizó el índice de diversidad verdadera o especies efectivas y que se obtuvo de la siguiente fórmula:

$${}^q D = \left(\sum_{i=1}^S P_i^q \right)^{1/(1-q)}$$

Donde qD es la diversidad verdadera (Jost, 2006), p_i^q es la abundancia relativa (abundancia proporcional) de la *iesima* especie, S es el número de especies, q es el orden de la diversidad y define la sensibilidad del índice a las abundancias relativas de las especies. El valor parámetro q determina qué tanto influyen las especies comunes o las especies raras en la medida de la diversidad y puede tomar cualquier valor que el usuario determine apropiado (Moreno, y otros, 2011, p. 1251).

7.3.3.2 Prueba de Kruskal – Wallis

Se utilizó esta prueba debido a que es el método más adecuado para comparar poblaciones cuyas distribuciones no son normales. Sirve para comparar más de dos grupos de rangos (medianas) y determinar que la diferencia no se deba al azar (que sea estadísticamente significativa). Esta prueba tiene como hipótesis nula: Las medianas son todas iguales y H_1 : Al menos una de las medianas es diferente (Mehotcheva, 2008, p. 3-4); (Soler, y otros, 2010, p. 5). Bajo este supuesto se comparó la riqueza verdadera con los 15 tratamientos evaluados, con el fin de observar si existe alguna preferencia de las especies de mariposas por algún tipo verde considerado.

A partir del resultado obtenido se utilizó el método de ajuste de Bonferroni, el cual permite identificar al menos un resultado significativo, posibilidad que aumenta cuando existen más datos evaluados (Bland, 1995, p. 170); (Napierala, 2012, p.1).

7.3.3.3 Análisis de Agrupamiento jerárquico

Se utilizó este análisis para observar los niveles de similitud que existen entre los distintos parches de vegetación urbana basado en la diversidad de especies de mariposas colectadas en la ciudad de Quetzaltenango (Chellem,i sf., p. 35). Al momento de realizar este análisis es importante seleccionar las medidas de distancias a utilizar y esto dependerá del tipo de datos a manejarse, para esta investigación se utilizó el índice de similitud de Bray-Curtis (1975), el cual es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo. Toma valores de 0 “ninguna especie en común” y 1 “muestras idénticas” (Moreno, 2001, p. 47).

7.3.3.4 Curva de Acumulación de Especies

Se realizó una curva de acumulación de especies, la cual es sencillamente el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo con la cual también permiten conocer la tasa a la que las nuevas especies pueden ser encontradas en un sitio en particular (Londoño, 2012, p. 3-4). Se utilizó la curva de acumulación de especies con el fin de comparar las riquezas de cada uno de los tratamientos y el esfuerzo realizado en cada uno durante todo el tiempo de colecta.

7.3.3.5 Análisis de Ordenación y Correlación

Se realizó un Análisis de Correspondencia (CA) para explorar el comportamiento de los datos, resumiéndolos en dimensiones o componentes (Jongman, y otros, 1995, p. 95), utilizando la riqueza verdadera de los lepidópteros diurnos colectados en los 15 parches de vegetación urbana.

A partir de ese análisis exploratorio, se realizó un análisis de Componentes Principales, el cual es un análisis de ordenación que tiene como objetivo reducir la dimensionalidad de un conjunto de variables; este análisis crea nuevas variables o componentes principales a partir del cálculo de la combinación lineal de las variables originales que explique mejor la varianza entre los datos analizados (Cushman & McGarigal, 2002, p. 367); (McGarigal, y otros, 2000, p. 1). Utilizando los componentes 1 y 2 se realizó la correlación de Spearman y Pearson (relacionando positiva o negativamente) las variables de paisaje y locales con la diversidad verdadera, con el fin de identificar las variables que condicionan los distintos lepidópteros diurnos dentro de los parches de vegetación urbana en la ciudad de Quetzaltenango.

La cantidad de especies en floración se realizó el mismo procedimiento, solo que fue separada del bloque general de variables, ya que esta es una variable que presenta un cambio de tipo mensual.

7.3.4 Análisis de Paisaje

Utilizando fotografías ortorrectificadas del sitio de estudio del año 2006 elaboradas por el instituto geográfico nacional –IGN- y facilitadas por el Centro de Estudios Conservacionistas -CECON- y con ayuda del paquete de computadora ArcGis® (2009) se realizó el mapa general de los parches de vegetación que conforman la Ciudad de Quetzaltenango, baldíos, parques,

jardines y vegetación natural (anexo No. 1) el cual se rectificó utilizando el programa Google Earth® (2014) para el año 2013 y obtener datos más cercanos al momento que se colectó. Con el mapa obtenido se obtuvo el *Índice Integral de Conectividad* (IIC) utilizando el Software CONEFOR® 2.6 (2012), en donde se consideró la distancia mínima como el promedio de la distancia de los parches hacia los bosques cercanos (1,438m), con lo que se obtuvo las fracciones para este índice *intra, flux* and *connector*, para cada parche. Además determinó el porcentaje de hábitat representativo (dA) por cada parche y por tipo de vegetación urbana en la ciudad.

8. RESULTADOS

Durante las colectas realizadas en los meses marzo, abril, mayo y junio del año 2013 se registraron 23 especies que pertenecen a 5 familias de mariposas presentes en 3 tratamientos de áreas urbanas (Parques, Jardines y Baldíos). Las familias Hesperidae y Pieridae son los que presentan mayor cantidad de especies (6 cada una) les siguen las familias Lycaenidae y Nymphalidae con 5 especies cada una y la familia menor Papilionidae representada por 1 especie (*Pterourus multicaudata*) ver cuadro No. 4.

La especies más abundantes fueron *Leptophobia aripa*, *Dione moneta* y *Pontia protodice* con 55, 53, 51 individuos respectivamente. Luego les siguen las especies *colias* sp., *Vanessa virginiensis*, *Pterourus multicaudata*, *Eurema salome Jamapa* y *Celastrina argiolus gozora* con 31, 21, 13, 10 y 9 individuos respectivamente. Las especies que se encontraron en menor cantidad fueron *Dannaus plexippus*, *Pyrgus* sp. y *Greta andromica* con 6, 3, 2 individuos respectivamente. Las especies *Poanes melane*, *Polugonus savignie*, *Iopanus pyrrhias*, *Leptotes marina*, *Arawacus* sp., *Nymphalis antiopa*, *Phoebis neocypris*, *Catantixia teutilia* y las morfoespecies 5, 9, 11, 13 presentaron únicamente un registro para todo el tiempo de colecta (cuadro No. 4).

Cuadro No. 4. Riqueza de especies encontradas en áreas verdes urbanas (Parques, Jardines y Baldíos) de la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala. Fuente de Datos: Proyecto Fodecyt 13-2012.

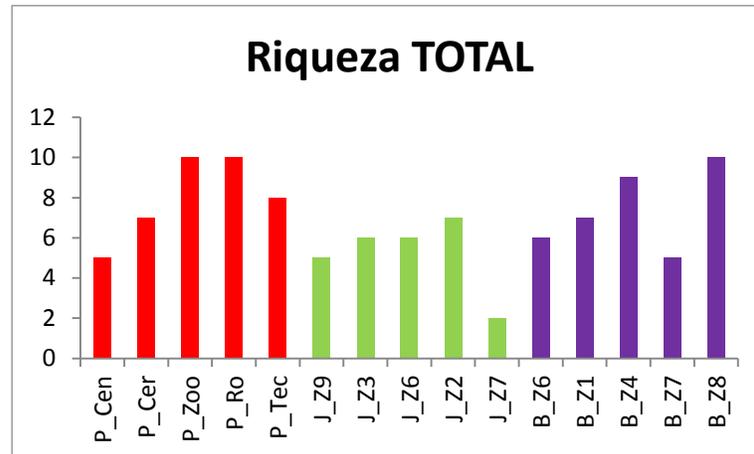
No.	Familia	Subfamilia	Especie	Abundancia
1	Hesperiidae		Morfosp. 5	1
2	Hesperiidae		Morfosp. 11	1
3	Hesperiidae		Morfosp. 13	1
4	Hesperiidae	Hesperiinae	<i>Poanes melane</i> (Edwards, 1869)	1
5	Hesperiidae	Pyrginae	<i>Polygonus savignie</i> (Slatreille, 1824)	1
6	Hesperiidae	Pyrginae	<i>Pyrgus sp.</i>	3
7	Lycaenidae		Morfosp. 9	1
8	Lycaenidae	Lycaeninae	<i>Iophanus pyrrhias</i> (Godman & Salvin, 1887)	1
9	Lycaenidae	Polyommatainae	<i>Celastrina argiolus gozora</i> (Boisduval, 1870)	9
10	Lycaenidae	Polyommatainae	<i>Leptotes marina</i> (Reakirt, 1868)	1
11	Lycaenidae	Theclinae	<i>Arawacus sp.</i>	1
12	Nymphalidae	Danainae	<i>Danaus plexippus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)	6
13	Nymphalidae	Ithomiinae	<i>Greta andromica lyra</i> (Salvin, 1869)	2
14	Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Dione moneta poeyii</i> (Butler, 1873)	53
15	Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Nymphalis antiopa antiopa</i> (Linnaeus, 1758)	1
16	Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Vanessa virginiensis</i> (Drury, 1773)	21
17	Papilionidae	Papilioninae	<i>Pterourus multicaudata multicaudata</i> (W.F. Kirby, 1884)	13
18	Pieridae	Coliadinae	<i>Colias sp.</i>	31
19	Pieridae	Coliadinae	<i>Eurema salome jamapa</i> (Reakirt, 1866)	10
20	Pieridae	Coliadinae	<i>Phoebis neocypris virgo</i> (Butler, 1870)	1
21	Pieridae	Pierinae	<i>Catantia teutila teutila</i> (Doubleday, 1847)	1
22	Pieridae	Pierinae	<i>Leptophobia aripa elodia</i> (Boisduval, 1836)	55
23	Pieridae	Pierinae	<i>Pontia protodice</i> (Boisduval & Leconte, [1830])	51
			Abundancia Total	266

En cuestión de la riqueza de las especies para cada uno de los sitios presentaron los siguientes resultados: Los sitios con mayor riqueza fueron El Zoológico Minerva (P_Zoo), Parque El Rosario (P_Ro) y Baldío en la Zona 8 (B_Z8) con 10 especies para cada uno. El Baldío de la Zona 4 (B_Z4), Rotonda Tecún Uman (P_Tec), Parque Los Cerezos (P_Cer), Jardín de la Z2 (J_Z2) y Baldío de la Z1 (B_Z1) presentan una riqueza de 9, 8 y 7 respectivamente. Las áreas verdes con menor riqueza fueron Baldío Zona 4 (B_Z4), Jardín Zona 6 y Zona 3 (J_Z6 y J_Z3) con 6 especies cada uno. El Baldío Zona 7 (B_Z7), Jardín Zona 9 (J_Z9) y Parque Central (P_Cen) con 5 especies y el Jardín de la Zona 7 (J_Z7) con únicamente 2 especies (ver anexo No. 3 y cuadro No. 5).

Cuadro No. 5 Diversidad de Lepidópteros diurnos para cada uno de los parches de vegetación urbana que se encuentran en la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.

Parches de Vegetación Urbana	Abundancia Total	Riqueza Total	Shannon	Diversidad Verdadera
P_Zoo	24	10	2.1	8.17
P_Tec	17	8	2.04	7.69
P_Cer	9	7	2.02	7.54
P_Ro	21	10	2.01	7.46
B_Z1	16	7	1.98	7.24
J_Z6	11	6	1.88	6.55
B_Z6	10	6	1.86	6.42
J_Z2	14	7	1.83	6.23
B_Z4	37	9	1.82	6.17
J_Z3	12	6	1.76	5.81
B_Z8	38	10	1.71	5.53
P_Cen	15	5	1.53	4.62
B_Z7	16	5	1.3	3.67
J_Z7	2	2	1.08	2.94
J_Z9	26	5	1.01	2.76

P_Cen: Parque Central, P_Cer: Parque Los Cerezos, P_Zoo: Zoologico Minerva, P_Ro: Parque Rosario, P_Tec: Rotonda Tecun Uman, J_Z9: Jardin Zona 9, J_Z3: Jardin Zona 3, J_Z2: Jardin Zona 2, J_Z6: Jardin Zona 6, J_Z7: Jardin Zona 7, B_Z6: Baldio Zona 6, B_Z1: Baldio Zona 1, B_Z4: Baldio Zona 4, B_Z7: Baldio Zona 7, B_Z8: Baldio Zona 8.



Figuras No. 3. Riqueza abundancia total de lepidopteros diurnos en los 15 sitios de colecta durante los meses de marzo a junio del año 2013, en la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala. *(rojo: parques, verde: jardines y morado: baldios).

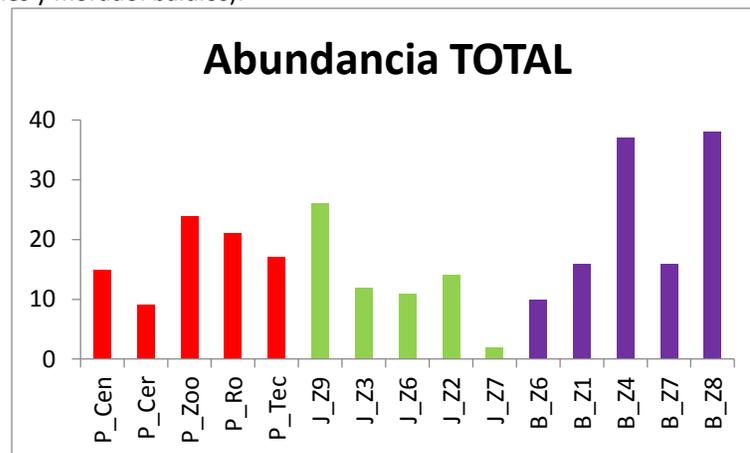


Figura No. 4. Abundancia total de lepidopteros diurnos en los 15 sitios de colecta durante los meses de marzo a junio del año 2013, en la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala. *(rojo: parques, verde: jardines y morado: baldios).

Como se observa el cuadro No. 5 y la Figura No. 3, la Riqueza total de mariposas diurnas durante los meses de colecta (Marzo a Junio) los sitios con mayor riqueza fueron: El Zoologico Minerva, parque el Rosario, Baldios de la zona 8 y zona 4. Figura No. 4. Abundancia total de mariposas diurnas durante los meses de colecta (Marzo a Junio) en donde se observa que los parches de vegetación urbana con mayor abundancia fueron: El baldio de la zona 8 y zona 4. Y los de menor abundancia fueron: El jardin de la z7 y el Parque Los Cerezos.

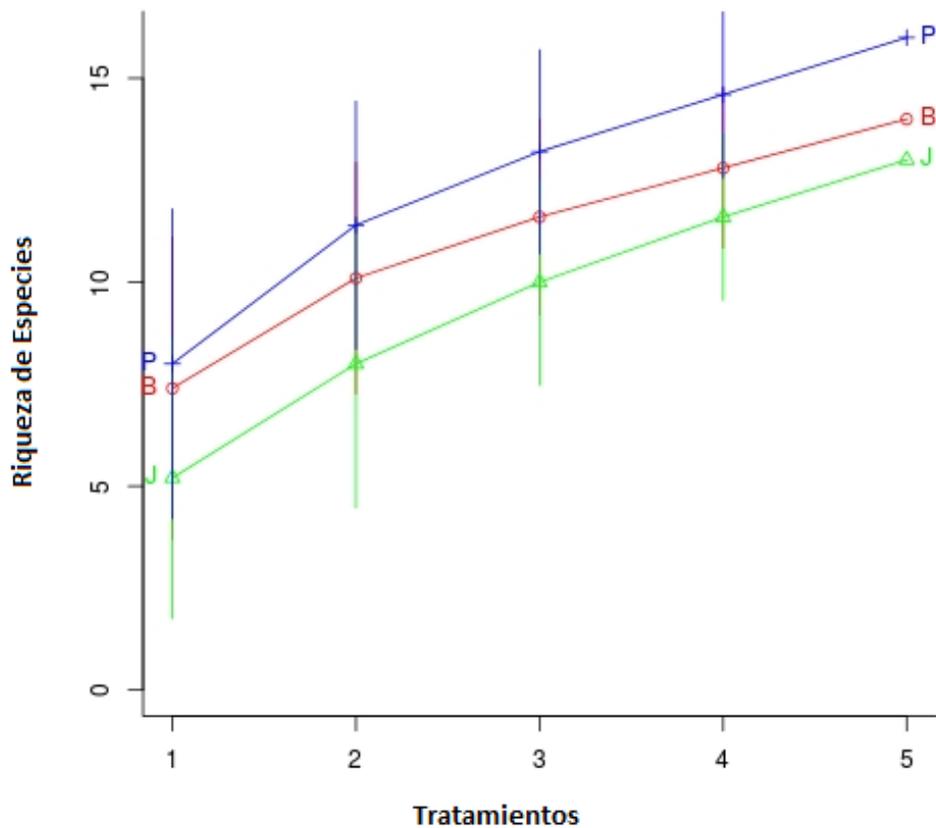


Figura No. 5. Curvas de acumulación de especies de Lepidópteros Diurnos de los 3 tratamientos dentro de la Ciudad de Quetzaltenango (parques “P”, baldíos “B” y jardines “J”).

La Curva de acumulación indica la cantidad de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo y como se observa no llegó el punto donde la curva empieza a estabilizarse por lo que podría considerarse que era necesario un poco de más esfuerzo de muestreo ya que aún existían “especies nuevas” que no fueron colectadas. En la figura No. 5 se observa que la curva “P” (parques) representa el tipo con mayor riqueza en comparación a los otros tratamientos. La menor curva está representada por el tipo “J” (jardines) quien fue el que presentó menor riqueza.

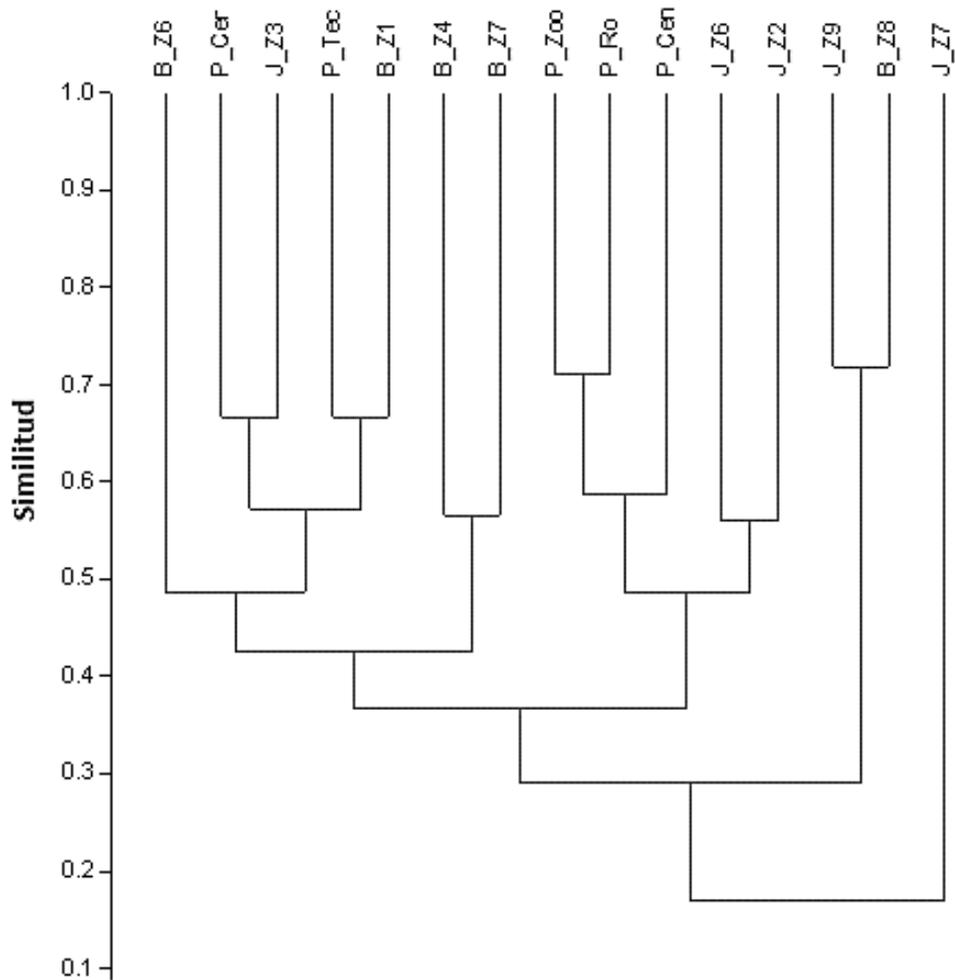


Figura No. 6. Dendrograma del análisis de Agrupamiento jerárquico utilizando el índice de Bray-Curtis con la diversidad de lepidópteros diurnos colectados en los parches de vegetación urbana dentro del a Ciudad de Quetzaltenango. En donde se observa que el agrupamiento se realizó de manera indiferente al tipo parche de vegetación en el que se encontraban los lepidópteros diurnos en la ciudad de Quetzaltenango.

Cuadro No. 6. Comparación entre los 15 sitios de colecta (3 tratamientos) y la riqueza de lepidópteros diurnos presentes en los parches de vegetación urbana de la ciudad de Quetzaltenango, utilizando el estadístico de Kruskal-Wallis.

Especie	Valor de P
<i>Dione moneta</i>	0.160
<i>Colias sp.</i>	0.011
<i>Greta andromica</i>	0.368
<i>Catasticta teutila</i>	0.368
<i>Eurema salome</i>	0.216
<i>Leptophobia aripa</i>	0.081
<i>Vanessa virginiensis</i>	0.524
<i>Pontia Protodice</i>	0.000
<i>Pterourus multicaudata</i>	0.499
<i>Danaus plexippus</i>	0.579
<i>Phoebis neocypris</i>	0.368
<i>Pyrgus sp.</i>	0.368
<i>Nymphalis antiopa</i>	0.131
<i>Celastrina argiolus</i>	0.521
<i>Iophanus pyrrhias</i>	0.368
<i>Morfosp5</i>	0.368
<i>Leptotes marina</i>	0.368
<i>Poanes melane</i>	0.601
<i>Arawacus sp.</i>	0.368
<i>Morfosp9</i>	0.368
<i>Morfosp10</i>	0.368
<i>Morfosp11</i>	0.368
<i>Polugonus savignie</i>	0.368
<i>Morfosp13</i>	0.368

Fuente de Datos: Proyecto Fodecyt 13-2012.

En donde se observa que solamente 2 especies *Colias sp.* ($p= 0.011$) y *P. protodice* ($p= 0.000$) presentaron diferencia significativa en la comparación entre los tratamientos evaluados y la riqueza de mariposas en la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.

Cuadros No. 7. Comparación entre los tratamientos contra las especies *Colias sp.* y *P. protodice* utilizando el método de ajuste Bonferroni.

	<i>Colias sp.</i>		<i>P. protodice</i>	
	Baldío	Jardín	Baldío	Jardín
Jardín	0.014	-	Jardín	0.00076
Parques	0.105	1	Parques	0.00544

Donde se observa que la especie *Colias sp.* manifiesta una diferencia significativa entre los tipos jardín y baldío ($p= 0.014$), mientras que el tratamiento parques no presentó significancia. Para la especie *P. pontia* si existe diferencia para el tratamiento baldío comparado con los jardines y parques, lo cual pudo verse favorecido por la presencia de especies importantes para alimentación de esta mariposa, como *Lepidium virginicum* y *Capsella bursa-pastoris*. Por el contrario las 22 especies colectadas, no presentaron ninguna diferencia significativa entre los tipos de vegetación urbana evaluados en la ciudad de Quetzaltenango.

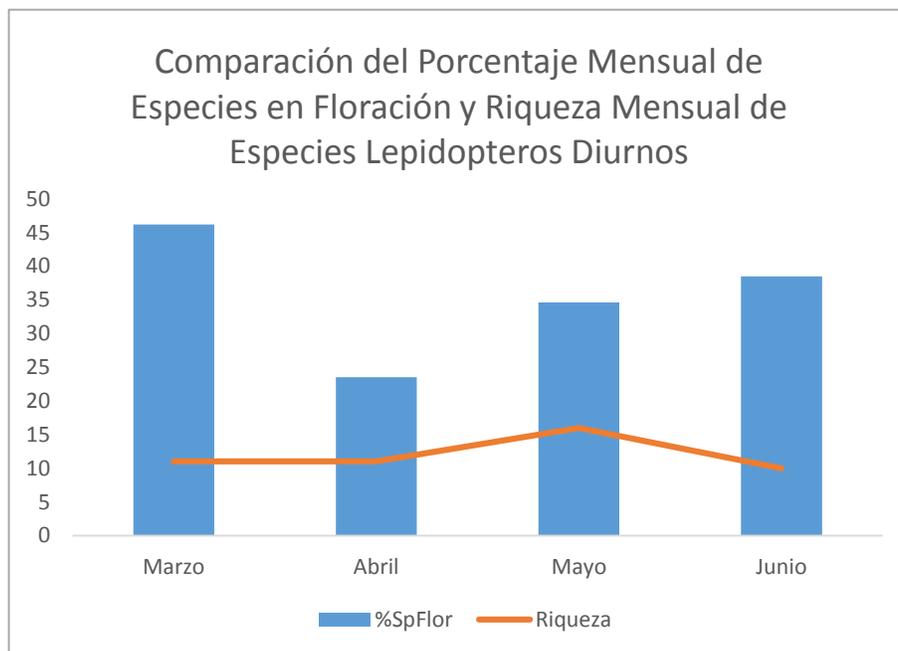


Figura No.7. Riqueza de especies de Lepidópteros diurnos comparados con los porcentajes de especies de plantas en floración durante los meses de colecta (marzo, abril, mayo y junio) en los parches de vegetación urbana dentro de la Ciudad de Quetzaltenango.

En la figura 7 se observa el mes que presentó mayor porcentaje de especies en floración no fue el que mostró mayor riqueza de mariposas. La riqueza se mantuvo durante el mes de abril y la floración disminuyó significativamente. Durante el mes de mayo se vio una relación en el aumento del porcentaje de floración con la riqueza de lepidópteros diurnos, pero en el mes de junio a pesar de que se dio un aumento en el porcentaje de especies en floración, la riqueza de lepidópteros diurnos disminuyó.

Cuadro No. 8. Correlación utilizando los coeficientes de Spearman y Pearson con porcentajes de especies en floración durante los 4 meses de colecta en los parches de vegetación urbana dentro de la ciudad de Quetzaltenango.

Variables	Spearman		Pearson	
	PC1	PC2	PC1	PC2
PC1	1	0.08571429	1	4.86E-07
PC2	0.08571429	1	4.86E-07	1
Por Sitio	-0.10545134	0.16979453	2.58E-01	1.14E-01
Marzo	0.0859448	-0.10564049	4.28E-01	-3.34E-02
Abril	-0.06970512	0.03574622	3.49E-01	-8.43E-03
Mayo	-0.15742422	0.2146694	-1.97E-01	3.12E-02
Junio	-0.0161002	0.13953511	8.48E-03	3.33E-01

Correlación 0 a 0.3 débil, 0.3 a 0.7 moderado, 0.7 a 1.00 Fuerte (López y González 2013, pág. 197).

Cuadro No. 9. Correlación utilizando los coeficientes de Spearman y Pearson con las variables locales y de paisaje para los parches de vegetación urbana dentro de la ciudad de Quetzaltenango.

Variables	Spearman		Pearson	
	PC1	PC2	PC1	PC2
PC1	1	0.08571429	1	4.86E-07
PC2	0.08571429	1	4.86E-07	1
Vara	0.13928571	-0.20714286	4.41E-02	1.14E-01
VarIIC	0.13928571	-0.20714286	4.87E-02	1.17E-01
varIICintra	0.13928571	-0.20714286	1.07E-01	1.40E-01
varIICflux	0.13928571	-0.20714286	4.82E-02	1.17E-01
*varIICconnector	*0.4813565	0.34487995	1.69E-01	1.69E-01
Estratos de Vegetación	0.07042952	0.11268723	-2.64E-01	2.50E-01
Cantidad árboles	0.26756478	0.32581017	1.39E-01	2.12E-01
Cantidad arbustos	0.23056309	0.16085797	-8.43E-02	2.62E-01
Cantidad hierbas	0.27857143	-0.39285714	-1.36E-01	-3.73E-01
Actividad de Manejo	-0.16524284	0.01899343	-2.22E-01	-2.35E-01
Jardineras	0.39280936	0.62959631	2.11E-01	3.29E-01
Proporción árboles	0.0618284	0.46916846	-2.30E-02	3.63E-01
Proporción arbustos	-0.11785714	0.575	-1.08E-01	5.44E-01
Proporción hierbas	-0.05714286	-0.70714286	9.99E-02	-6.32E-01
Riqueza de Plantas	0.03220041	0.56350716	-1.67E-01	3.73E-01
Riqueza Plantas Con flor	-0.07871211	0.4919507	-2.32E-01	3.70E-01

Correlación 0 a 0.3 débil, 0.3 a 0.7 moderado, 0.7 a 1.00 Fuerte (López y González 2013, pág. 197)

En los cuadros No. 8 y 9 se observa la correlación débil (coeficientes de Pearson y Spearman) que presentan los lepidópteros diurnos con las variables locales y de paisaje, con excepción para la variable *IICconnector* ($r = 0.48$), lo cual manifiesta una correlación moderada, mostrando la importancia de esta variable en la presencia de mariposas dentro de los parches de vegetación urbana en la ciudad de Quetzaltenango.

9. DISCUSIÓN

La riqueza registrada de mariposas dentro de la ciudad de Quetzaltenango es de 24 especies siendo las más abundantes, dentro de los parches de vegetación urbana, *L. aripa*, *D. moneta* y *P. protodice* con 55, 53 y 51 individuos respectivamente (cuadro No. 4). Estas son especies con alto rango de distribución y en regiones tropicales presentan múltiples ciclos de vida al año por lo que constantemente se generan adultos, lo que facilita la presencia en su área de distribución (Moyers-Arévalo & Cano-Santana, 2009, P. 414). *D. moneta*, es una especie que presenta un vuelo medio, normalmente a la altura del estrato arbustivo, pero no muestra especificidad por algún microhábitat y su planta hospedera es representante del género *Passiflora* sp. (Pemberton 1989, P. 79; (Vargas, y otros, 2014, P. 130), tal relación fue reflejada con claridad en su abundancia en el J_Z9. La especie *L. aripa*, es una mariposa de amplia distribución y tiene la característica que la larva se alimenta principalmente de plantas de la familia Brassicaceae (Coles, repollos, etc.) lo cual, explica su presencia y abundancia en los parches urbanos de la Ciudad de Quetzaltenango que es una de las regiones agrícolas del país, principalmente de hortalizas donde se incluyen las brasicáceas (Ramírez – Moreno, y otros, 2001, p. 50-51); (Sánchez, 2004, p. 6-7).

El índice de diversidad verdadera permite analizar de mejor manera el comportamiento de la riqueza y la abundancia, debido a que iguala la presencia de las especies con la abundancia e importancia de cada una, permitiendo comparar mejor entre sitios, grupos, especies, etc., ya que solamente con la riqueza no se logra observar con claridad los cambios en la diversidad en cada sitio de muestreo (García-Morales, y otros, 2011, p. 210-212). El sitio que presentó mayor índice fue P_Zoo con 8.17, riqueza de 10 especies y abundancia de 24 individuos, seguido por el sitio P_Tec con un índice de 7.69 con una riqueza de 8 especies y con 17 individuos y el P_Cer con un índice de 7.54 con 7 especies y 9 individuos. Estos sitios presentaron poca cobertura, principalmente P_Tec y P_Cen, facilitando el paso de luz, lo cual permite que las especies de mariposas lleven a cabo el proceso de termorregulación a partir de la radiación solar, lo cual favorece y aumenta la presencia de estos organismos dentro de los parches (Fernández & Ramos 2006, p. 8); (Mattenson & Langelloto, 2010, p. 395).

El P_Zoo, con el mayor índice de riqueza, fue el que presentó mayor área superficial (7.29 ha), lo cual puede favorecer directamente el aumento en la riqueza y abundancia de mariposas, a pesar de la cantidad de árboles (197), este sitio cuenta con suficientes espacios que permiten el paso de la luz solar, áreas con replantación de flores y actividades de manejo diarias que podrían favorecer la presencia de especies de (Brown Jr. & Freitas, 2002, p. 227); (Krauss, y otros, 2003, p. 895-896).

Aun así, hay especies que se favorecen con la presencia de cobertura como lo es *G. Andromica*, la cual se caracteriza por un vuelo de apariencia débil, muy cercano al suelo y frecuentemente entre la vegetación (García-Robledo, y otros, 2002, p. 29-30) y que se encontró únicamente en el zoológico Minerva (P_Zoo), el cual en su mayoría está cubierto de árboles y presenta los 4 estratos de vegetación (Árboles, arbustos, hierbas y epifitas), dificultando el paso de la luz, obscureciendo el lugar y manteniendo un cierto grado de humedad mayor al resto de los parches de colecta, favoreciendo la descomposición de desechos orgánicos, lo que conlleva a la generación de líquidos que son utilizados para la nutrición de esta especie (Jiménez-Valverde, y otros, 2004, p. 17).

Los parches que presentaron menor diversidad verdadera fueron J_Z9 y J_7 con índices de 2.74 y 2.94 respectivamente. El J_Z9 presentó alta abundancia con 26 individuos, pero solamente con 5 especies, las cuales son *D. moneta* con la mayor cantidad de individuos (19), *L. aripa* con 4 individuos y *Colias* sp., *D. plexippus* y *C. argiolus* con 1 individuo cada una, observamos que a pesar de la alta abundancia total de lepidópteros diurnos, solamente 1 especie aporta el mayor porcentaje afectando directamente la diversidad presente en ese parche. Como se comentaba anteriormente la gran abundancia de *D. moneta* se ve muy relacionada con la presencia de una especie de pasiflora de la cual es hospedera y que se encuentra abundantemente en el J_Z9 (Vega, 2012, p. 279). En el caso del J_Z7, presentó baja diversidad verdadera ya que su riqueza y abundancia fueron bajas con 2 individuos y 2 especies en total, siendo este el parche con menos colectas durante las salidas de *P. multicaudata* es una especie, vistosa, con varios ciclos de vida anual, por lo que es común encontrarla durante todo el año (Moyers-Arévalo & Cano-Santana, 2009, p. 414). su distribución es en regiones templadas y frías hasta una altura de 2,800msnm, por lo que fue observada dentro de la Ciudad de Quetzaltenango. Esta especie se encuentra muy relacionada con la presencia de *Fraxinus* sp., *Prunus* sp. y *Ligustrum* sp. las cuales son fuentes de alimentación y frecuentes dentro de la ciudad, principalmente en arriates o áreas públicas, lo cual puede explicar, por qué fue

encontrada con facilidad transitando dentro de la ciudad entre las calles o atravesando parches (Castillo, 2008, p. 59-60).

Según el análisis Cluster entre los sitios (figura No. 6) no se muestran agrupamientos entre los tratamientos (jardín, baldío y parques), como era de esperarse, manifestando que todos los sitios presentaban una composición parecida de mariposas diurnas, lo cual puede deberse a que en todos los sitios existían los recursos necesarios para su presencia (no necesariamente las mismas especies de plantas pero si el recurso), además, la cercanía entre parches se vio reflejado en el dendograma, debido a que el B_Z8 se encontraba cercano al J_Z9, la composición de mariposas fue similar presentando gran abundancia de la especie *D. moneta*, reflejando una similitud con el J_Z9, aunque la composición de especies de plantas eran distintas.

La especie *P. protodice* utiliza de manera diferente los baldíos en comparación con los otros 2 tipos de tratamientos debido a que, esta especie a pesar de que se le encuentra con bastante facilidad, presenta ciertos niveles de preferencia de microclima y alimentación, utiliza de plantas hospederas a *Lepidium virginicum* L., la cual se encontró en todos los baldíos donde se colectó y *Capsella bursa-pastoris* L. Medik, una especie exótica, muy frecuente en jardines, también encontrada en 3 baldíos de colecta (Z4, Z7, Z8) (Graves & Shapiro, 2003, p. 426).

Utilizando el modelo de probabilidad de Poisson, se obtuvo para la especie *C. bursa-pastoris* un valor de $z = 0.0047$, lo cual indica que la probabilidad de encontrar *P. protodice* aumenta al estar presente esta especie de planta. Caso contrario con el resto de especies colectadas no se encontró diferencia significativa en la preferencia de un tipo en particular, lo que indica que todos los sitios son utilizados indiferentemente, sin importar la composición o el tipo de parche que represente cada uno. Lo que puede deberse a que muchos sitios (principalmente parques y jardines) se encuentran en constante actividad de manejo, con riego, poda, replantación y chapeado, manipulando la composición de plantas presentes en cada lugar favoreciendo la presencia de mariposas (principalmente con las plantas ornamentales, que siempre se encuentran en floración). Los terrenos baldíos, son modificados constantemente, para el establecimiento de cultivos lo que provoca cambios en la estructura y composición de la vegetación. Cuando estos parches no están en época de cultivo, las especies vegetales pioneras principalmente *Asteráceas*, son las primeras en cubrir estas áreas,

siendo estas los principales recursos alimenticios para insectos polinizadores como las mariposas diurnas, favoreciendo la presencia de ellas dentro de estos parches en la ciudad (Vega, 2012, p. 279-280).

La población de lepidópteros diurnos presentes en la ciudad de Quetzaltenango mostró mucha similitud entre los espacios de vegetación donde fueron colectados, lo cual puede deberse a que la composición florística de cada uno de los sitios permitía y mantenía la presencia de mariposas, ya sea para alimentación, refugio o simplemente de paso.

A pesar de que existe una fuerte relación entre la floración y la presencia de mariposas, con los resultados obtenidos para la ciudad de Quetzaltenango, no se demuestra dicha relación (Cuadro No. 8). En el anexo 5 se muestran los resultados de los porcentajes de especies en floración obtenidos durante los meses de colecta. En el mes de marzo, los sitios que presentaron los máximos porcentajes de especies en floración fueron P_Ro y J_Z3 con el 63% y 60% respectivamente pero de manera contraria no fueron los parches mayor abundancia, presentando 3 y 0 individuos, respectivamente, mostrando la poca relación entre esta variable y la presencia de mariposas en los parches de vegetación urbana de la Ciudad de Quetzaltenango.

El mes de abril fue el que presentó menor porcentaje de especies en floración total con 23.5%, a pesar de que la vegetación de uno de los sitios mantuvo una floración del 60% (P_Tec), pero en general la mayoría de los sitios presentaron porcentajes bajos. El mes de mayo se observa un incremento del porcentaje de especies en floración, debido a la presencia de las primeras lluvias de la época, favoreciendo la producción de flores y aumentando la riqueza de lepidópteros diurnos, pero esta relación no fue significativa estadísticamente ($r = -0.157$ y $p = -0.197$). Para el mes de junio a pesar de que aumenta el porcentaje de flores, la riqueza de mariposas disminuye significativamente (figura No. 7).

Es importante aclarar que a pesar de que muchos estudios han registrado una fuerte relación entre la presencia de flores y mariposas, debido a que representan una fuente de energía (Baquero, y otros, 2011 p. 12), se ha demostrado que además de las flores, las mariposas pueden encontrar otras fuentes de alimentación, tales como el líquido de las frutas en descomposición, barro o heces, de manera que lo realiza, *G. andromica*, como se mencionó anteriormente, se alimentan de heces frescas o materia orgánica en descomposición, los cuales les proporcionan nitrógeno, que es de gran importancia al momento de la producción de huevos (Brown Jr. & Freitas, 2002, p. 227); (García-

Robledo, y otros, 2002, p. 28-29). Esto puede explicar por qué no solo se encuentran relacionadas con la floración de plantas, sino con otros factores o variables tales como la cantidad de luz, la cantidad de humedad, entre otras.

Probablemente no se encontró relación directa entre la floración y la presencia de mariposas, debido a que en la Ciudad de Quetzaltenango existen todavía muchas áreas con vegetación por lo que las mariposas no reflejaron la diferencia entre sí existía o no el recurso (flores). Además existían especies vegetales que siempre se encontraban en floración facilitando su alimentación, lo que dificultó la observación de esta relación.

De las variables evaluadas dentro de esta investigación la única que manifiesta una correlación moderada es la capacidad de conectar de cada uno de los parches (*IICconnector*) con un $r = 0.48$ (Coeficiente de Spearman), lo que indica que no es tanto la estructura del parche, su tipo o la vegetación que se encuentra dentro del mismo, sino la presencia de los parches como piedras angulares para conectar hacia otros parches y permitir la dispersión de los lepidópteros diurnos dentro de la ciudad de Quetzaltenango.

La poca correlación que se manifiesta entre las variables de paisaje y locales se puede explicar debido a la presencia de suficientes parches y de buen tamaño (cuadro No. 2) que pueden mantener la conectividad dentro del paisaje y presentan recursos similares y necesarios para mantener la población de mariposas diurnas dentro de la ciudad de Quetzaltenango. Hay que entender la participación de cada uno de los parches ya que juegan un rol importante, no solo como refugio o alimentación, sino que forman parte de la continuidad de los flujos dispersos de/o hacia otros parches además funcionan como conectores o piedras angulares cuando no son el destino final del flujo de dispersión (Saura & Rubio, 2010, p. 526).

La conectividad es de gran importancia para mantener flujo y la dispersión de las especies dentro de un paisaje, por lo que, una mayor conectividad podría facilitar la presencia de mariposas dentro de los parches de vegetación (Pin Koh & Sodhi, 2004, p. 1695). Los sitios que presentaron mayor índice de conectividad (IIC) fueron P_Zoo con 8.99×10^{11} y B_Z8 con 1.31×10^{11} , siendo estos los sitios con mayor tamaño (cuadro No. 2) y riqueza neta de mariposas (cuadro No. 4), por lo que no solo el tamaño del parche explicaría la riqueza del mismo, sino que también el papel que juegan dentro de la ciudad como conectores.

El P_Zoo presenta las fracciones del índice más altas con $IICintra$ 5.31×10^9 $IICflux$ 8.93×10^{11} $IICconector$ 3.82×10^7 , lo que significa la importancia de este parche dentro del paisaje, ya que permite mantener la población de mariposas, además juega un papel importante en el flujo de estas especies y para conectar hacia otros parches cercanos, característica que no se observó para el parche B_Z8 el cual a pesar de presentar altas fracciones del índice *intra* y *flux* ($IICintra$ 1.25×10^8 , $IICflux$ 1.31×10^{11} y $IICconector$ 0), no representa para el paisaje ser un conector hacia otras áreas, por lo que es considerado como un parche asilado en comparación a las otras áreas de colecta, aun así, el B_Z8 a pesar de no representar importancia como conector en comparación con P_Zoo, si se demuestra que la presencia de este parche es de importancia para mantener a los lepidópteros diurnos en la ciudad con la capacidad intrínseca y de flujo que puede representar.

Es importante enfocar que no solo el tamaño es lo que delimita la importancia de un parche dentro de un paisaje, sino la capacidad del mismo de conectar y permitir el paso de un parche a otro, como se puede observar los sitios P_Cen, P_Cer, P_Ro, P_Tec, B_Z1 y B_Z6 los cuales no presentaron las áreas más grandes, pero presentaron índices de conectividad altos (5.88×10^{10} , 3.76×10^{10} , 2.36×10^{10} , 4.93×10^{10} , 3.84×10^{10} y 1.76×10^{10} respectivamente) lo cual favorece la presencia de especies de mariposas (cuadro No. 5) además, el rol de conector del B_Z6 ($IICconector$ 1.11×10^7) es de los más altos, comparado únicamente con el P_Zoo, lo que implica la importancia de este parche en la matriz de vegetación urbana, para la riqueza y dispersión de lepidópteros diurnos para la ciudad de Quetzaltenango.

Dentro de un paisaje, un mismo parche puede tener diferentes papeles dependiendo de la posición, topología y de las características mismas del hábitat, como se observó con los parches con menor índice de importancia J_Z6 y J_Z7 con 9.65×10^8 y 3.52×10^8 respectivamente (ver anexo 6). Estos parches presentaron el menor tamaño de los sitios de colecta, con fuentes de alimentación (diversidad florística anexo 7), pero la características físicas no permitían fácilmente el tránsito de mariposas dentro del mismo (como la presencia de paredes delimitando el área), por lo tanto, un índice bajo significa la poca importancia de estos parches para la dispersión de los lepidópteros diurnos de la ciudad.

Las especies *D. moneta*, *D. plexippus*, *V. virginiensis*, y *L. aripa* son mariposas que se encuentran muy común en áreas urbanas, consideradas generalistas y en su mayoría presentan vuelos medios y altos comparados con otras especies como *Pyrgus* sp. *Leptotes marina*, *Celastrina arigiolus*

representantes de las familias Heperiidae y Lycaenidae. Esta capacidad de vuelo y movimiento puede facilitarles el paso de un parche a otro, permitiéndoles encontrar los requerimientos necesarios para alimentarse o para refugio (especies de plantas con flor, cantidad de luz o cantidad de sombra) por lo que no diferencian entre el tipo de parche (jardín, parque o baldío), ya que encuentran lo que necesitan para sobrevivir dentro de la vegetación urbana indiferentemente donde lo encuentren (Krauss, y otros, 2003, p. 896); (Moyers-Arévalo & Cano-Santana, 2009. p. 414).

La ciudad de Quezaltenango al ser pequeña y con muchos espacios verdes, estas especies de mariposas no encuentran problema alguno de atravesar hacia las áreas circundantes, aunque si encuentran parches de vegetación cercanas unas a otras puede verse facilitado su vuelo hacia el bosque cercano o áreas de refugio (Saura & Rubio, 2010, p. 531); (Vega, 2012, p. 279).

En caso contrario, las mariposas de vuelo restringido que pertenecen a las familias Heperiidae y Lycaenidae como el género *Pyrgus* sp. que presenta un vuelo trazado en círculos sin mucho desplazamiento, depende de otros factores más locales para determinar su presencia en un área, tales como las características intrínsecas del parche, la cantidad de plantas (principalmente gramíneas), la cantidad de árboles que puede ser traducido a la cantidad de luz que entra a los parches y ante todo la conectividad entre cada uno, ya que estas no pueden llegar a otra área (que puede presentar mejores condiciones) sino existe unión o cercanía entre los parches. Pero como se observó para la ciudad de Quetzaltenango, la presencia de muchos parches con los recursos necesarios, de buen tamaño y con suficiente cercanía posibilitaban la presencia y dispersión de estas especies dentro del paisaje (Baquero, y otros, 2011, p. 21, 33); (Brown Jr. & Freitas, 2002 p. 227); (Saura & Rubio, p. 531).

Como fue mencionado anteriormente los lepidópteros diurnos que se encuentran presentes en los parches de vegetación urbana dentro de la ciudad de Quetzaltenango no mostraron relación con la mayoría de las variables consideradas. Esto podría deberse a que los requerimientos necesarios para mantener la población de mariposas dentro de la ciudad, se encuentran fácilmente entre cada uno de los parches, provocando que no se manifieste una diferencia significativa entre si existe o no el recurso o la condición, además de la diversidad y cercanía de los parches han facilitado la dispersión de lepidópteros entre uno y otro, sin importar el tipo de verde en el que se encuentren.

10. CONCLUSIONES

- 10.1** La presencia de Lepidópteros diurnos en la ciudad de Quetzaltenango mostró correlación moderada ($r = 0.48$) con la capacidad de conectar cada uno de los parches (*IICconnector*), manifestando la importancia de la presencia de estos como conectores para la dispersión de las especies dentro de la matriz urbana, pero no se mostró correlación con las demás variables de paisaje consideradas.
- 10.2** La diversidad de lepidópteros diurnos en los tres tratamientos (Parques, Jardines, Baldíos) no mostraron diferencia significativa, debido a que cada uno de estos, facilitan los recursos necesarios para la sobrevivencia de las distintas especies colectadas, independientemente del tipo de verde en el que se encuentren.
- 10.3** Únicamente la especie *Pontia protodice* mostró preferencia para los baldíos lo cual se encontró muy relacionado con la presencia de *Capsella bursa-pastoris* (L.), planta importante para alimentación en estado larvario.
- 10.4** Las especies más generalistas como *D. moneta*, *L. aripa* o *V. virginiensis* no se ven afectados por la presencia de la planta nutricia, aunque pueden verse favorecidas si esta se encuentra, de lo contrario pueden sustituir su alimentación con otra especie de planta con flor, lo que facilitaba su presencia dentro de los parches de vegetación urbana dentro de la ciudad de Quetzaltenango.
- 10.5** Para las especies con vuelos más restringidos como *Pyrgus* sp. *Poanes melane* o *Iphanus pyrrias*, entre otras, la conectividad puede ser un factor delimitante en su desplazamiento, por lo que, con la existencia de suficientes parches cercanos o de buen tamaño (de jardines y baldíos principalmente) facilita el movimiento de estas mariposas dentro de la matriz urbana en busca de recursos necesarios para sobrevivir o para llegar a los bosques circundantes de la ciudad de Quetzaltenango.
- 10.6** La Ciudad de Quetzaltenango cuenta con los recursos necesarios para mantener presente a la población de lepidópteros diurnos dentro de la matriz urbana, a través de diversos tipos de verdes (parques, jardines, con espacios de agricultura, baldíos y arriates).

11. RECOMENDACIONES

- 11.1** Considerar esta información para complementar las políticas de manejo y gestión de la planificación urbana en la Ciudad, y que esto contribuya tanto a mantener y aumentar la diversidad biológica como a mejorar la calidad de vida en los centros urbanos.
- 11.2** Realizar estudios con componentes biológicos (bioindicadores tales como lepidópteros diurnos, aves, plantas, entre otros), ecológicos (conectividad), económicos y sociales para disponer de datos que permitan una mejor planificación y en la toma de decisiones ambientalmente sostenibles.
- 11.3** Conservar los parches de vegetación urbanos (jardines, parques, baldíos y arriates) de buena calidad, tamaño y con estructura de vegetación favorable de alimento, refugio o simplemente de paso para los lepidópteros diurnos, los cuales además de favorecer la diversidad biológica garantizan la viabilidad de la ciudad y los ecosistemas circundantes con lo que proporcionan un beneficio directo a los habitantes de la ciudad de Quetzaltenango.
- 11.4** Incrementar el esfuerzo y periodo de colecta más largo, abarcando más áreas verdes, con el fin de determinar si estos parches realmente cubren las necesidades de los lepidópteros diurnos para favorecer su presencia en la ciudad de Quetzaltenango.
- 11.5** Seguir con este análisis a través de varios años para establecer los cambios significativos dentro de la estructura de la ciudad de Quetzaltenango (disminución de los parches de vegetación). Con el fin de evaluar si realmente estas variables, al cambiar la estructura y la cantidad de parches, determinan la presencia de lepidópteros diurnos dentro de la ciudad.

12. REFERENCIAS

1. Alvarado, A. (2011). Caracterización de la Flora Apibotanica en la zona de influencia de la asociación de apicultores del sur occidente de Guatemala (ADASOG) en el municipio de Coatepeque, Departamento de Quetzaltenango, Guatemala. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Pp. 73.
2. Baquero, E., Moraza, L., Ariño, A. & Jordana, R. (2011). Mariposas Diurnas de Pamplona. Colección Biodiversidad Urbana de Pamplona. Pamplona: Ayuntamiento de Pamplona.
3. Blair, R. (1999). Birds and butterflies along an urban gradient: surrogate taxa for assessing biodiversity? *Ecological Applications*, 9 (1): 164-170.
4. Bland J. (1995). Multiple significance tests: The Bonferroni method. *BMJ*. 310(6973):17023
5. Bottino, R. (2009) La ciudad y La Urbanización. Estudios Históricos –CDHRP- 2: 1-14
6. Brown, K. & Freitas, A. (2000). Atlantic Forest Butterflies: Indicators for Landscape Conservation. *BIOTROPICA* 32 (4b): 934 – 956.
7. Brown, K. & Freitas, A. (2002). Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, Sao Paulo, Brazil: Structure, Instability, Environmental correlates, and conservation. *Journal of Insect Conservation* 6: 217-231.
8. Castillo, M. (2008). Catálogo de Mariposas Diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) del Estado de Michoacán. (Tesis de Grado). Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. México. Pp. 298.
9. Clark, P., Reed, M. & Chew, F. (2007). Effects of urbanization on butterfly species richness, guild structure, and rarity. *Urban Ecosyst.* 10: 321 – 337.
10. Chellemi, D. s.f. Multivariate statistical analysis of microbial community data. USDA, ARS. Horticultural Reserch Laboratory. Fort Pierce, Florida.
11. Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Quetzaltenango, S. d. (2010). *Plan de Desarrollo Quetzaltenango, Quetzaltenango*. Guatemala: SEGEPLAN/DTP.

12. Comba, L., Corbet, S., Hunt, L. & Warren, B. (1999). Flowers, Nectar and Insects Visits: Evaluating British Plants Species for Pollinator-Friendly Gardens. *Annals of Botany* 83: 369-383.
13. Cushman, S. & McGarigal, K. (2002). Hierarchical, Multi-scale decomposition of species-environment relationships. *Landscape Ecology* 17: 637-646.
14. Deelstra T. (1998). Towards Ecological Sustainable Cities Strategies, Models and Tools. *Urban Ecology*, Edited by Breuste, J.; Feldmann, H. y Uhlmann, O. Springer, Berlin: 17-24 pp.
15. Doody, B., Sullivan, J. & Meurk C. (2010). Urban realities: the contribution of residential gardens to the conservation of urban forest remnants. *Biosivers Conserv* 19: 1385 – 1400.
16. Dunnet, N. & Muhammad, Q. (2000). Perceived Benefists to Human Well-being of Urban Gardens. *HorlTechnology International Human Issuses in Horticulture*. 10(1): 40-46
17. Díaz, J., Benítez, R., Herrera, J., Mancía, A., Morales, M. & Morales, O. (2005) Diagnostico Administrativo Organizacional. Municipalidad de Quetzaltenango. Guatemala. Pp. 179.
18. ESRI. (2009). ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: *Environmental Systems Research Institute*.
19. Fernández, M. & Ramos, A. (2006). Mariposas del *Campus*. Naturaleza y Medio Ambiente. Universidad de Alcalá. Madrid, España: EcoCampus Alcalá. Pp. 49.
20. García-Robledo C., Constantino, L., Heredia, D. & Kattan, G. (2002). Mariposas Comunes de la Cordillera Central. Guía de Campo. EcoAndina. Wildlife Conservation Society. Pp. 105.
21. González, C. (2002). Beneficios del Arbolado Urbano. *Ensayo de Doctorado*. 1 – 24.
22. Glassberng, J. (2007). A *Swift* guide to the Butterflies of Mexico and Central America. Sunstreak Books, Inc. Pp. 266.
23. Graves, S. & Shapiro. A. (2003). Exotics as host plants of the California Butterfly fauna. *Biological Conservation* 110: 413 – 433.
24. INE. (2002). *XI Censo Nacional de Población 2002*. Recuperado el 23 de 8 de 2012, de Instituto Nacional de Estadística: <http://www.ine.gob.gt/np/poblacion/index.htm>

25. Instituto Geográfico Nacional. (1976). *Diccionario Geográfico de Guatemala*. Guatemala, Guatemala: Tipografía Nacional.
26. Jansson, A. & Polasky, S. (2010). Quantifying Biodiversity for Building Resilience for Food Security in Urban Landscapes: Getting Down to business. *Ecology and Society*. 15 (3):20.
27. Jiménez-Valverde, A., Martín, J. & Munguira, M. (2004). Patrones de diversidad de la fauna de mariposas del Parque Nacional de Cabañeros y su entorno (Ciudad Real, España Central) (Lepidoptera, Papilionoidea, Hesperioidea). *Animal Biodiversity and Conservation*. 27.2: 15-24.
28. Jongman, R., Ter Braak, C. & Van Tongeren, O. (1995). *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge, New York. Pp. 212.
29. Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*. 113: 363 – 375.
30. Kocsis, M. & Hufnagel, L. (2011). Impacts of Climate Change on Lepidoptera Species and Communities. *Applied Ecology and Environmental Research* 9(1): 43 - 72
31. Kotze, J., Venn, S., Niemelä, J., & Spence, J. (2011). Effects of Urbanization on the Ecology and Evolution of Arthropods. En Breuste, J., Elmqvist, T., Guntenspergen, G., James, P., McIntyre, N. & Niemela, J. (ed). *Urban Ecology: Patterns, Processes, and Applications*.
32. Kunte, K. (2000–2001). Butterfly diversity of Pune city along the human impact gradient. *Journal Ecology Soc.* (13/14): 40–45.
33. Krauss, J., Steffan-Dewenter, I. & Tschardt, T. (2003). How does landscape context contribute to effects of habitat fragmentation on diversity and population density of butterflies? *Journal of Biogeography*. 30, 889 – 900.
34. Londoño, M. (2012). Curvas de acumulación e Índices de completitud. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Pp. 17.
35. López, E. & González, B. (2013). *Estadística: Fundamentos y Aplicaciones en Agronomía*. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pp. 262.
36. McIntyre, N. (2000). Ecology of Urban Arthropods: A Review and a Call to Action. *Ecology and Population Biology. Ann Entomolog. Soc. Am.* 93(4): 825 – 835.

37. McKinney, M. (2008). Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals *Urban Ecosystems* 11: 1573- 1642.
38. Matteson, K. & Langelloto, G. (2008). Bee richness and abundance in New York City urban gardens. *Ann Entomol Soc Am* 101: 140 - 150
39. Matteson, K. & Langelloto, G. (2010). Determinates of inner city butterfly and bee species richness. *Urban Ecosystem*, 13, 333 – 347.
40. McGarigal, K., Cushman, S. & Stafford, S. (2000). *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research*. Springer-Verlag, New York.
41. Mehotcheva, T. (2008). The Kruskal-Wallis Test. *Seminar in Methodology & Statistics*. Pp. 33.
42. Moreno, C. (2001). Métodos para Medir la Biodiversidad. *MyT–Manuales y Tesis SEA*, (1): 86.
43. Moyers-Árevalo, L. & Cano-Santana, Z. (2009). Fenología de la comunidad de mariposas diurnas y su relación con la fenología floral de las plantas y otros factores ambientales. *Diversidad de hábitats y ecología de comunidades*: 411- 419.
44. Napierala, M. (2012). What is the Bonferroni Correction?. *AAOS NOW*. Texas, U.S. Pp. 3.
45. New, T. (1997). *Butterfly Conservation*. Oxford University Press, Oxford.
46. Ortega-Álvarez, Rodríguez-Correa, H. & MacGregor-Fors, I. (2011). Trees and the city: Diversity and composition along a Neotropical Gradient of Urbanization. *International Journal of Ecology* Vol. 2011: 70484. 1- 8 p.
47. Pemberton, R. (1989). Insects Attacking *Passiflora mollissima* and Other *Passiflora* Species; Field Survey in the Andes. *Proceedings, Hawaiian Entomological Society*. Vol. 29: 71-84.
48. Pickett S., Cadenasso M., Grove J., Nilon C., Pouyat R., Zipperer W. & Constanza R. (2001). Urban Ecological System: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 127-157 pp.

49. Pin Koh, L. & Sodhi, N. (2004). Importance of Reserves, Fragments, and Parks for Butterfly Conservation in a Tropical Landscape. *Ecological Application*, 14 (6): 1695-1708.
50. Ramírez-Moreno, L., García-Barrios, L., Rodríguez, C., Morales, H. & Castro, A. (2001). Evaluación del efecto insecticida de extractos de plantas sobre *Leptophobia ariapa* Elodia. Manejo Integrado de plagas (Costa Rica) No. 60: 50 – 59.
51. Romero, H., Toledo, X., Ordenes, F. & Vásquez, A. (2001). Ecología Urbana y Gestión Ambiental sustentable de las Ciudades Intermedias Chilenas. *Ambiente y Desarrollo*. Vol. XVII (4): 45- 51.
52. Rothery, P. & Roy, D. 2001. Application of generalized additive models to butterfly transect count data. *Journal of Applied Statistics*. 28 (7): 897-909
53. Salinas-Gutiérrez, J., Méndez, C., Barrios, M., Pozo, C. & Llorente-Bousquets, J. (2009). Hacia una Síntesis de los Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) de Guatemala con una Reseña Histórica. *Caldasia* 31 (2): 407 – 440.
54. Salguero, C., Escobar, H., Velásquez, O. & Chamorro, B. 2010. Plano General de las Fuentes de Agua en el Municipio de la Esperanza, Quetzaltenango. Mancomunidad de Municipios Metrópoli de Los Altos. Quetzaltenango, Guatemala. Pp. 50.
55. Sánchez, R. (2004). Protocolo de Cría para dos especies de Mariposas *Ascia monuste* y *Leptophobia ariapa* (Lepidoptera: Pieridae) Bajo Condiciones Controladas en el municipio de la Mesa, Cundinamarca. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C. Pp. 159.
56. Sattler, T., Arlettaz, R., Bontadina, F., Duelli, P., Moretti, M. & Obrist, M. (2009). Biodiversity in urban landscape matrices: from species richness to functional community structure. Facultad de Filosofía de la Ciencia. Universidad de Berna. Suiza. Pp. 296.
57. Sattler, T., Duelli, P., Obrist, M., Arlettaz, R. & Moretti, M. (2010). Response of arthropod species richness and functional groups to urban habitat structure and management. *Landscape Ecology*. 25:941-954.

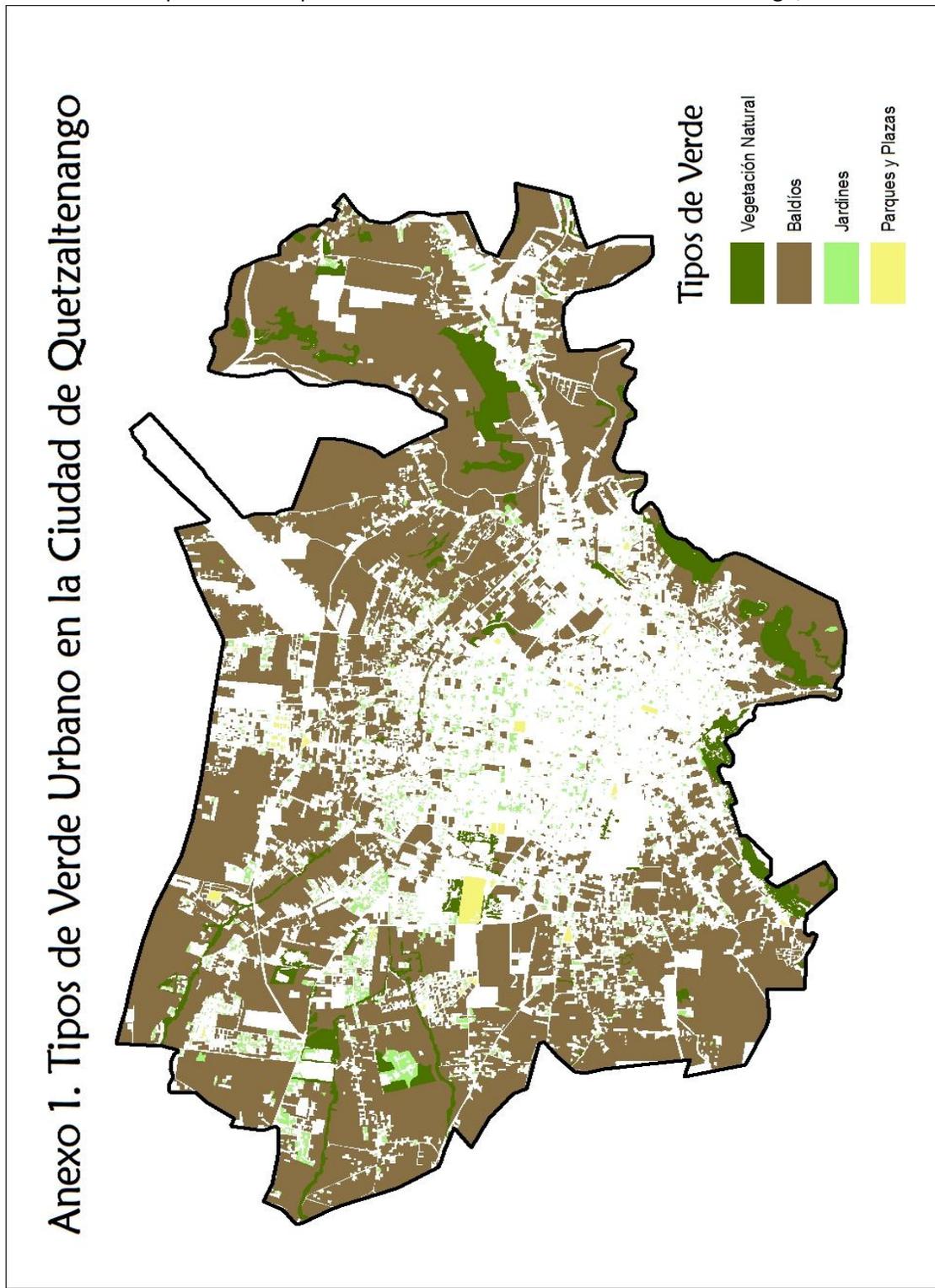
58. Sattler, T., Duelli, P., Obrist, M., Arlettaz, R. & Moretti, M. (2011) Urban arthropod communities: Added value or just a blend of surrounding biodiversity? *Landscape Urban Plan.* Pp. 15.
59. Saura, S. & Rubio, L. (2010). A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography* 33: 523-537.
60. Saura, S. & Torné, J. (2012). CONEFOR 2.6. User's Manual: Software for quantifying the importance of habitat patches for maintaining landscape connectivity through graphs and habitat availability indices. University of Lleida. Spain.
61. Smith, R. M., Gaston, K. J., Warren, P. H. & Thompson, K. (2006a). Urban domestic gardens (VIII): environmental correlates of invertebrate abundance. *Biodiversity and Conservation*, 15: 2515-2545
62. Smith, R. M., Warren, P. H., Thompson, K. & Gaston, K. J. (2006b). Urban domestic gardens (VI): environmental correlates of invertebrate species richness. *Biodiversity and Conservation*, 15: 2415-2438.
63. S.N. (2007). Plan Nacional de Desarrollo de México. Eje 4 Sustentabilidad Ambiental. P 232-239
64. S.N. (2010). User's Manual For The City Biodiversity Index. Disponible Online: <http://www.cbd.int/authorities/doc/User's%20Manual-for-the-City-Biodiversity-Index27Sept2010.pdf>
65. Standley, P. & Steryermark, J. (1958). Flora of Guatemala. Chicago Natural History Museum. Fieldiana: Botany. Volume 24: Part I. Pp.
66. Soler, I., Reyes, A. & García, V. (2010). Prueba no Paramétrica Kruskal – Wallis. Posgrado UNAM. Mexico. Pp. 24.
67. Town and Country Planning Association –TCPA- y Urban and Economic Development Group –URBED. (2004). Biodiversity by Design: A guide for sustainable communities. Manchester, England. Pp. 36.

68. Väisänen, R. (1992). Distribution and abundance of diurnal Lepidoptera on a raised bog in southern Finland. *Ann. Zool. Fennici* 29: 75-92.
69. Vargas, H., Barão, K., Massardo, D. & Moreira, G. (2014). External Morphology of the immature stages of Neotropical Heliconians: IX. *Dione glycera* (C. Felder y R. Fleder) (Lepidoptera, Nymphalidae, Heliconiinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 58 (2): 129 – 141.
70. Vega, G. (2012). Mariposas Diurnas de El Rodeo: Diversidad y Composición. *BRENESIA*. 77: 271-296.
71. Young, C. (2005). Garden structure and small-scale corridors: routeways for butterflies. in *Landscape ecology: planning, people and practice. The landscape ecology of sustainable*. Pp. 115–122
72. Young, C. (2007). Butterfly Activity in a Residential Garden. *Urban Habitats*. 5(1): 84-102.

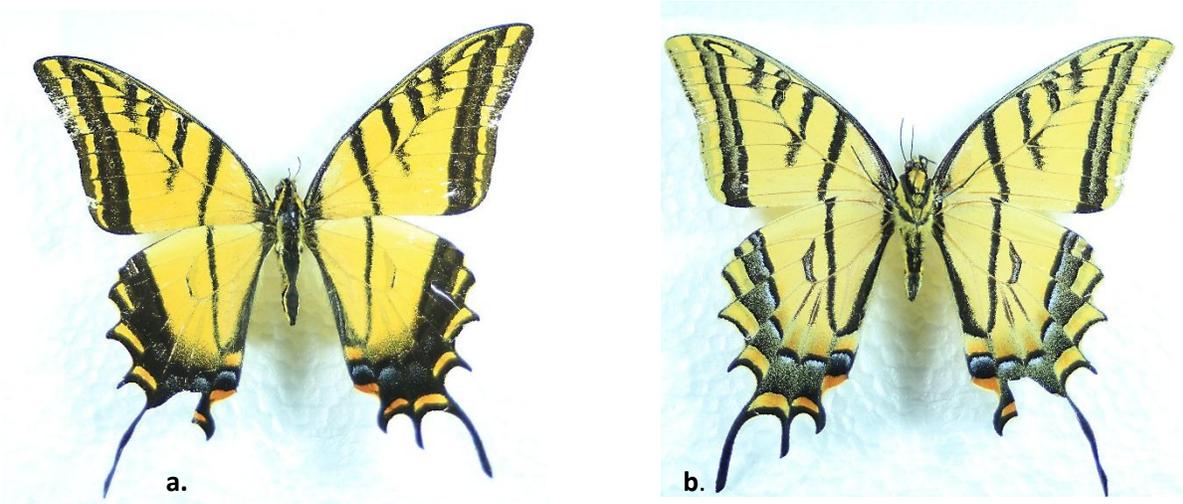
ANEXOS

Anexos

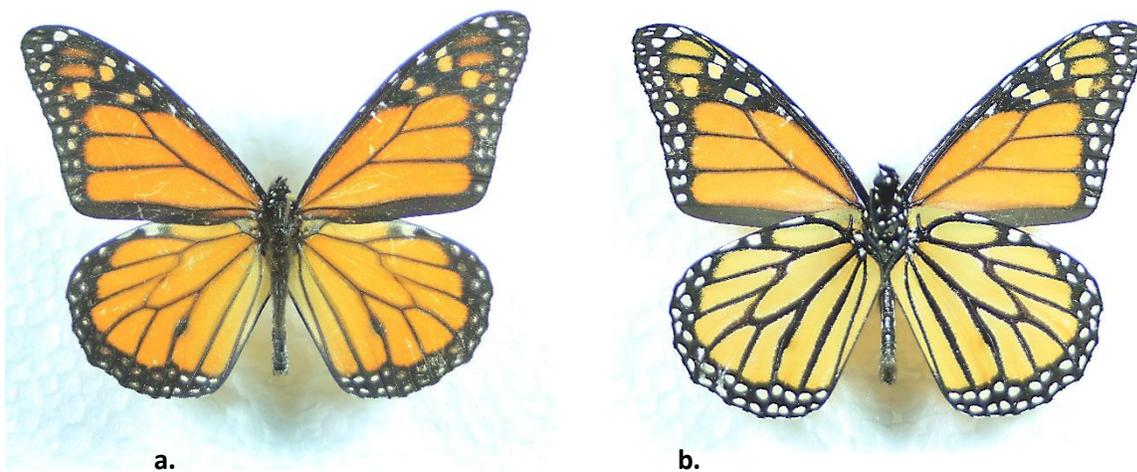
13.1. Anexo 1. Tipos de verde presentes dentro de la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.



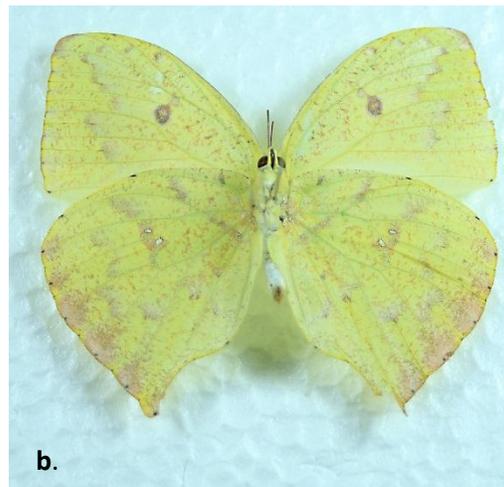
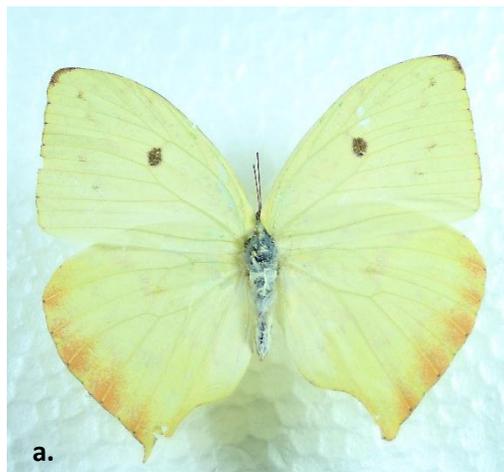
13.2. Anexo 2. Fotografías de Lepidópteros Diurnos presentes en los parches de vegetación urbana en la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala



Especie 1. *Pterourus multicaudata multicaudata*. a. vista dorsal. b. vista ventral.



Especie 2. *Danaus plexippus plexippus*. a. vista dorsal. b. vista ventral.



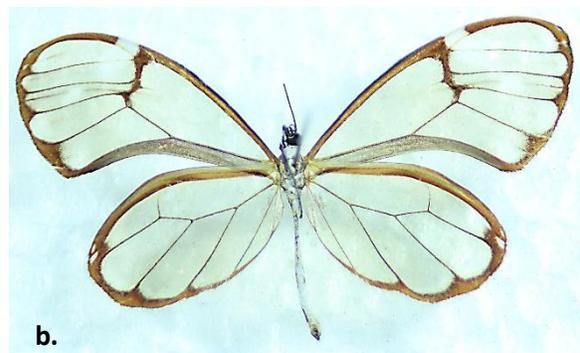
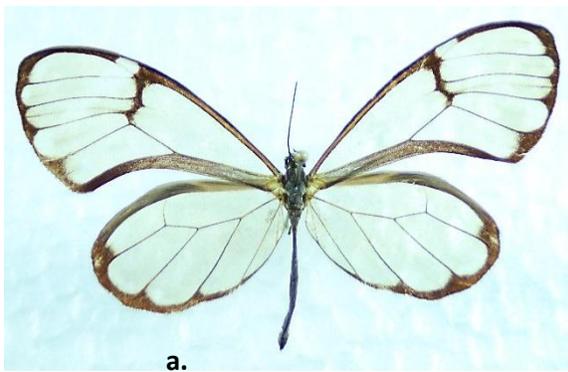
Especie 3. *Phoebis neocypris virgo*. a. vista dorsal. b. vista ventral.



Especie 4. *Nymphalis antiopa antiopa*. a. vista dorsal. b. vista ventral.



Especie 5. *Dione Moneta poeyii*. a. vista dorsal. b. vista ventral.



Especie 6. *Greta andromica lyra*. a. vista dorsal. b. vista ventral.



a.



b.

Especie 7. *Eurema salomé jamapa*. a. vista dorsal. b. vista ventral.



a.



b.

Especie 8. *Colias sp.* a. vista dorsal. b. vista ventral.



a.

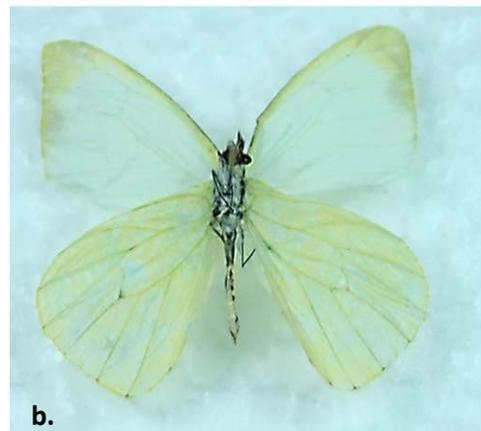


b.

Especie 9. *Vanessa virginiensis*. a. vista dorsal. b. vista ventral.



Especie 10. *Pontia protodice*. a. vista dorsal. b. vista ventral.



Especie 11. *Leptophobia aripa aripa*. a. vista dorsal. b. vista ventral.



Especie 12. *Polygonus savignie*. a. vista dorsal. b. vista ventral.



Especie 13. *Celastrina argiolus*. a. vista dorsal. b. vista ventral.

13.3. Anexo 3. Tipos de Verde Urbano. Sitios de Colecta (Parques, Jardines y Baldíos)



Baldío Zona 4. El Cenizal



Baldío Zona 8. Del Valle



Jardín Zona 9. Familia Ruiz.



Jardín Zona 6. Familia Reynoso.



Parque Zona 1. Central.



Parque Zona 9. Zoológico Minerva.

13.4. Anexo 4. Abundancia de Lepidópteros Diurnos presentes en parches de vegetación urbana, en la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.

Especies	P_Cen	P_Cer	P_Zoo	P_Ro	P_Tec	J_29	J_23	J_26	J_22	J_27	B_26	B_21	B_24	B_27	B_28
<i>Dione moneta</i>	0	0	1	1	1	19	0	2	2	1	0	3	2	1	20
<i>Colias sp.</i>	0	2	1	2	3	1	2	0	1	0	0	4	7	3	5
<i>Greta andromica</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Catantacta teutila</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eurema salome</i>	1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2
<i>Leptophabia aripa</i>	7	2	9	9	2	4	2	3	6	1	2	2	5	0	1
<i>Vanessa viginensis</i>	3	1	0	1	4	0	1	2	1	0	2	3	1	1	1
<i>Pontia protodice</i>	0	1	2	3	4	0	5	0	0	0	3	2	16	10	5
<i>Pterourus multicaudata</i>	3	0	2	1	0	0	2	1	1	0	1	0	2	0	1
<i>Danaus plexippus</i>	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phoebis neocypris</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrgus sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nymphalis antiopa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Celastrina argiolus</i>	1	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Iophanus pyrrhias</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Morfosp.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptotes marina</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poanes melane</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Arawacus sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Morfosp.9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Morfosp.10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Morfosp.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Poligonus savignie</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Morfosp.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

13.5. Anexo 5. Porcentaje de especies en floración para los meses de marzo, abril, mayo y junio del año 2013 en los 15 parches de vegetación urbana dentro de la ciudad de Quetzaltenango.

	% FLORACIÓN				Por Sitio
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
P_Cen	47	15	32	36	32.5
P_Cer	42	19	23	50	33.5
P_Zoo	41	20	11	41	28.25
P_Ro	63	42	47	47	49.75
P_Tec	47	60	47	33	46.75
J_Z9	50	14	55	31	37.5
J_Z3	60	9	44	22	33.75
J_Z6	45	24	31	45	36.25
J_Z2	44	21	56	44	41.25
J_Z7	37	32	37	42	37
B_Z6	40	7	27	40	28.5
B_Z1	56	33	17	28	33.5
B_Z4	44	15	44	22	31.25
B_Z7	56	38	19	50	40.75
B_Z8	21	4	29	46	25
Total /mes	46.2	23.53	34.6		

13.6. Anexo 6. Índices de Conectividad (metros cuadrados) para los 15 sitios de colecta dentro de la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.

	<i>varA</i>	<i>varIIC</i>	<i>varIICintra</i>	<i>varIICflux</i>	<i>varIICconnector</i>
Parque Central	5,071.57	5.88E+10	2.57E+07	5.87E+10	509,981.1
Parque Cerezos	3,061.23	3.76E+10	9371105	3.76E+10	0
Parque y Zoológico Minerva	72,890.88	8.99E+11	5.31E+09	8.93E+11	3.82E+07
Parque Rosario	1,908.88	2.36E+10	3643816	2.36E+10	209,302.3
Parque Tecún Uman	4,030.99	4.93E+10	1.62E+07	4.93E+10	0
Jardín Z.9	626.63	7.60E+09	392662.2	7.60E+09	0
Jardín Z.3	398.643	4.98E+09	158917	4.98E+09	69,018.78
Jardín Z.6	95.53	1.20E+09	9126.947	1.20E+09	18,526.34
Jardín Z.2	464.36	5.40E+09	215630.8	5.40E+09	1,784,495
Jardín Z.7	43.46	5.28E+08	1889.023	5.28E+08	0
Baldío Z.6	1,443.90	1.76E+10	2084842	1.76E+10	1.11E+07
Baldío Z.1	3,221.71	3.84E+10	1.04E+07	3.84E+10	19,798.63
Baldío Z.4	2,334.08	2.60E+10	5447929	2.60E+10	0
Baldío Z.7	1,256.34	1.51E+10	1578390	1.51E+10	3,579.5
Baldío Z.8	11,192.46	1.31E+11	1.25E+08	1.31E+11	0

13.7. Anexo No. 7. Listado de plantas presentes en los 15 sitios de colecta dentro de la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala.

Familia	Especie	Familia	Especie
1 Acanthaceae	<i>Acanthus mollis</i> L.	46 Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp. (Jz6)
2 Acanthaceae	<i>Justicia brandegeana</i> Wassh. y L.B. Sm	47 Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.1
3 Acanthaceae	<i>Justicia carnea</i> Lindl.	48 Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.2
4 Acanthaceae	<i>Justicia</i> sp.	49 Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.3
5 Acanthaceae	<i>Pachystachys lutea</i> Nees	50 Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i> Kunth
6 Acanthaceae	<i>Ruellia brittoniana</i> Leonard	51 Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don
7 Aizoaceae	<i>Lampranthus multiradiatus</i> (Jacq.) N.E. Br.	52 Blechnaceae	<i>Blechnum appendiculatum</i> Willd.
8 Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	53 Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.
9 Amaryllidaceae	<i>Agapanthus africanus</i> (L.) Hoffmanns.	54 Brassicaceae	<i>Descurainia streptocarpa</i> (E. Fourn.) O.E. Schulz
10 Amaryllidaceae	<i>Crinum longiflorum</i> Herb.	55 Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> L.
11 Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	56 Brassicaceae	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv
12 Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i> L.	57 Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.
13 Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	58 Cactaceae	Jz9
14 Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	59 Campanulaceae	<i>Campanula medium</i> L.
15 Araceae	<i>Anthurium</i> sp	60 Cannaceae	<i>Canna indica</i> L.
16 Araceae	<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	61 Caparidaceae	<i>Eschscholzia californica</i> Cham
17 Araceae	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.	62 Capparidaceae	Flores anaranjadas
18 Araucariaceae	<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco	63 Caprifoliaceae	<i>Lonicera</i> sp.
19 Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	64 Caryophyllaceae	<i>Dianthus caryophyllus</i> L.

20	Asparagaceae	<i>Asparagus plumosus</i> Baker	65	Caryophyllaceae	<i>Dianthus</i> sp.
21	Asparagaceae	<i>Beaucarnea recurvata</i> Lem.	66	Caryophyllaceae	<i>Drymaria glandulosa</i> Bartl.
22	Asparagaceae	<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	67	Caryophyllaceae	<i>Matthiola</i> sp.
23	Asteraceae	<i>Baccharis vaccinioides</i> Kunth	68	Caryophyllaceae	<i>Silene gallica</i> L.
	Asteraceae	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H. Rob. y Brettell	69	Caryophyllaceae	<i>Matthiola</i> sp.
24	Asteraceae	<i>Bellis perennis</i> L.	70	Caryophyllaceae	<i>Silene gallica</i> L.
25	Asteraceae	<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	71	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.
26	Asteraceae	<i>Calendula officinalis</i> L.	72	Crassulaceae	<i>Echeveria</i> sp.
27	Asteraceae	<i>Chrysanthemum</i> sp.	73	Cupressaceae	<i>Cupressus funebris</i> Endl.
28	Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	74	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.
29	Asteraceae	<i>Conyza</i> sp.	75	Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. ex Gordon
30	Asteraceae	<i>Cynara cardunculus</i> L.	76	Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i> L.
31	Asteraceae	<i>Dahlia imperialis</i> Roezl ex Ortgies	77	Cupressaceae	<i>Juniperus</i> L
32	Asteraceae	<i>Dahlia pinnata</i> Cav	78	Cupressaceae	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.
33	Asteraceae	<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.	79	Cupressaceae	<i>Thuja orientalis</i> L.
34	Asteraceae	<i>Eupatorium</i> L.	80	Davalliaceae	<i>Nephrolepis</i> sp.
35	Asteraceae	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz y Pav.	81	Ericaceae	<i>Rhododendron indicum</i> (L.) Sweet
36	Asteraceae	<i>Gazania splendens</i> Lem.	82	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch
37	Asteraceae	<i>Gnaphalium pensylvanicum</i> Willd.	83	Fabaceae	<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze
38	Asteraceae	<i>Hieracium</i> sp.	84	Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.
39	Asteraceae	<i>Osteospermum fruticosum</i> Norl.	85	Fabaceae	<i>Desmodium</i> sp.

40	Asteraceae	<i>Senecio salignus</i> DC.	86	Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i> L.
41	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	87	Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
					<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S. Irwin y
42	Asteraceae	<i>Stevia serrata</i> Cav.	88	Fabaceae	Barneby
43	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	89	Fabaceae	<i>Spartium junceum</i> L.
44	Asteraceae	<i>Vernonia sinerea</i> Lex.	90	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L.
45	Balsaminaceae	<i>Impatiens sodenii</i> Engl. y Warb.	91	Fagaceae	<i>Quercus pannosifolia</i> C.H. Mull.
92	Fagaceae	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	138	Pinaceae	<i>Pino Introducido</i>
93	Geraniaceae	<i>Geranium</i> sp.	139	Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.
94	Geraniaceae	<i>Pelargonium × hortorum</i> L.H. Bailey	140	Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.
95	Heliconiaceae	<i>Heliconia</i> sp.	141	Pittosporaceae	<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T. Aiton
96	Hydrangeaceae	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	142	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.
97	Iridaceae	<i>Gladiolus</i> sp.	143	Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i> Poir.
98	Lamiaceae	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	144	Plumbaginaceae	<i>Plumbago auriculata</i> Lam.
99	Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	145	Poaceae	<i>Aristida</i> sp.
100	Lamiaceae	<i>Stachys agraria</i> Schltld. y Cham.	146	Poaceae	<i>Avena fatua</i> L.
101	Liliaceae	<i>Lilium</i> sp.	147	Poaceae	<i>Bromus catharticus</i> Vahl
102	Lythraceae	<i>Cuphea hyssopifolia</i> Kunth	148	Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i> (Kunth) Hitchc.
103	Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	149	Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.
104	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	150	Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze
105	Malvaceae	<i>Hibiscus</i> sp. 1 ("Clavel")	151	Poaceae	<i>Triticum</i> sp.

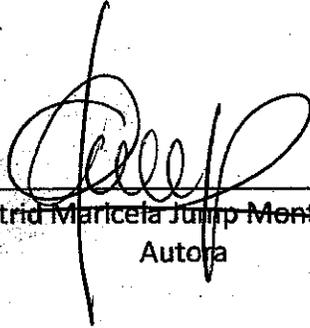
106	Malvaceae	<i>Hibiscus sp. 2</i>	152	Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius L.</i>
107	Malvaceae	<i>Hibiscus sp. 3</i>	153	Rosaceae	<i>Crataegus mexicana DC.</i>
108	Malvaceae	<i>Hibiscus sp. 4</i>	154	Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.</i>
109	Malvaceae	<i>Hibiscus sp. 5</i>	155	Rosaceae	<i>Malus domestica Borkh.</i>
110	Malvaceae	<i>Kearnemalvastrum subtriflorum (Lag.) D.M. Bates</i>	156	Rosaceae	<i>Prunus domestica L.</i>
111	Malvaceae	<i>Malva sylvestris L.</i>	157	Rosaceae	<i>Prunus persica (L.) Batsch</i>
112	Melastomataceae	<i>Tibouchina urvilleana (DC.) Cogn.</i>	158	Rosaceae	<i>Prunus serotina Ehrh.</i>
113	Moraceae	<i>Ficus carica L.</i>	159	Rosaceae	<i>Prunus sp.</i>
114	Myrtaceae	<i>Callistemon sp.</i>	160	Rosaceae	<i>Pyracantha crenulata (D. Don) M. Roem.</i>
115	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis Dehnh.</i>	161	Rosaceae	<i>Pyrus sp.</i>
116	Myrtaceae	<i>Eucalyptus cinerea F. Muell. ex Benth.</i>	162	Rosaceae	<i>Rosa sinensis</i>
117	Myrtaceae	<i>Eucalyptus citriodora Hook.</i>	163	Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>
118	Myrtaceae	<i>Eucalyptus sideroxylon A. Cunn. ex Woolls</i>	164	Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp.</i>
119	Myrtaceae	<i>Eugenia sp. 1</i>	165	Rutaceae	<i>Citrus limon (L.) Osbeck</i>
120	Myrtaceae	<i>Eugenia sp. 2</i>	166	Rutaceae	<i>Citrus sinensis (L.) Osbeck</i>
121	Myrtaceae	<i>Syzygium paniculatum Gaertn.</i>	167	Rutaceae	<i>Ruta chalepensis L.</i>
122	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra Choisy</i>	168	Salicaceae	<i>Populus alba L.</i>
123	Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa L.</i>	169	Scrophulariaceae	<i>Buddleja americana L.</i>
124	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.</i>	170	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata Kunth</i>
125	Oleaceae	<i>Jasminum mesnyi Hance</i>	171	Solanaceae	<i>Brugmansia candida Pers.</i>
126	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum W.T. Aiton</i>	172	Solanaceae	<i>Brunfelsia sp.</i>

127	Onagraceae	<i>Fuchsia arborea</i> Sessé y Moc.	173	Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i> L.
128	Onagraceae	<i>Fuchsia boliviana</i> Carrière	174	Solanaceae	<i>Lycianthes rantonnei</i> (Carrière) Bitter
129	Onagraceae	<i>Fuchsia hybrida</i> hort. ex Siebert y Voss	175	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.
130	Onagraceae	<i>Fuchsia michoacanensis</i> Sessé y Moc.	176	Solanaceae	<i>Solanum hartwegii</i> Benth
131	Onagraceae	<i>Oenothera</i> L.	177	Theaceae	<i>Camellia japonica</i> L.
132	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	178	Verbenaceae	<i>Mora lisa</i>
133	Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	179	Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i> L.
134	Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	180	Violaceae	<i>Viola tricolor</i> L.
135	Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	181	Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.
136	Passifloraceae	<i>Passiflora x morada</i>	182	Chenopodiaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin y Clemants
137	Pinaceae	<i>Abies guatemalensis</i> Rehder			

13.8. Anexo 8. Boleta de recolección de datos de variables locales y de paisaje dentro de los parches de vegetación en la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala

Fecha	
Responsable	
Coordenadas	
Altitud	

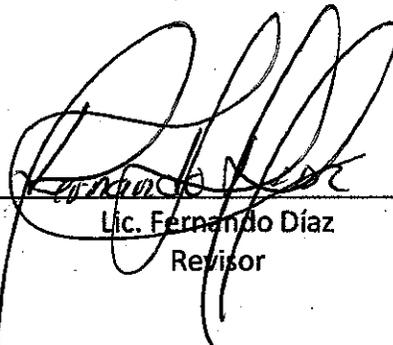
Variables		Variables	
Tipo de Uso (Parque, Jardín, Terreno baldío)		Área total (área verde y gris)	
Estratos de Vegetación		Actividades de Manejo (Riego, poda, replantación, chapeado)	
Cantidad de Árboles y arbustos		Unidades de borde	
% plantas con flores		Forma Geométrica	
Especies propias de la región		Ubicación y Posición	



Astrid Maricea Junip Monterroso
Autora



Lic. Claudio Méndez
Asesor



Lic. Fernando Díaz
Revisor



Dr. Sergio Melgar
Director
Escuela de Biología



Dr. Óscar Manuel Cobar Pinto
Decano
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia