

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente**

**Índice de Diversidad Biológica Urbana de la Ciudad de La Antigua
Guatemala: aplicación de nuevas herramientas en la evaluación del
desempeño y la planificación ambiental de las ciudades**

Jorge José García Polo, Coordinador
Fernando José Castillo Cabrera, Investigador
José Juan Vega, Auxiliar de investigación II

Enero de 2014

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas (IIQB)
Centro de Estudios Conservacionistas (CECON)

Índice General

1	Resumen	1
2	Introducción.....	2
3	Antecedentes	3
3.1	El Convenio de Diversidad Biológica y la Diversidad Biológica Urbana	3
3.2	El Índice de Diversidad Biológica Urbana –CBI-	4
3.3	La diversidad biológica en la ciudad.....	5
4	Justificación.....	7
5	Objetivos.....	8
5.1	Objetivo General	8
5.2	Objetivos Específicos	8
6	Metodología.....	9
6.1	Índice de Diversidad Biológica Urbana de la Ciudad de La Antigua Guatemala	9
6.1.1	Perfil de la ciudad	9
6.1.2	La diversidad biológica nativa en la ciudad	9
6.1.3	Los servicios Ecosistémicos que proveen la diversidad biológica nativa en la ciudad .	10
6.1.4	Gobernanza y manejo de la diversidad biológica en la ciudad.	11
6.1.5	Identificación de vacíos de los indicadores del CBI	12
6.2	Diversidad biológica: plantas vasculares, mariposas y aves en la ciudad de La Antigua Guatemala.....	12
6.2.1	Unidad muestral	18
6.3	Distribución de las especies nativas de los indicadores de acuerdo a los tipos de hábitats urbanos	18
6.3.1	Análisis estadístico de agrupamiento.....	18
7	Resultados	19
7.1	Índice de Diversidad Biológica Urbana de la Ciudad de La Antigua Guatemala	19
7.1.1	Perfil de la ciudad de La Antigua Guatemala.....	19
7.1.2	Índice de Diversidad Biológica Urbana	29
7.2	Diversidad biológica en la ciudad de La Antigua Guatemala y su distribución de acuerdo a los tipos de hábitats urbanos	39
8	Discusión.....	43
8.1	Índice de Diversidad Biológica Urbana de la Ciudad de La Antigua Guatemala	43
8.1.1	La diversidad biológica nativa en la ciudad	43
8.1.2	Los servicios Ecosistémicos que proveen la diversidad biológica nativa en la ciudad.	44

8.1.3	Gobernanza y manejo de la diversidad biológica en la ciudad.	47
8.2	Diversidad biológica y su distribución de acuerdo a los tipos de hábitats urbanos de las especies nativas de los indicadores.....	51
8.2.1	Aves	51
8.2.2	Plantas vasculares.....	52
8.2.3	Mariposas	53
8.2.4	Murciélagos	55
8.2.5	Distribución.....	56
9	Conclusiones	58
10	Recomendaciones	59
11	Referencias	61
11.1	Referencias Perfil de la Ciudad	61
11.2	Referencias Informe Final	62
12	ANEXOS	66

Índice de Cuadros

Cuadro 1.	Algunos problemas de la ciudad de La Antigua Guatemala y sus probables efectos negativos sobre la diversidad biológica urbana.....	6
Cuadro 2.	Indicadores del Componente Diversidad Biológica del Índice	9
Cuadro 3.	Indicadores del Componente Servicios Ecosistémicos del Índice.....	10
Cuadro 4.	Indicadores del Componente Gobernanza y Manejo del Índice	11
Cuadro 5.	Ciudades que han realizado evaluación del CBI.....	12
Cuadro 6.	Partes del Diseño Experimental para evaluar la Diversidad Biológica en la ciudad de Antigua Guatemala.....	13
Cuadro 7.	Actividades del Estudio.....	18
Cuadro 8.	Resultados del Índice por sus tres componentes.....	29
Cuadro 9.	Cálculo y Punteo de los indicadores de Diversidad Biológica.....	30
Cuadro 10.	Cálculo y Punteo de los indicadores de Servicios Ecosistémicos.....	31
Cuadro 11.	Cálculo y Punteo de los indicadores de Gobernanza y manejo	32
Cuadro 12.	Comparación del resultado de CBI de La Antigua Guatemala con otras ciudades del mundo.....	34

Cuadro 13. Comparación con otros países.....	35
Cuadro 14. Vacíos que afectan el punteo del Índice y que pueden fortalecer a La Antigua Guatemala basado en la Estrategia Nacional de la Biodiversidad y en Iniciativas del CBD.	35
Cuadro 15. Comparación con otros países del Componente1.....	36
Cuadro 16. Vacíos de información del componente II de servicios ecosistémicos que provee la diversidad biológica nativa en la ciudad de La Antigua Guatemala.	37
Cuadro 17. Comparación con otros países.....	37
Cuadro 18. Vacíos de información del componente III de gobernanza y manejo de la diversidad biológica nativa en la ciudad de La Antigua Guatemala.	38
Cuadro 19. Número de especies por grupo taxonómico	39

➤ **Figuras**

Figura 1. Componentes e indicadores del CBI	5
Figura 2. Resultados por indicador del Índice de Diversidad Biológica Urbana de la Ciudad de La Antigua Guatemala	30
Figura 3. Comparación del CBI de La Antigua Guatemala con otras ciudades del mundo	34
Figura 4. Diagrama de agrupamiento de los sitios estudiados con respecto a las aves	40
Figura 5. Diagrama de agrupamiento de los sitios estudiados con respecto a las plantas	41
Figura 6. Diagrama de agrupamiento de los sitios estudiados con respecto a las mariposas	41
Figura 7. Diagrama de agrupamiento de los sitios estudiados con respecto a los murciélagos.	42

1 Resumen

La urbanización es un fenómeno global de tendencia creciente, cuyo pronóstico prevé, para el 2050, que aproximadamente el 70% de la población mundial será urbana. Esto tendrá un impacto sobre la diversidad biológica de hábitats no urbanos, lo que podría generar pérdida de especies y de los servicios ecosistémicos relacionados. Las administraciones municipales deben de contemplar este componente para la planificación y desempeño ambiental de sus ciudades y áreas urbanas. Dada la importancia de esta tendencia, el Convenio para la Diversidad Biológica (CDB) ha planteado una nueva herramienta para estimar la diversidad biológica en ciudades: el Índice de Diversidad Biológica Urbana. En este proyecto se evaluó el índice para la ciudad de La Antigua Guatemala en su línea base y se aportan elementos para la evaluación, planificación y gestión ambiental. Se midieron dieciocho indicadores de biodiversidad urbana, incluyendo información de línea base de plantas vasculares, mariposas y aves, áreas protegidas, información sobre servicios ecosistémicos, gobernanza y manejo de la diversidad biológica. La información fue obtenida de las autoridades municipales, de gobierno central, documentos oficiales, del análisis espacial de información satelital y de muestreo de campo. De un máximo de 72 puntos el resultado para la ciudad de La Antigua Guatemala fue de 33 puntos. Los registros para la línea base de la biodiversidad son: 99 especies de aves, 148 especies de plantas vasculares, 46 especies de mariposas y 11 especies de murciélagos. Las recomendaciones para tener un mejor desempeño en el tema de diversidad biológica están relacionadas con la urgente necesidad que la ciudad, previo a la próxima evaluación del índice, elabore la estrategia local de diversidad biológica y su plan de acción (LBSAP – por sus siglas en inglés). Se recomienda, además, planificar e implementar proyectos de gestión ambiental y continuar utilizando el índice de diversidad biológica urbana para el monitoreo y evaluación del desempeño ambiental de la ciudad a largo plazo.

2 Introducción

En datos de la oficina de población de las Naciones Unidas, la población urbana del mundo para el año 2050 corresponderá al 67.13% de la población mundial total (ONU, 2012). Para Guatemala el porcentaje de población urbana será de un 68.5% del total de la población guatemalteca total (ONU, 2012). Esto significa, siguiendo el mismo patrón de desarrollo urbano que tiene el país, que habrá impacto en la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos relacionados. Esta tendencia le impone retos a la administración pública y a todos los sectores de la población para la búsqueda de modelos que permitan la coexistencia de ciudades y centros urbanos con otros organismos.

La información sobre el desempeño ambiental de las ciudades y de la diversidad biológica urbana en el país es escasa, los servicios ecosistémicos que proveen, y la falta de reconocimiento de éstos en la planificación ambiental urbana, puede observarse en las prácticas de gobernanza y manejo de la diversidad biológica urbana. Estos tres elementos son clave en el desempeño ambiental de las ciudades y por lo mismo fueron incluidos en el cálculo de un índice que valora el papel de la diversidad biológica en las ciudades.

Este índice fue propuesto en la Reunión Mundial de Ciudades en Singapur en 2008 por el entonces alcalde de la ciudad en función del reconocimiento en todas las esferas, de la importancia de las ciudades en alcanzar los objetivos del CDB. El desarrollo de este índice para la Ciudad de La Antigua Guatemala, será una herramienta crítica de evaluación para la planificación ambiental que mejore cada cierto tiempo las estrategias de sustentabilidad y para mantener la calidad de vida en la ciudad.

Dado que el país ha ratificado el CDB este proyecto se transforma en una contribución del país y ejecuta acciones visibles para el cumplimiento de dicho compromiso internacional. Al resaltar la importancia de las ciudades y las autoridades locales en los compromisos del CDB con este estudio el país se suma a otros, en activar mecanismos académicos para la planificación, al evaluar el desempeño de una ciudad en relación a su diversidad biológica y ambiental en general.

3 Antecedentes

De acuerdo a proyecciones de las Naciones Unidas, la población urbana del mundo para el año 2050 llegará a ser de 6.25 billardos correspondiendo al 67.13% de la población mundial total. En el caso de Guatemala la tendencia de crecimiento de la población urbana será para ese mismo año, un 68.5% de la población guatemalteca total. Este patrón de crecimiento en la población urbana implica un decrecimiento de la superficie agrícola y natural para sostener dicha población urbana y con el consecuente impacto profundo sobre la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos que proveen bienes a la población.

La información sobre el desempeño ambiental de las ciudades es importante para guiar las acciones de cara a los cambios económicos, políticos y ambientales que pueden ocurrir. Una forma de poder evaluar este desempeño ambiental es través del índice de diversidad biológica elaborado por expertos mundiales para el CBD. Utilizar esta herramienta analítica para la Ciudad de La Antigua Guatemala, será importante para realizar un análisis y evaluación del papel de las autoridades y sus ciudadanos respecto a la conservación de la diversidad biológica y será un hito para el país y una fuente de información invaluable para la planificación ambiental de la ciudad que mejore cada cierto tiempo las estrategias de sustentabilidad y la calidad de vida en la misma.

3.1 El Convenio de Diversidad Biológica y la Diversidad Biológica Urbana

El Convenio de Diversidad Biológica –CDB- es un instrumento derivado de la Cumbre de la Tierra realizada en Río de Janeiro, Brasil en 1992. Fue ratificado por Guatemala el 10 de Julio de 1995 comprometiéndose ante la comunidad internacional a realizar esfuerzos en pro de la conservación y mantenimiento de la diversidad biológica.

Dentro de los programas derivados de la CDB, se encuentra el relacionado al tema de las Autoridades Locales en quienes se espera un potencial grande para la implementación del convenio. De esa cuenta desde 2006 se inició un proceso en el cual se empezó a gestar una asociación mundial sobre ciudades y diversidad biológica. Esta salió formalmente al público en 2007 en Curitiba, Brasil como una forma de apoyo a las ciudades en el manejo sostenible de su diversidad biológica, asistir a las ciudades para implementar prácticas que a nivel nacional, regional e internacional apoyan su diversidad biológica y para el aprendizaje de iniciativas existentes. Este proceso culminó con una declaración realizada en Nagoya, Japón

y realizada por la conferencia de las partes de CDB la cual se denomina “Declaración X/22” o “Plan de Acción sobre los Gobiernos sub-nacionales, Ciudades y otras autoridades locales para la Diversidad Biológica” y cuya misión es comprometer a autoridades locales para conseguir los objetivos de la CDB desarrollando políticas, guías y programas.

El estado de arte a nivel internacional de la temática se encuentra ahora en una actividad desarrollada a partir de la declaración X/22. Dentro de esta declaración, se cuenta con la “Perspectiva de Ciudades y Diversidad Biológica” la cual pretende realizar una evaluación global sobre las relaciones entre la urbanización, la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos. Dicha evaluación tendrá ejemplos de muchas ciudades dentro de las cuales solo se encuentran 3 de Latinoamérica justificando ampliamente la implementación de ciertas herramientas como el Índice CBI en una ciudad de Guatemala como lo es La Antigua Guatemala.

3.2 El Índice de Diversidad Biológica Urbana –CBI-

El desarrollo de este índice inició con el compromiso de la delegación de Singapur y su posterior trabajo sobre un índice de diversidad biológica urbana como herramienta de evaluación (CBD, 2012). En el año 2009 se realizó el primer taller de expertos e iniciaron las pruebas del índice en distintas ciudades; en el 2010 se realizó el segundo taller de expertos, y se plantearon mejoras a los indicadores y a las formas de valoración, en este mismo año se aprobó en la 10ª. Conferencia de las Partes celebrada en Nagoya. En el año 2011 se presentó el manual del índice (CBD, 2012) y fue actualizado en enero de 2013, ésta versión consta de tres componentes y 23 indicadores como se muestra en la Fig. 1.

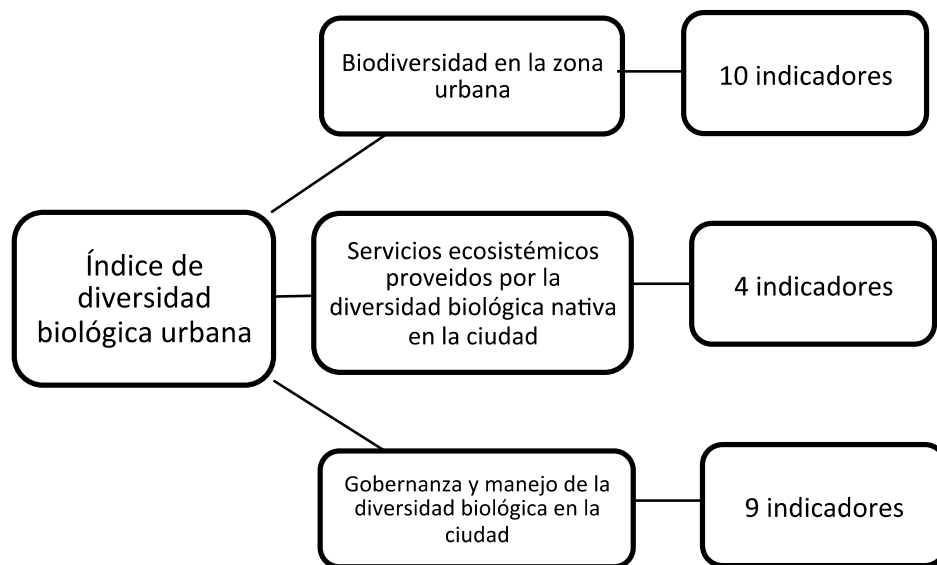


Figura 1. Componentes e indicadores del CBI

3.3 La diversidad biológica en la ciudad

Las distintas especies que se encuentran en la ciudad presentan varias características que las hacen diferentes a las que se distribuyen en áreas naturales. De acuerdo a (Müller, 2007) las ciudades son para la diversidad biológica: A) “Hot spots” complejos y crisoles: Son ecosistemas de gran diversidad al tener hábitats naturales y semi naturales relictuales, una variedad alta de hábitats urbanos, son centros de inmigración de especies, centros de naturalización de especies y de expansión de especies exóticas. B) Centros de evolución de especies: Las plantas ornamentales son resultados de la selección y cultivo de especies nativas y exóticas por parte de los habitantes y además surgen plantas espontáneas o nuevos taxones en áreas urbanas que implican nuevas interacciones entre especies. C) Ciudades simulan los efectos del cambio climático sobre las especies: Generalmente, las ciudades presentan el fenómeno de isla térmica urbana que mantienen hasta 2° o 3° centígrados más calientes que otras áreas.

- La problemática ambiental de La Antigua Guatemala relacionada a la Diversidad Biológica

La ciudad de La Antigua Guatemala, dada su tendencia de urbanización acelerada, presenta problemas que afectan el ambiente urbano y por consiguiente a la

diversidad biológica que se encuentra en hábitats naturales, semi naturales y antropizados. El más reciente trabajo sobre La Antigua Guatemala (Aragón, et. al., 2012) muestra los problemas a los que la ciudad se enfrenta y los cuales afectan además de a sus habitantes, a las especies presentes en el territorio. Dichos problemas son los siguientes:

Cuadro 1. Algunos problemas de la ciudad de La Antigua Guatemala y sus probables efectos negativos sobre la diversidad biológica urbana.

Problema	Efectos sobre la diversidad biológica
Migración de residentes a otros lugares	Disminución de hábitats semi-naturales y naturales, pérdida de hábitats urbanos.
Deterioro de imagen urbana	Contaminación, disminución de hábitats urbanos
Cambios de uso del suelo urbano	Disminución y/o pérdida de hábitats. Extinciones locales especies. Homogenización biótica
Urbanización sin control	Contaminación. Disminución y/o pérdida de hábitats. Invasión de especies exóticas. Aumento de la vulnerabilidad a desastres.

Fuente: Elaboración propia, Proyecto DIGI 2.26 (2012) y Aragón, et. al., 2012.

La pérdida o disminución de hábitats tiene un efecto negativo sobre las poblaciones de las especies presentes en los diferentes hábitats, por lo tanto se esperaría que el plan de ordenamiento territorial del municipio contenga elementos claves para el manejo de la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos que brindan. Con este estudio se pretende conocer las especies de plantas vasculares, mariposas y aves propias de esta ciudad y áreas cercanas a ella, y desarrollar una línea base que permita ver los efectos de la urbanización sobre estos indicadores. (Ver cuadro 2).

4 Justificación

El CDB es un instrumento internacional ratificado por el Guatemala que la faculta para iniciar estudios, leyes, reglamentos y todo tipo de acciones para la conservación de nuestra diversidad biológica y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que proveen. Una de sus últimas declaraciones involucra a las autoridades locales y a las ciudades, para que, en virtud del rápido aumento de la urbanización, se tomen las medidas necesarias para salvaguardar las especies que se encuentran dentro y alrededor de las ciudades. Con este estudio el país se suma a otros, en activar mecanismos académicos para la planificación, al evaluar el desempeño de una ciudad en relación a su diversidad biológica y ambiental en general.

El presente estudio plantea una interrogante sobre el desempeño de las ciudades en el tema ambiental y la incorporación de la diversidad biológica a la planificación urbana. Dicha interrogante puede ser empezada a ser evaluada por medio del CBI propuesto por un grupo de expertos internacionales. De esta forma nuevo conocimiento para el país es generado al ser la primera vez que se prueba este índice en Guatemala e incluye resultados de un proyecto anterior financiado por DIGI¹. Al finalizar el proyecto la información sobre el tema de biodiversidad urbana será sintetizada en este índice el cual será una herramienta importante para las autoridades municipales en la planificación estratégica del desarrollo de sus municipios, especialmente para La Antigua Guatemala que es una ciudad Patrimonio de la Humanidad.

Con este nuevo aporte de la Universidad de San Carlos en el tema de diversidad biológica y medio ambiente, se agrega el referente a las ciudades con lo cual se contribuye a la mejora y profundización de la información ambiental relacionada a temas urbanos tan pobremente estudiadas en el país. Dichos conocimientos pueden replicarse a otras ciudades para que puedan avanzar dentro de los parámetros del desarrollo sostenible y que las autoridades de las ciudades puedan incluir dicho índice en reglamentos y ordenanzas municipales de cara a la urbanización acelerada que tienen nuestros centros poblados.

¹Proyecto DIGI 2.26 de 2012. Los servicios ecosistémicos en las ciudades de Quetzaltenango y La Antigua Guatemala. El proyecto identificará varios indicadores de los componentes de Servicios Ecosistémicos y Manejo para ambas ciudades.

5 Objetivos

5.1 Objetivo General

Evaluar el desempeño ambiental de la ciudad de La Antigua Guatemala por medio del Índice de Diversidad Biológica Urbana en sus tres componentes: diversidad biológica nativa, servicios ecosistémicos y gobernanza y manejo

5.2 Objetivos Específicos

- Estimar el valor del Índice de Diversidad Biológica Urbana e identificar los vacíos de indicadores en cada uno de los componentes de dicho índice que contribuyen con el valor obtenido para la ciudad de La Antigua Guatemala
- Caracterizar la diversidad biológica de los indicadores plantas vasculares, mariposas y aves en la ciudad de La Antigua Guatemala.
- Analizar la distribución de las especies indicadoras de acuerdo a los tipos de hábitats urbanos.

6 Metodología

6.1 Índice de Diversidad Biológica Urbana de la Ciudad de La Antigua Guatemala

6.1.1 Perfil de la ciudad

El perfil de la ciudad se construyó a partir de la revisión de literatura y fuentes primarias como la Municipalidad de Antigua Guatemala. Este perfil es parte del informe que se debe presentar para informar sobre el Índice para la ciudad ante el secretariado del CBD.

6.1.2 La diversidad biológica nativa en la ciudad

Este es el primer componente del índice, cada indicador y su evaluación fueron obtenidos a partir de las recomendaciones del CBD. En el Cuadro No. 3 se identifica cada indicador, las variables para medirlo y la fuente de información utilizada.

Cuadro 2. Indicadores del Componente Diversidad Biológica del Índice

Indicador	Variables	Fuente
1. Proporción de áreas naturales en la ciudad	$(\text{Área total de áreas naturales, restauradas o naturalizadas}) \div (\text{Área total de la ciudad}) \times 100\%$	Ministerio de Agricultura, IGN Ortofotos 2006. Municipalidad de Antigua Guatemala. Plan Maestro. Proyecto DIGI 2012 de Servicios Ecosistémicos.
2. Conectividad para detener fragmentación	<ul style="list-style-type: none">- N es el número total de áreas naturales conectadas- A_{total} es el área total de todas las áreas naturales- A_1, A_2, \dots, A_n son las áreas que son distintas entre ellas o no están conectadas	Ministerio de Agricultura, IGN Ortofotos 2006. SIG y programa V-Late (Lang y Tiede, 2003) Métrica Mesh Size (Jaeger, 2000)
3. Biodiversidad nativa en áreas construidas	Número de especies nativas de aves en los tipos de áreas construidas	Trabajo de campo (ver sección 2)
4 al 8. Cambio en el número de especies nativas en la ciudad	Indicador 4 : plantas vasculares Indicador 5 : aves Indicador 6 : mariposas Indicador 7: murciélagos	Trabajo de campo (ver sección 2)

9. Proporción de áreas protegidas	$(\text{Área de la superficie natural protegida}) \div (\text{Área total de la ciudad}) \times 100\%$	CONAP, SIG
10. Proporción de especies invasoras	$(\text{Número de especies invasoras exóticas}) \div (\text{Número de especies nativas}) \times 100\%$	Trabajo de campo (ver sección 2)

Fuente: CBD, 2011 y Elaboración propia.

6.1.3 Los servicios Ecosistémicos que proveen la diversidad biológica nativa en la ciudad

Muchos de los beneficios que obtenemos como sociedades, están estrechamente relacionados a la diversidad biológica en todos sus niveles, genes, especies y ecosistemas. Estos beneficios son denominados servicios ecosistémicos (MEA, 2005). En el cuadro siguiente se describe los indicadores, sus variables para medirlos y las fuentes de información utilizadas en este estudio.

Cuadro 3. Indicadores del Componente Servicios Ecosistémicos del Índice

Indicador	Variables	Fuente y Problemas
11. Regulación del agua	$(\text{área permeable total}) \div (\text{área terrestres total de la ciudad}) \times 100\%$	Análisis espacial utilizando SIG y las IGN Ortofotos 2006. Se utilizó el límite como en Indicador 1.
12. Regulación climática y secuestro de carbono	$(\text{Cobertura de árboles}) \div (\text{Área total terrestre de la ciudad}) \times 100\%$	Proyecto DIGI 2012. Servicios Ecosistémicos. Datos de uso del suelo Maga.
13. Servicios educativos y recreativos	$(\text{Superficie de parques con áreas naturales y áreas protegidas naturales})^*/1000 \text{ personas}$	Proyecto DIGI 2012. Servicios Ecosistémicos. Datos de uso del suelo Maga.
14. Servicios educativos y recreativos	Numero de visitar educacionales para niños menores de 16 años a parques naturales protegidos, en un año.	Delegación departamental de Educación de Sacatepéquez.

Fuente: CBD, 2011 y Elaboración Propia.

6.1.4 Gobernanza y manejo de la diversidad biológica en la ciudad.

Un aspecto importante para la diversidad biológica constituye todas las actividades que la sociedad realiza, a través de sus autoridades y de su sociedad civil, para el manejo de la misma en la ciudad y para la forma en que se genera la gobernanza. En el cuadro No. 5 se presenta los indicadores del último componente del Índice, las variables para medirlas y las fuentes de información utilizadas en el estudio.

Cuadro 4. Indicadores del Componente Gobernanza y Manejo del Índice

Indicador	Variables	Fuente
15. Presupuesto destinado a diversidad biológica	(Monto destinado a biodiversidad) ÷ (Presupuesto total de la ciudad) × 100%	Proyecto DIGI 2012
16. número de proyectos sobre biodiversidad implementados por las autoridades de la ciudad	En listar los proyectos de diversidad y servicios ecosistémicos	Municipalidad
17. políticas, reglas y regulaciones-estrategias y planes de acción locales sobre biodiversidad	En listar los proyectos de diversidad y servicios ecosistémicos	Municipalidad
18. Capacidad institucional	Número de funciones esenciales relacionadas con la biodiversidad. * Ejemplos: zoológicos, jardín botánico, museos, centros de biodiversidad	Municipalidad y revisiones de información en internet, periódicos.
19. Capacidad institucional	Número de agencias de la ciudad involucradas en cooperación inter institucional relacionadas a la diversidad biológica.	Municipalidad.
20. Participación y Asociación	Existencia de un proceso de consulta formal o informal por parte del estado en relación al tema de diversidad biológica.	Municipalidad y leyes asociadas.
21. Participación y Asociación	Número de agencias, empresas privadas, organizaciones no gubernamentales, organizaciones internacionales, instituciones académicas con las cuales la ciudad está en consorcio para realizar actividades, programas y proyectos relacionados a la diversidad biológica o ambiente	Municipalidad
22. Educación y Sensibilización	¿Es la diversidad biológica o la concientización sobre la naturaleza incluida en el curriculum educativo a todos los niveles?	Delegación departamental de Educación y consultas a profesionales
23. Educación y Sensibilización	Número de eventos de sensibilización y divulgación sobre diversidad biológica realizados al año en la ciudad	Municipalidad

Fuente: CBD, 2011 y Elaboración Propia.

6.1.5 Identificación de vacíos de los indicadores del CBI

Para identificar vacíos en los indicadores del CBI para La Antigua Guatemala, se realizó la revisión de los resultados del CBI para otras ciudades del mundo. En el siguiente cuadro se presentan 14 ciudades, los reportes fueron proporcionados la Dra. Lena Chan (Miembro del Advisory Committee for the Cities and Biodiversity Outlook of the CBD y Directora del National Biodiversity Centre (NBC), National Parks Board of Singapore).

Cuadro 5. Ciudades que han realizado evaluación del CBI

No.	Ciudad	País
1	Bandung	Indonesia
2	Bangkok	Tailandia
3	Bruselas	Bélgica
4	Curitiba	Brasil
5	Edimburgo	Reino Unido
6	Edmonton	Canadá
7	Hamilton	Nueva Zelanda
8	Heidelberg	Alemania
9	Lisboa	Portugal
10	Mira Bhayandar	India
11	Montreal	Canadá
12	Nagoya	Japón
13	Singapur	Singapur
14	Tallinn	Estonia

Fuente: Advisory Committee for the Cities and Biodiversity CBD. 2013

Además, con el trabajo de campo se obtuvo información que es importante para fortalecer el CBI de La Antigua Guatemala.

6.2 Diversidad biológica: plantas vasculares, mariposas y aves en la ciudad de La Antigua Guatemala

Para la evaluación de estos valores requeridos por el índice, se realizó un diseño experimental que constó de 4 tratamientos denominados: Bosque, Cafetal, Parque y monumentos. En cada tratamiento se tuvieron 4 unidades experimentales y cada grupo evaluado tenía una unidad muestral específica. En el cuadro siguiente se enlistan los sitios evaluados y su localización geográfica.

Cuadro 6. Partes del Diseño Experimental para evaluar la Diversidad Biológica en la ciudad de Antigua Guatemala.

Tratamientos	Unidades Experimentales		
	No.	Ubicación	Coordenadas
Bosque Natural	4	Finca Carmona	90°42'20.396"W 14°30'28.845"N
		Finca Retana	90°45'30.717"W 14°33'17.227"N
		Finca Filadelfia	90°43'29.239"W 14°35'41.655"N
		Finca la Chacra	90°42'50.707"W 14°33'42.642"N
Cafetal	4	Finca Bella Vista	90°44'53.44"W 14°31'50.948"N
		Finca Retana	90°44'53.521"W 14°33'10.228"N
		Finca Filadelfia	90°43'32.906"W 14°34'50.735"N
		Finca La Chacra	90°43'7.71"W 14°33'51.47"N
Parques	4	Parque Central	90°44'1.648"W 14°33'24.803"N
		Parque San Sebastián	90°44'12.302"W 14°33'51.135"N
		Escuela de Cristo	90°43'49.776"W 14°33'4.777"N
		Belén	90°43'42.227"W 14°33'6.235"N
Monumentos	4	Nuestra Señora de los Remedios	90°43'46.829"W 14°32'55.53"N
		La Recolección	90°44'28.769"W 14°33'37.127"N
		Ermita de Nuestra señora de los Dolores del Cerro	90°43'35.526"W 14°34'1.444"N
		Candelaria	90°43'45.232"W 14°33'47.825"N

Fuente: Datos de campo, 2013 y Ortofotos IGN-MAGA, 2006.

Bosque natural:

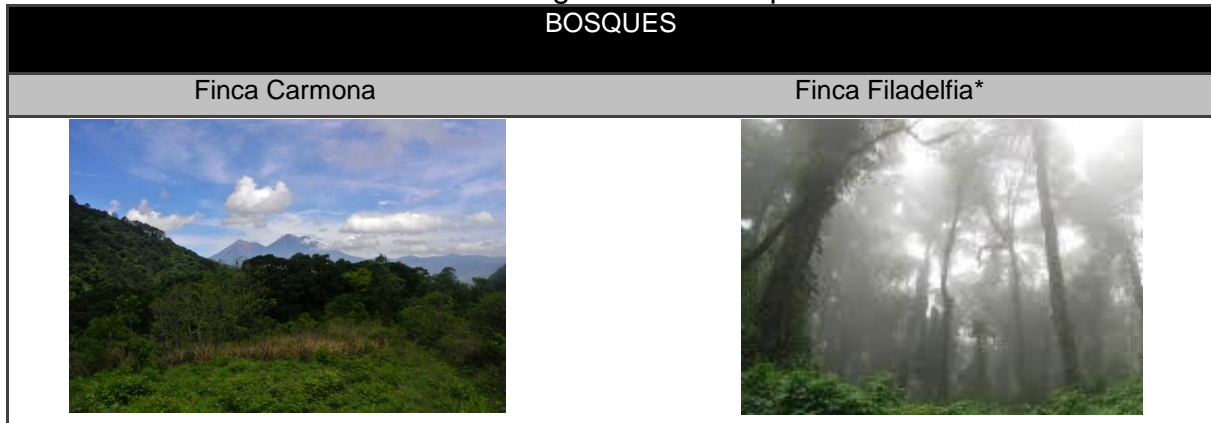
Los sitios que fueron estudiados con cobertura de bosque natural se encontraban alrededor de la ciudad ubicados principalmente en fincas privadas. Como áreas públicas no se encuentra ningún terreno boscoso dentro del área de influencia de la ciudad. Al norte estaba el bosque de la Finca Filadelfia ubicada en el municipio de Jocotenango y que tiene dos tipos de bosque: uno mixto de coníferas con latifoliadas que llega a ser nuboso en su parte más alta y tiene conexión con la cordillera de Alux y el otro es un bosque artificial principalmente una plantación forestal de cipreses, el cual aparece inmediatamente después de la plantación de café. Este sitio tiene pendientes muy inclinadas y suelos de origen volcánico.

Al este el bosque de la Finca La Chacra, un bosque natural latifoliado que además podría denominarse subcaducifolio por cuanto en época seca varias especies pierden su follaje. Este se localiza sobre un cerro pequeño colindando con antiguos cafetales.

Al oeste de la ciudad, se ubicó el bosque en la Finca Retana, este bosque era también de tipo latifoliado, también subcaducifolio aunque por su estado parecía un bosque con perturbaciones antiguas y con áreas en sucesión vegetal.

Finalmente hacia el sur de la ciudad se realizó el estudio en el bosque de la Finca Carmona, un bosque latifoliado húmedo a una mayor altitud que la ciudad alcanzando en sus partes más altas el tipo nuboso.

Fotografías de Bosques

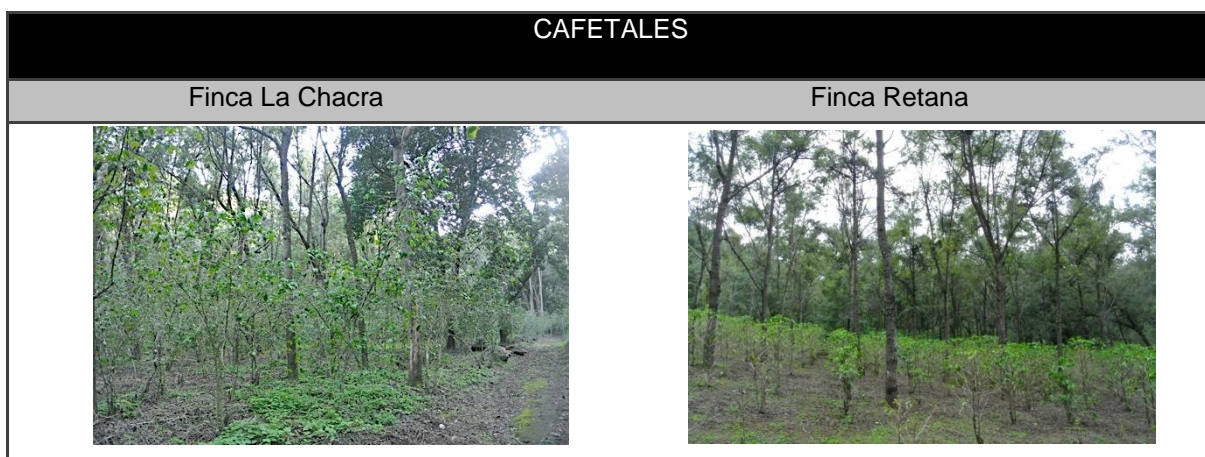
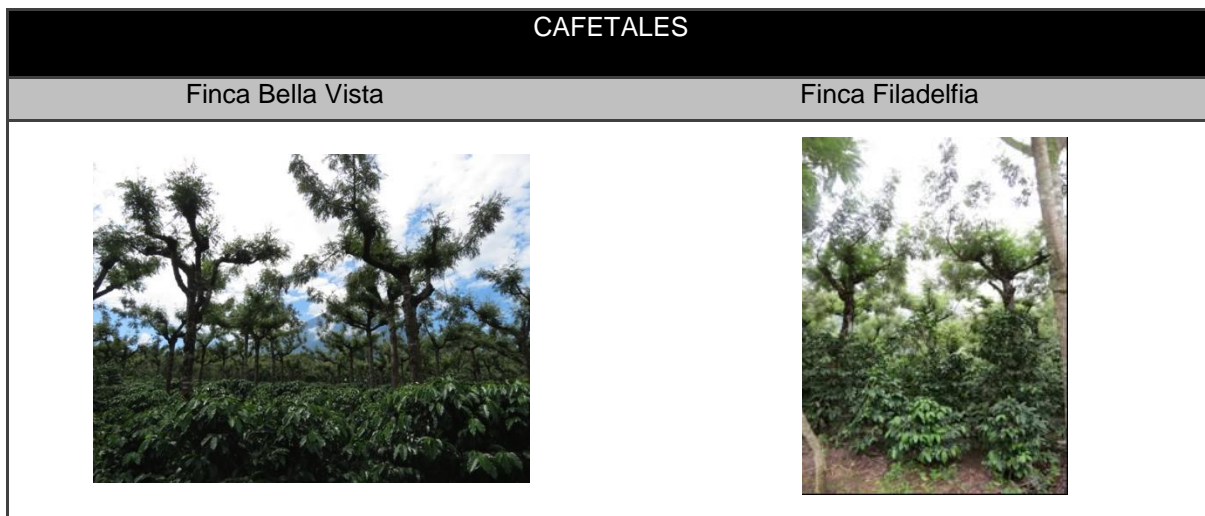


*Tomado de www.sourcetour.com



Cafetales:

Los cafetales que fueron escogidos eran de diferentes edades, algunos estaban rodeados de bosque y uno tenía áreas de cultivo y áreas urbanas alrededor. Con excepción de un cafetal, el resto mantenía la producción de café y todos estaban manejados bajo sombra. La diferencia entre ellos (que no supuso una variable para el estudio) fue la edad de los cafetales estudiados. En el norte en la Finca Filadelfia, el cafetal es de unos 15 años. En el área oeste el cafetal de la finca La Retana tenía varios tablonos de diferentes años desde 15 hasta de 2 años. En el sur la finca Bella Vista, el cafetal era de 15 años y finalmente, el cafetal de la Finca La Chacra que tendría como 35-40 años y ya no estaba produciendo oficialmente café de ningún tipo.



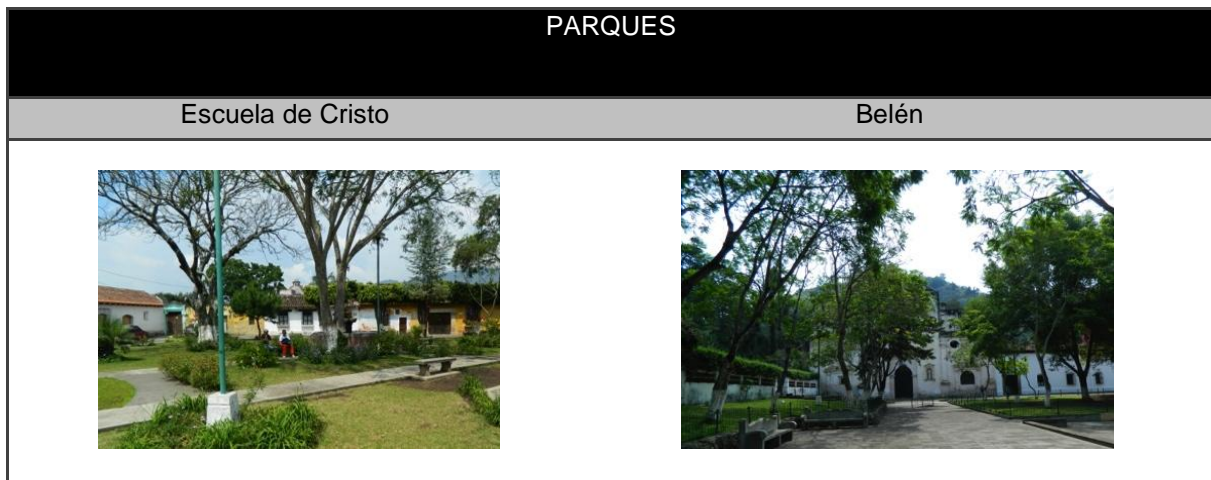
Parques:

Los parques del estudio, son áreas que inicialmente fueron plazas y que posteriormente fueron jardinizadas a principios del siglo XX², los parques están localizados al nor-oeste el parque San Sebastián, un área que está formada por tres espacios: uno situado a la par de las ruinas de la iglesia del mismo nombre y que funciona como parque infantil, un espacio triangular donde está un monumento y el parque como tal localizado hacia el sur de la ciudad.

Al centro de la ciudad, está el Parque Central cuya estructura de la vegetación es producto de un trabajo de remoción y diseño nuevos el cual fue entregado en el año 1990. Al sur de la ciudad tenemos los otros dos parques: el de la Escuela de Cristo que es el parque más pequeño que se estudió y el parque Belén, un área

²Arquitecto Jose María Magaña, comunicación personal 2013.

encontrada frente al convento e iglesia de Belén y cuya estructura de la vegetación es muy simple y homogénea. Cabe resaltar que la estructura de los parques Central y San Sebastián son los más diversos.



Monumentos:

Los monumentos que sirvieron para el estudio, inicialmente fueron 4 pero por impedimento para ingresar a uno solo se trabajó en tres. La Recolección se encuentra al oeste de la ciudad atrás del mercado y terminal de buses de la ciudad. Es un área grande que incluye la iglesia y convento. Además está sujeto a actividad turística y a un manejo constante de sus áreas verdes.

En el caso de Nuestra Señora de los Remedios, es un monumento ubicado al sur al inicio de la alameda del Calvario, aquí la vegetación es espontánea salvo por las cercas vivas y uno que otro frutal que se encontró. No tiene visitas de turismo y mantiene personal encargado del sitio.

El tercer sitio evaluado fue la Ermita de Nuestra señora de los Dolores del Cerro, un monumento en medio de un área boscosa al final de la Calle de los Duelos. Al nor-este de la ciudad y sobre una elevación menor pero con vista sobre la ciudad.

MONUMENTOS

La Recolectión



Ntra. Sra. Remedios



MONUMENTOS

Ermita Ntra. Sra. De Dolores del Cerro







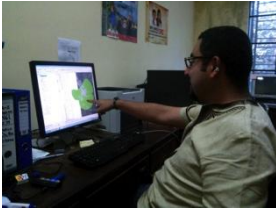



Candelaria



6.2.1 Unidad muestral

Cuadro 7. Actividades del Estudio

	Plantas Vasculares	Aves	Mariposas
Unidad Muestral	Inventarios en los sitios	Puntos de conteo en los sitios	Horas/ red en cada uno de los sitios
Ilustraciones Trabajo de campo			
Ilustraciones Trabajo de Gabinete			
Otras actividades SIG y Murciélagos			

6.3 Distribución de las especies nativas de los indicadores de acuerdo a los tipos de hábitats urbanos

6.3.1 Análisis estadístico de agrupamiento

En base a la riqueza de las especies se utilizó un índice de similitud entre sitios con la Distancia Euclidiana (Moreno, 2001), con dicha información se procedió a realizar un análisis de agrupamiento jerárquico utilizando el método de Ward (1963).

7 Resultados

7.1 Índice de Diversidad Biológica Urbana de la Ciudad de La Antigua Guatemala

7.1.1 Perfil de la ciudad de La Antigua Guatemala

PERFIL DE LA CIUDAD DE LA ANTIGUA GUATEMALA

Capítulo I. Características Generales

✓ Localización: El Municipio de La Antigua Guatemala se encuentra en la parte central del departamento de Sacatepéquez, a 45 km de la ciudad capital. Colinda al norte con los municipios de Jocotenango, Pastores y Santa Lucía Milpas Altas; al sur con Ciudad Vieja y Santa María de Jesús, y al oeste, con los municipios de Ciudad Vieja, Pastores y San Antonio Aguas Calientes. La ubicación geográfica del municipio es 14°33'24'' Latitud Norte y 90°44'02'' Longitud Oeste (Gall, 1978; García, 2004). La ciudad de La Antigua Guatemala es la cabecera o ciudad principal del departamento de Sacatepéquez, y del municipio del mismo nombre. Está situada en la planicie sur de la Cuenca del río Guacalate, en el Valle de Panchoy, que incluye también la Sub-cuenca del río Pensativo, además de otros ríos como Los Encuentros, Las Cañas y Sumpango. La ciudad está rodeada por nueve cerros por el oriente y poniente, y hacia el norte, una planicie que se extiende unos 7 km de sur a norte y 3 km de oriente a poniente. La limitan tres volcanes, el Acatenango, el de Agua y el de Fuego, y también las montañas Carmona, del Hato, Xenacoj, Santa María Cauqué, Soledad, Sunay y el Manchén. La altura varía de los 1500 msnm a los 2400 msnm aproximadamente, mientras que posee una topografía con pendientes entre 0 y 30% en la mayor parte del territorio (García, 2004; Muñoz, 2005; Godínez y Rejopachí, 2010; Plan Maestro de La Antigua Guatemala, 2010).

- ✓ Clima: Según el sistema Thorntwaite el clima de la Antigua Guatemala es bastante templado, en el que se marcan dos estaciones, una lluviosa, que va de mayo a septiembre, y la otra, seca. Este clima benigno es gracias al anillo verde que rodea al valle, con vegetación arbórea y agrícola. Este clima es beneficioso para el cultivo de maíz, café, frijol y hortalizas (Muñoz, 2005; Plan Maestro de La Antigua Guatemala, 2010).

- ✓ Temperatura: La temperatura de día de la ciudad oscila entre los 18°C en enero y los 25°C en abril, con una media de 20°C. Para el resto del año la temperatura está entre esas dos. La temperatura máxima oscila en los 32°C y la mínima, en los 13°C. La humedad relativa media es del 75% (Muñoz, 2005; Plan Maestro de la Antigua Guatemala, 2010).

- ✓ Precipitación: La precipitación pluvial media es de 1,024.5 mm anuales, pero puede llegar a los 1,588 mm, mientras que la evapotranspiración potencial media es de 0.75 mm/día (Gall, 1978; Plan Maestro de la Antigua Guatemala, 2010).

La geología de la región se caracteriza por estar conformada por rocas del cuaternario, y rocas volcánicas terciarias. Los suelos predominantes incluyen áreas frías, volcanes y suelos de valles no diferenciados. Ello propicia que los suelos del municipio sean de tipo forestal, siendo un territorio fértil para la producción de árboles frutales de zonas templadas (Muñoz, 2005). Reportes del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- afirman que el 35% del suelo tiene vocación agrícola (3,427 Ha), el 26% es de uso forestal (2,545%) y un 39% es de protección (3,818 Ha). Sin embargo, según datos de dicho Ministerio, el recurso suelo se utiliza de la siguiente manera: áreas urbanas, 12.46% (1220 Ha); áreas sobre-utilizadas, 13.90% (1361 Ha); áreas sub-utilizadas, 32.01% (5134 Ha); y uso correcto, 30.10% (2947 Ha). En cuanto a recursos mineros, éstos son escasos en el municipio, solamente el basalto se considera de importancia (SEGEPLAN, 2003 y 2004)

Capítulo II. Tamaño de la Ciudad de La Antigua Guatemala

La superficie del municipio abarca 68 km cuadrados, contando con la Ciudad de Antigua Guatemala con 253.4 hectáreas; 14 aldeas, 13 caseríos, 44 colonias y 113 fincas (Gall, 1978; García, 2004; Muñoz, 2005).

- Mapa de la ciudad LISTO
- Mapa de la ciudad con buffer LISTO

Las autoridades municipales de La Antigua Guatemala se dividen en:

- Alcalde: máxima autoridad del municipio, encargado de defender los intereses de sus conciudadanos mediante la ejecución de políticas locales cuyo objetivo principal es la mejora de vida. El alcalde junto al consejo municipal se encarga de administrar los recursos económicos del municipio.
- Síndico I y II (suplente): su función principal es velar por el patrimonio municipal, sus bienes inmuebles y muebles.
- Concejal I, II, III, IV y V (suplentes I y II): el concejal tiene como función la promoción del desarrollo del municipio, en áreas tales como educación, cultura, transporte, economía y urbanismo). Además, desempeña la función de fiscalización del trabajo del alcalde.

Capítulo III. La población de la ciudad de la Antigua Guatemala

Según el Instituto Nacional de Estadística –INE-, el municipio de La Antigua tenía una población de 41,097 habitantes en el 2002, con una densidad poblacional de 527 hab/km². La población para el 2007 se estimó en 47,044, por lo que la densidad pasó a ser de 603 hab/km². A nivel departamental, Sacatepéquez presentaba en el 2002 una población total de 248,019 habitantes repartidos en 465 km², y con una densidad poblacional de 533 hab/km², muy similar a la del municipio, y que aumentó a 283,946 habitantes y 611 hab/km² para el 2007 según

estimaciones del INE. La densidad poblacional del departamento de Sacatepéquez ocupa el segundo lugar a nivel nacional, por ser uno de los de menor territorio. Su tasa de crecimiento ronda para el año 2002 en el 2.3% (INE, 2002).

Al igual que a nivel nacional y departamental, el municipio y la ciudad de Antigua Guatemala presenta un mayor porcentaje de población de sexo femenino. Por grupo etáreo, el rango de edad de mayor porcentaje es el que se encuentra entre los 18 y 59 años; luego le sigue la población en edad escolar, de 7 a 14 años. Le siguen los rangos de 0 a 6 años, de 65 años en adelante, de 15 a 17 años, y por último, de 60 a 64 años. La ciudad de La Antigua Guatemala alberga el 29% de la población total del municipio de Sacatepéquez, y de este porcentaje, el 94.8% pertenece al grupo étnico no indígena, mientras que el resto pertenece al grupo indígena Cakchiquel (García, 2004; Bendfeldt, 2008).

Capítulo IV. Aspectos Socio-Económicos desde el punto de vista de la biodiversidad

La Antigua Guatemala es una ciudad eminentemente de servicios. Su base económica es el sector servicios, siendo el turismo el eje principal de la economía urbana. La población antiguëña puede dividirse por sector de actividad, siendo los sectores de turismo, comercio, servicios, salud, y servicios financieros los que abarcan el mayor porcentaje, un 65.3%; le sigue las manufacturas y artesanías con un 25.5%; luego el área de construcción con un 5.7%; y la agricultura representada por 3.4%, cuyos principales productos son el maíz blanco, el frijol negro, suchinni, arveja china y en mayor porcentaje, el café. Las fincas de café ocupan la mayor parte de la extensión del valle, aunque últimamente han aparecido productos no tradicionales tales como las flores de exportación. La población también se dedica a la crianza de ganado vacuno y caballar (Balsells Conde Consultores, 1993; García, 2004; Benítez y Rejopachí, 2010).

La población económicamente activa –PEA- es del 46%, en la cual es mayor el porcentaje de hombres que de mujeres. El mayor porcentaje de la PEA presenta ocupaciones de tipo oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y otros oficios; le siguen los trabajadores no calificados; y luego, los trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados. El porcentaje restante lo conforman técnicos profesionales de nivel medio, profesionales, científicos e intelectuales, personal de la administración pública y de empresas, personal del poder Ejecutivo y Legislativo, y agricultores y trabajadores agropecuarios y pesqueros (INE, 2002; López y Martín, 2010). En cuanto a índices de pobreza, La Antigua Guatemala presenta un 25.63% de porcentaje de pobreza, ubicándose en una mejor ubicación que el departamento (33.45%), e inclusive que toda la República (54.33%); mientras que la pobreza extrema representa un 3.44%. La Secretaría General de Planificación y Programación, –SEGEPLAN-, ha venido trabajando en una Estrategia para La Reducción de la Pobreza, conjuntamente con unidades técnicas de planificación y diversos sectores de la sociedad civil (SEGEPLAN, 2004).

La principal presión o amenaza a la biodiversidad antigüeña es el crecimiento de la población humana lo que conlleva al crecimiento urbano desordenado, cuyas repercusiones van desde la transformación de la cobertura del suelo hasta la degradación de la cubierta vegetal. Dicha expansión urbana invade y destruye el hábitat de varias especies de flora y fauna locales. Aunado a eso, la problemática se agrava por los limitados poderes de coerción y vigilancia sobre el entorno y la falta de regulaciones urbanas, como por ejemplo, la Ruta Nacional 14, la cual corta el cinturón ecológico occidental (López y Martín, 2010).

Capítulo V. Características Físicas de la Ciudad de La Antigua Guatemala

El trazo de la ciudad de La Antigua Guatemala estuvo a cargo del ingeniero militar Juan Bautista Antonelli, en el siglo XVI. Las calles de la ciudad están orientadas de este a oeste, mientras que las avenidas de norte a sur, en un formato rectilíneo perfecto, empezando en una plaza o parque central. La retícula urbana de tipo renacentista en la ciudad está creada por cuadras de aproximadamente 75 por 75 metros; estas dimensiones se dan en el bloque que conforman la Plaza Central y el cinturón que lo rodea. Por otro lado, las cuadras de los bordes de la retícula de la ciudad al norte, este y oeste se prolongan un tanto más, aproximadamente unos 25 metros, en dirección opuesta a la Plaza Central (Hurtarte, 2000). Existen dos ejes principales dentro del casco urbano, uno de entrada, por la tercera calle que conduce a la Plaza Mayor y sus alrededores, en sentido oriente a poniente. Y uno de salida, por la cuarta calle oriente. Las calles están constituidas de empedrado, dentro del área de conservación de la ciudad, de asfalto en las vías de ingreso y egreso, y de terracería en las calles de la periferia (Godínez y Rejopachí, 2010). La ciudad se conecta a cuatro rutas viales importantes, que conducen a San Lucas, Ciudad Vieja, San Juan del Obispo y Chimaltenango (Muñoz, 2005).

Existen 9,890 viviendas en La Antigua, tanto en el área urbana como rural, con un promedio de 5.1 personas por hogar. Las alturas o número de plantas que presentan las edificaciones en la ciudad es un dato importante concerniente al futuro de su razón patrimonial. Las construcciones son mayoritariamente de una planta, las cuales abarcan casi el 70% dentro de la ciudad histórica, mientras que las de dos plantas representan aproximadamente un 25%, le sigue en orden las parcelas no construidas (ruinas monumentales), y las construcciones de tres y cuatro plantas son muy pocas.

En cuanto a los usos de las edificaciones, el mayor porcentaje se lo lleva el residencial, seguido por el de servicios, y en orden descendente, suelo no

construido (lote baldío, plaza, finca agrícola, bosque), comercial, cultural, transportes, comunicaciones y servicios públicos, religioso, organismos oficiales y por último, industrial. Es interesante hacer notar que aproximadamente 422,396 metros cuadrados en el interior del Centro Histórico representan suelo aún sin construcción, de los cuales el 24% corresponden a lotes baldíos. Otro aspecto importante de la ciudad de La Antigua, es que se caracteriza porque sus edificios suelen albergar más de un uso, lo que provoca que sea difícil de cartografiar (López y Martín, 2010). En cuanto a aparcamientos se refiere, según al plan maestro de La Antigua Guatemala del 2010, existen 8 estacionamientos municipales, quince públicos, y treinta estacionamientos privados (López y Martín, 2010).

Las residencias son en un 90.5% del tipo de casa formal, mientras los apartamentos representan un 5.2%; por último están las casas improvisadas, las cuales se encuentran en mayor porcentaje en las aldeas, y, las viviendas de tipo palomar, más comunes en la ciudad (INE, 2002). En lo que respecta a los servicios básicos instalados, el 97.8% de las viviendas de la ciudad tienen energía eléctrica, mientras que en cuanto a drenajes, éste abarca dos tercios de las viviendas (77%); el drenaje se lleva a cabo en tuberías de cemento y colectores fundidos in situ con una sola descarga al río Guacalate, conduciendo conjuntamente las aguas pluviales y aguas residuales. El servicio del agua ocupa alrededor del 78.4% de las viviendas en la ciudad, el cual es surtido por pozos mecánicos y un sistema de tanques (INE, 2002; López y Martín, 2010). El servicio de extracción de desechos sólidos es realizado por varias empresas privadas; los desechos son conducidos y depositados en el botadero municipal que se encuentra ubicado en la Finca Florencia, carretera a Ciudad de Guatemala, donde no reciben ningún tipo de tratamiento. En cuanto a la limpieza de las áreas públicas de la ciudad, ésta es llevada a cabo por la Municipalidad de la Antigua (Muñoz, 2005).

Capítulo VI. Biodiversidad de la Ciudad de Antigua Guatemala

Según el sistema Holdridge de zonas de vida, La Antigua Guatemala se encuentra ubicada en las zonas de bosque húmedo montano bajo sub-tropical, y bosque seco Montano Bajo, cuyas características ya se mencionaron en los apartados anteriores (clima, temperatura y precipitación) (García, 2004; Godínez y Rejopachí, 2010). La flora que se puede encontrar en el municipio consta de especies de roble, encinos, pinos de ocote, duraznillos, cereza, gravileas, eucaliptos, cipreses, bromelias y orquídeas. La cobertura forestal del municipio consta de bosques naturales mixtos y bosques de coníferas, los que se encuentran principalmente en las fincas cafetaleras. En cuanto a la fauna, se pueden encontrar sanates, ardillas, tacuacines, loros, venados, tecolotes, murciélagos, armadillos, venados (SEGEPLAN, 2003 y 2004; Portal Nacional sobre Diversidad Biológica en Guatemala, 2013).

Ecosistemas presentes en la ciudad, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza –IUCN, por sus siglas en inglés–pero también se utilizó el mapa del INAB.

(<http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/AuthorityF/habitats.rtf>):

- Artificial-Terrestre
- Plantaciones
- Jardines Rurales
- Áreas Urbanas
- Bosque Subtropical/Tropical altamente degradado
- Artificial-Acuático
- Tierra Irrigada
- Plantaciones agrícolas
- Canales de drenaje y zanjas

Especies encontradas:

- Plantas vasculares (148):
- Aves (99):
- Mariposas (46):
- Murciélagos (11):

Capítulo VII. Administración de la Biodiversidad

Dentro del departamento de Sacatepéquez se encuentran 12 áreas naturales protegidas de diversas categorías, según el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP-. Muchas de las áreas son administradas por el gobierno de Guatemala, a través del Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-, mientras que otras son administradas por instituciones descentralizadas, como la USAC, instituciones privadas y ONG's. Estas 12 áreas protegidas presentan diversas categorías de manejo: la mayoría son Reservas Naturales Privadas y Parques Regionales Municipales. También están declaradas Zonas de Veda Definitivas en los Volcanes y una Reserva Forestal Protectora de Manantiales. A continuación se desglosan dichas áreas protegidas:

- Volcán Acatenango, Zona de Veda Definitiva
- Volcán de Agua, Zona de Veda Definitiva
- Volcán de Fuego, Zona de Veda Definitiva
- Cordillera Alux, Reserva Forestal Protectora de Manantiales, Tipo III
- Concepción Chuitó, Reserva Natural Privada
- Astillero Cerro Nimachay, Parque Regional Municipal Tipo IV
- Astilleros La Cumbre, El Jute y El Platanar, Parque Regional Municipal, Tipo IV
- San José El Yalú, Reserva Natural Privada, Tipo V
- San Sebastián, Reserva Natural Privada, Tipo V
- Astillero Municipal Sumpango, El Rejón, Chirres y Los Encuentros, Parque Regional Municipal, Tipo IV
- Finca San José Prem, Reserva Natural Privada, Tipo V
- Astillero Municipal Ox'ijuy'u, Parque Regional Municipal, Tipo IV

Se ha declarado un Cinturón Verde alrededor de la ciudad de Antigua, que comprende los cerros y montañas con cobertura boscosa, las cuales pueden considerarse como áreas protegidas. Ese cinturón, comprende los sectores “no urbanizables” del municipio, definidos en el Plan de Ordenamiento Territorial, elaborado por la Municipalidad en el año 2008, y que se describen del siguiente modo: Áreas de Protección por Reforestación; Áreas de Manejo Forestal; Áreas de Reforestación para Manejo Forestal; Áreas para Agricultura Permanente o Sistemas Agroforestales; Área para Agricultura con Mejoras; Áreas para Sistema Silvopastoral; y, Franjas de Conservación de ríos (López y Martín, 2010). Estas áreas fueron creadas para la conservación y la restauración de flora y fauna silvestre, recursos hídricos, resguardo de especies útiles, ornamentales, artesanales, alimenticias, medicinales, etc., además de aprovechar en forma sostenible los recursos naturales, generar sosteniblemente productos agrícolas y proveer servicios turísticos, y, minimizar el riesgo de desastres naturales por deslizamientos de tierra (García, 2004; López y Martín, 2010). Por otro lado, la Municipalidad también tiene planteado como objetivo estratégico, la protección de los Recursos Naturales, dentro de la estrategia para la reducción de la pobreza. Este objetivo pretende reforestar varias áreas de la ciudad, así como capacitar sobre el manejo de los desechos sólidos, creación de plantas de tratamientos de aguas negras y declarar área protegida algunas zonas (García, 2004). Además, un comité de desarrollo local presentó una propuesta de un esquema para el Ordenamiento Territorial, el cual fue aprobado por el Consejo Municipal, y en el que se proponía incorporar al cinturón verde o ecológico los laterales del valle, las microcuencas y los barrancos del área, con el fin de amortiguar la expansión de la expansión de la ciudad (López y Martín, 2010). Otra propuesta presentada por la Asociación de Arquitectos, Restauradores, Ingenieros y Constructores de la Antigua Guatemala –ASARICAG-, es la creación de una “Autoridad del Manejo Sustentable de la cuenca y Departamento de Sacatepéquez”, con el objetivo de lograr el saneamiento de los ríos y la urgente recuperación de su calidad, belleza y potencial biológico, así como la gestión y manejo del riesgo natural (López y Martín, 2010).

Capítulo VIII. Sitios Web relevantes

<http://www.conap.gob.gt/biodiversidad>

www.chmguatemala.gob.gt

<http://www.marn.gob.gt/>

www.rotaryantigua.org

www.antiguacultural.com

www.cirma.org.gt

www.inab.gob.gt

www.inguat.gob.gt

www.aecid-cf.org.gt

7.1.2 Índice de Diversidad Biológica Urbana

El índice de diversidad biológica urbana fue estimado por medio de la medición de los indicadores de tres componentes obteniéndose un puntaje de 33 puntos de un total de 72. El cuadro siguiente muestra los valores obtenidos para cada componente:

Cuadro 8. Resultados del Índice por sus tres componentes

Componente	Punteo	Total
La Diversidad Biológica nativa en la ciudad	11	33 puntos de 72 posibles
Los Servicios Ecosistémicos que proveen la diversidad biológica nativa en la ciudad	3	
Gobernanza y manejo de la diversidad biológica en la ciudad	19	

Fuente: Proyecto DIGI 2.34. 2013

El valor fue obtenido de la suma de los resultados de 18 indicadores, los resultados para cada indicador se presentan en la figura 2. El valor del índice está por debajo de lo que se previó en la hipótesis al inicio del proyecto

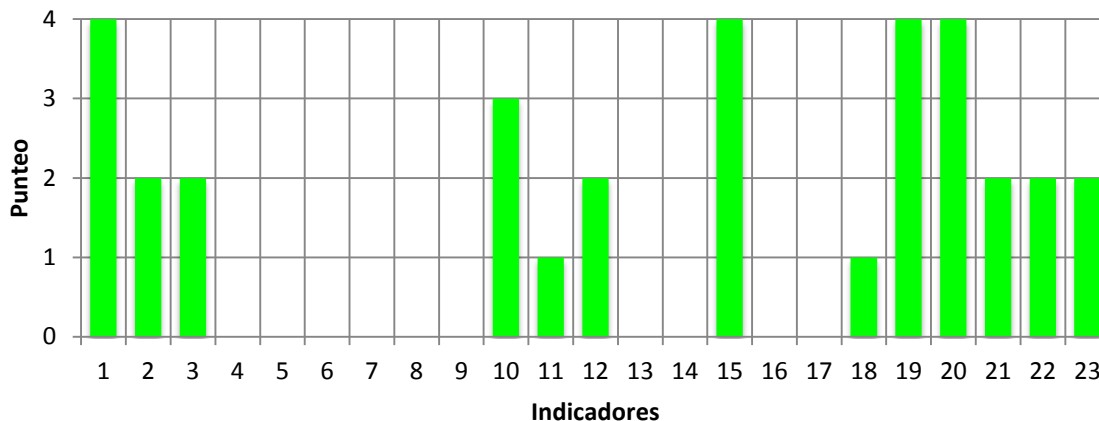


Figura 2. Resultados por indicador del Índice de Diversidad Biológica Urbana de la Ciudad de La Antigua Guatemala

A continuación se presenta el resultado de los indicadores para cada componente: La diversidad biológica nativa en la ciudad, los servicios ecosistémicos que provee la diversidad biológica nativa en la ciudad, y gobernanza y manejo de la diversidad biológica en la ciudad.

- La diversidad biológica nativa en la ciudad

Cuadro 9. Cálculo y Punteo de los indicadores de Diversidad Biológica

Indicador	Criterios CBD	Punteo
1. Proporción de áreas naturales en la ciudad	0 puntos: < 1.0% 1 punto: 1.0% – 6.9% 2 puntos: 7.0% – 13.9% 3 puntos: 14.0% – 20.0% 4 puntos: > 20.0%	Total del área terrestre = 253.4 Ha Total del área verde (permeable) = 84.3 Ha (el verde urbano) Proporción: 33.28% ó 0.33 es decir un tercio. Valor: 4 puntos.
2. Conectividad para detener fragmentación	0 puntos: < 200 ha 1 puntos 201 - 500 ha 2 puntos: 501 - 1000 ha 3 puntos: 1001 - 1500 ha 4 puntos: > 1500 ha	Effective Mesh Size calculado de 614.12 ha., para obtener este índice se utilizó un buffer de 3km alrededor de la ciudad. Valor:2 puntos
3. Biodiversidad nativa en áreas construidas	0 puntos: < 19 especies de aves 1 puntos: 19 - 27 especies de aves 2 puntos: 28 - 46 especies de aves 3 puntos: 47 - 68 especies de aves 4 puntos:> 68 especies de aves	46 especies nativas de aves dentro de las áreas construidas de la ciudad. Valor: 2 puntos
4 al 8. Cambio en el número de especies nativas en la ciudad	0 puntos: el número de especies se mantiene o disminuye 1 puntos: incrementa 1 especie 2 puntos: incrementa 2 especies 3 puntos: incrementa 3 especies	Valor NO ingresado por ser recomendación del CBI. Estos son datos de la línea base.

	4 puntos: incrementa 4 o más especies	
9. Proporción de áreas protegidas	0 puntos: < 1.4% 1 punto: 1.4% - 7.3% 2 puntos: 7.4% - 11.1% 3 puntos: 11.2% - 19.4% 4 puntos: > 19.4%	No hay áreas protegidas Valor: 0 puntos
10. Proporción de especies invasoras	0 puntos: > 30.0% 1 punto: 20.1% - 30.0% 2 puntos: 11.1% - 20.0% 3 puntos: 1.0% - 11.0% 4 puntos: < 1.0%	3 especies invasoras 1 de aves (<i>Passer domesticus</i>) y 2 de plantas (<i>Ricinus communis</i> y <i>Taraxacum officinale</i>) del total de 256 especies encontradas. 1% Valor: 3 puntos

Fuente: Proyecto DIGI 2.34. 2013

- Los servicios Ecosistémicos que proveen la diversidad biológica nativa en la ciudad

De 16 puntos posibles en este componente, la ciudad de Antigua Guatemala obtuvo un total de 3 puntos, presentando deficiencias en el área de servicios educativos y recreativos donde la responsabilidad recae en todas las instituciones involucradas en educación y cultura además de la sociedad civil. De igual forma, áreas que permitan la regulación climática y del agua tienden a estar relacionadas con áreas verdes o superficies sin impermeabilización (construidas), y la ciudad no tiene suficiente de éstas.

Cuadro 10. Cálculo y Punteo de los indicadores de Servicios Ecosistémicos

Indicador	Criterios CBD	Resultados y Punteo
11. Regulación del agua	0 puntos: < 33.1% 1 punto: 33.1% - 39.7% 2 puntos: 39.8% - 64.2% 3 puntos: 64.3% - 75.0% 4 puntos: > 75.0%	Resultado: 33% Valor: 1 punto
12. Regulación climática y secuestro de carbono	0 puntos: < 10.5% 1 punto: 10.5% - 19.1% 2 puntos: 19.2% - 29.0% 3 puntos: 29.1% - 59.7% 4 puntos: > 59.7%	$\frac{[273,452 \text{ (celdas)} * 0.5]^2}{(253,400)^2} \times 100 =$ $\frac{(68,363m^2 / 253,400m^2) \times 100}{2} =$ 26.97% Valor: 2 puntos
13. Servicios educativos y recreativos	0 puntos: < 0.1 ha/1000 personas 1 punto: 0.1 - 0.3 ha/1000 personas 2 puntos: 0.4 - 0.6 ha/1000 personas 3 puntos: 0.7 - 0.9 ha/1000 personas 4 puntos: > 0.9 ha/1000 personas	Existen 2.37 Has ó 23,718.065297 ² m ² de parques naturales (pero sin área natural sino con vegetación manejada) 52,700 Habitantes. 0.045 has por cada mil habitantes. Valor: 0 puntos

14. Servicios educativos y recreativos	0 puntos: 0 visitas educacionales formales/año 1 punto: 1 visita educacional formal/año 2 puntos: 2 visitas educacionales formales/año 3 puntos: 3 visitas educacionales formales/año 4 puntos: > 3 visitas educacionales formales/año	No se realizan visitas a áreas protegidas en el año Valor: 0 puntos.
---	--	--

Fuente: Proyecto DIGI 2.34. 2013

- Gobernanza y manejo de la diversidad biológica en la ciudad.

En el caso del componente de gobernanza, de acuerdo al cuadro 11 se observa que existe algunos indicadores con el valor máximo, sin embargo en general el resto de indicadores está entre 0 y 2.

Cuadro 11. Cálculo y Punteo de los indicadores de Gobernanza y manejo

Indicador	Criterios CBD	Resultados y Punteo
15. Presupuesto destinado a diversidad biológica	0 puntos: < 0.4% 1 punto: 0.4% - 2.2% 2 puntos: 2.3% - 2.7% 3 puntos: 2.8% - 3.7% 4 puntos: > 3.7%	Valor: 4 puntos Valor hasta 2011
16. número de proyectos sobre biodiversidad implementados por las autoridades de la ciudad	0 puntos: < 12 programas/proyectos 1 punto: 12 - 21 programas/proyectos 2 puntos: 22 - 39 programas/proyectos 3 puntos: 40 - 71 programas/proyectos 4 puntos: > 71 programas/proyectos	Menos de 12 por año Valor: 0 puntos
17. políticas, reglas y regulaciones-estrategias y planes de acción locales sobre biodiversidad	0 puntos: No LBSAP 1 punto: LBSAP no se alinea a NBSAP 2 puntos: LBSAP incorpora elementos de NBSAP, pero no incluye ninguna iniciativa del CBD 3 puntos: LBSAP incorpora elementos de NBSAP, e incluye 1 a 3 iniciativas del CBD 4 puntos: LBSAP incorpora elementos de NBSAP, e incluye 4 o más iniciativas CBD	No se tiene implementado nada. Valor: 0 puntos.
18. Capacidad institucional	0 puntos: Sin funciones 1 punto: 1 función 2 puntos: 2 funciones 3 puntos: 3 funciones 4 puntos: > 3 funciones	Vivero municipal Valor: 1 punto
19. Capacidad institucional	0 puntos: 1 o 2 agencias coopera en asuntos sobre biodiversidad 1 punto: 3 agencias coopera en asuntos sobre biodiversidad 2 puntos: 4 agencias coopera en asuntos sobre biodiversidad 3 puntos: 5 agencias coopera en asuntos sobre biodiversidad 4 puntos: Más de 5 agencias coopera en asuntos sobre biodiversidad	Más de 5. Valor: 4 puntos

20. Participación y Asociación	<p>0 puntos: No tiene procesos de rutina formales o informales</p> <p>1 punto: Procesos formales o informales están siendo considerados como parte del proceso rutinario.</p> <p>2 puntos: Procesos formales o informales están siendo considerados como proceso de rutina</p> <p>3 puntos: Procesos formales e informales están en proceso de ser implementados como parte del proceso rutinario</p> <p>4 puntos: Procesos formales o informales existen como parte del proceso rutinario.</p>	Valor: 4 puntos
21. Participación y Asociación	<p>0 puntos: No hay consorcios formales/ informales</p> <p>1 punto: La ciudad en consorcio con 1 - 6 otras agencias nacionales o subnacionales /empresas privadas/ONG/instituciones académicas/organizaciones internacionales</p> <p>2 puntos: La ciudad en consorcio con 7-12 otras agencias nacionales o subnacionales /empresas privadas/ONG/instituciones académicas/organizaciones internacionales</p> <p>3 puntos: La ciudad en consorcio con 13-19 otras agencias nacionales o subnacionales /empresas privadas/ONG/instituciones académicas/organizaciones internacionales</p> <p>4 puntos: La ciudad tiene convenios con 20 agencias nacionales o subnacionales /empresas/privadas/ONG/instituciones académicas/organizaciones internacionales</p>	<p>Entre 7 a 12 instituciones.</p> <p>Valor: 2 puntos</p>
22. Educación y Sensibilización	<p>0 puntos: Biodiversidad o sus elementos no están incluidos en el curriculum de las escuelas</p> <p>1 punto: Biodiversidad o sus elementos son considerados para incluirlos en el curriculum de las escuelas</p> <p>2 puntos: Biodiversidad o sus elementos se ha planificado incluirlos en el curriculum de las escuelas</p> <p>3 puntos: Biodiversidad o sus elementos están en proceso de implementación para incluirlos en el curriculum de las escuelas</p> <p>4 puntos: Biodiversidad o sus elementos están incluidos en curriculum de las escuelas</p>	<p>Aparentemente varias instituciones están tratando de impulsar el tema para el curriculum nacional de base.</p> <p>Valor: 2 puntos</p>
23. Educación y Sensibilización	<p>0 puntos: 0 eventos de divulgación /1000 personas/año</p> <p>1 punto: 1 - 59 eventos de divulgación /1000 personas/año</p> <p>2 puntos: 60 -149 eventos de divulgación /1000 personas/año</p> <p>3 puntos: 150-300 eventos de divulgación /1000 personas/año</p> <p>4 puntos: > 300 eventos de divulgación /1000 personas/año</p>	<p>De 60 -149 eventos realizados por /1000 personas/año</p> <p>Valor: 2 puntos</p>

Fuente: Proyecto DIGI 2.34. 2013

- *Identificación de vacíos de los indicadores del CBI*

Cuadro 12. Comparación del resultado de CBI de La Antigua Guatemala con otras ciudades del mundo

Ciudad	País	Área (Km2)	Población	Indicadores evaluados	Punteo Máximo	Punteo	Proporción
Bandung	Indonesia	167.29	2,417,287	17	68	25	0.37
Bangkok	Tailandia	1568.7	5,658,953	17	68	43	0.63
Bruselas	Bélgica	162	1,089,538	17	68	50	0.74
Curitiba	Brasil	432.2	1,828,092	17	68	45	0.66
Edinburgo	Reino Unido	262.3	495,360	14	56	38	0.68
Edmonton	Canadá	699.8	812,201	17	68	49	0.72
Hamilton	Nueva Zelanda	98	143,800	17	68	36	0.53
Heidelberg	Alemania	109	143,000	15	60	51	0.85
La Antigua Guatemala	Guatemala	78	11,910	18	72	33	0.46
Lisboa	Portugal	84	500,000	16	64	49	0.77
Mira Bhayandar	India	79.4	814,655	18	72	36	0.50
Montreal	Canadá	625	1,934,082	18	72	57	0.79
Nagoya	Japón	326.43	2,250,000	16	64	39	0.61
Singapur	Singapur	714.3	5,000,000	18	72	48	0.67
Tallinn	Estonia	159.2	416,470	15	60	31	0.52

Fuente: Advisory Committee for the Cities and Biodiversity CBD. 2013

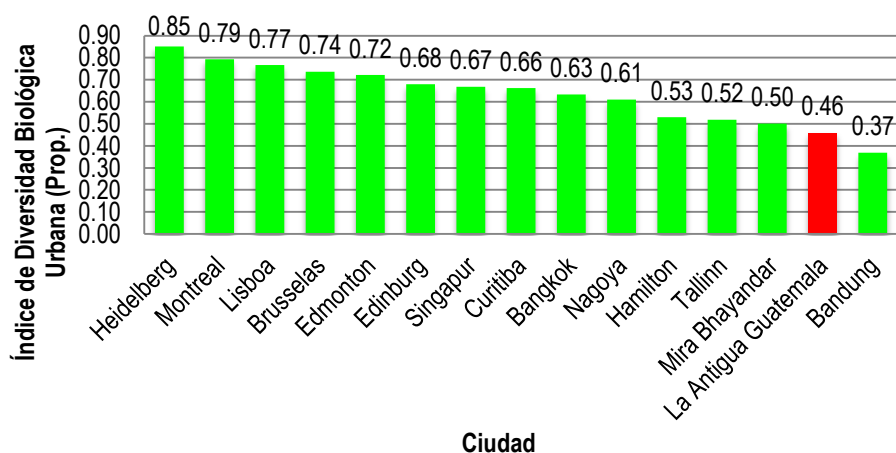


Figura 3. Comparación del CBI de La Antigua Guatemala con otras ciudades del mundo

- La diversidad biológica nativa en la ciudad

Cuadro 13. Comparación con otros países

Ciudad	País	Indicador No.						Total
		1	2	3	4 a 8	9	10	
Bandung	Indonesia	0		0		0	0	0
Bangkok	Tailandia	3		4		0	0	7
Bruselas	Bélgica	4		4		3	2	13
Curitiba	Brasil	4		4		4	1	13
Edimburgo	Reino Unido	4	4	4		3	3	18
Edmonton	Canadá	2		4		1	3	10
Hamilton	Nueva Zelanda	1	0	1		0	3	5
Heidelberg	Alemania	4		3		4	4	15
La Antigua Guatemala	Guatemala	4	2	2		0	4	11
Lisboa	Portugal	4	4	4		3	3	18
Mira Bhayandar	India	4	2	1		4	3	14
Montreal	Canadá	4	2	4		3	4	17
Nagoya	Japón	2		2		0	3	7
Singapur	Singapur	2	4	2		1	3	12
Tallinn	Estonia	4		3		2	3	12

Fuente: Advisory Committee for the Cities and Biodiversity CBD. 2013

Cuadro 14. Vacíos que afectan el punteo del Índice y que pueden fortalecer a La Antigua Guatemala basado en la Estrategia Nacional de la Biodiversidad y en Iniciativas del CBD.

Indicador	Vacíos identificados Componente 1	Medidas sugeridas
1. Proporción de áreas naturales en la ciudad	Los límites de la ciudad no están claros. Se requieren más áreas naturales, esto es difícil dada la estructura urbana y el tema de propiedad. En general, la ciudad no tiene espacio para desarrollar más áreas naturales públicas.	Los límites de la ciudad deben ser delimitados por el consejo municipal. La municipalidad puede generar incentivos municipales para que las áreas naturales privadas se mantengan o sean creadas en espacios que lo permitan.
2. Conectividad para detener fragmentación	Está relacionado con la falta de espacios verdes.	Debería haber un estudio para estimar la conectividad para diferentes taxones.
3. Biodiversidad nativa en áreas construidas	En relación al punteo ninguno. Sin embargo faltan áreas por evaluar.	Evaluar las áreas que faltan para tener un estimado de la riqueza más cercano a la realidad.

4 al 8. Cambio en el número de especies nativas en la ciudad	Ninguno pero faltan evaluar más grupos taxonómicos	Ampliar, antes de la siguiente evaluación del índice, los estudios de otros grupos taxonómicos.
9. Proporción de áreas protegidas	No existen áreas protegidas dentro de la ciudad ni en el perímetro de 3 km que se analizó	Delimitar la ciudad. Proponer reservas naturales en terrenos municipales y privados.
10. Proporción de especies invasoras	Falta información científica	Se deben realizar investigaciones profundas sobre especies invasoras.

Fuente: Proyecto DIGI 2.34 (2013)

- Los servicios Ecosistémicos que proveen la diversidad biológica nativa en la ciudad

Cuadro 15. Comparación con otros países del Componente1.

Ciudad	País	Indicador No.				Total
		11	12	13	14	
Bandung	Indonesia	0	0	3	1	4
Bangkok	Tailandia	0	2	2	1	5
Bruselas	Bélgica	2	3	4	3	12
Curitiba	Brasil	1	1	4	3	9
Edimburgo	Reino Unido	3	1	ND	ND	4
Edmonton	Canadá	3	1	4	2	10
Hamilton	Nueva Zelanda	3	0	4	2	9
Heidelberg	Alemania	4	ND	4	ND	8
La Antigua Guatemala	Guatemala	1	2	0	0	3
Lisboa	Portugal	1	1	4	ND	6
Mira Bhayandar	India	3	3	2	0	8
Montreal	Canadá	1	2	2	3	8
Nagoya	Japón	0	1	3	2	6
Singapur	Singapur	1	0	3	2	6
Tallinn	Estonia	1	ND	4	1	6

Fuente: Advisory Committee for the Cities and Biodiversity CBD. Proyecto DIGI 2.34 (2013)

Cuadro 16. Vacíos de información del componente II de servicios ecosistémicos que provee la diversidad biológica nativa en la ciudad de La Antigua Guatemala.

Indicador	Vacíos Identificados Componente 2	Medidas sugeridas
11. Regulación del agua	Faltan más áreas verdes.	Mantener el empedrado, no impermeabilizar las superficies verdes que existen, ampliar áreas verde públicas y privadas.
12. Regulación climática y secuestro de carbono	Faltan más áreas verdes.	Aumentar la densidad de árboles y arbustos en la ciudad ya sea en espacios públicos o privados.
13. Servicios educativos y recreativos	Faltan más áreas verdes.	Se requiere aumentar la superficie de áreas verdes naturales o manejadas
14. Servicios educativos y recreativos	No hay una política de visita a áreas naturales y protegidas para la educación	Coordinar un programa de educación ambiental con la delegación departamental de salud que permita viajes hacia áreas protegidas para que los estudiantes valoren la diversidad biológica.

Fuente: Proyecto DIGI 2.34 (2013)

- Gobernanza y manejo de la diversidad biológica en la ciudad

Cuadro 17. Comparación con otros países

Ciudad	País	Indicador No.										Total
		15	16	17	18	19	20	21	22	23		
Bandung	Indonesia	0	1	0	4	3	4	4	4	1	21	
Bangkok	Tailandia	4	3	2	4	4	4	4	3	3	31	
Bruselas	Bélgica	0	0	1	4	4	4	4	4	4	25	
Curitiba	Brasil	3	0	1	4	4	3	1	4	3	23	
Edimburgo	Reino Unido	0	0	1	4	3		4	4		16	
Edmonton	Canadá	4	3	2	4	4	4	1	4	3	29	
Hamilton	Nueva Zelanda	1	1	4	4	0	4	4	4		22	
Heidelberg	Alemania	0	3	4	3	4	4	3	4	3	28	
La Antigua Guatemala	Guatemala	4	0	0	1	4	4	2	2	2	19	
Lisboa	Portugal	4	0	1	4	4	4		4	4	25	
Mira Bhayandar	India	1	0	0	4	0	3	1	4	1	14	
Montreal	Canadá	2	4	2	4	4	4	4	4	4	32	
Nagoya	Japón	2	3	3	4	3	4	4		3	26	
Singapur	Singapur	1	4	2	4	4	3	4	4	4	30	
Tallinn	Estonia	1	1	1	2	2		1	4	1	13	

Fuente: Proyecto DIGI 2.34 (2013)

Cuadro 18. Vacíos de información del componente III de gobernanza y manejo de la diversidad biológica nativa en la ciudad de La Antigua Guatemala.

Indicador	Vacío identificados componente III	Medidas sugeridas
15. Presupuesto destinado a diversidad biológica	No existen programas específicos para diversidad biológica	Establecer programas específicos para cada componente del índice. Mantener los que existen y crear la Estrategia Local para la Biodiversidad de la ciudad y su plan de acción.
16. Número de proyectos sobre biodiversidad implementados por las autoridades de la ciudad	Falta implementar más proyectos implementados por las autoridades ciudad.	Crear la Estrategia Local para la Biodiversidad de la ciudad y su plan de acción. Realizar proyectos en conjunto con sociedad civil, iniciativa privada.
17. Políticas, reglas y regulaciones-estrategias y planes de acción locales sobre biodiversidad	No se ha implementado nada	Crear la Estrategia Local para la Biodiversidad de la ciudad y su plan de acción.
18. Capacidad institucional	Faltan más funciones relacionadas a la diversidad biológica	Implementar colecciones vivas (que aparecen en el plan maestro) de biodiversidad (orquídeas, mariposario, jardines botánicos)
19. Capacidad institucional	Se requiere incorporar más instituciones	Talleres y reuniones con instituciones de gobierno y de la sociedad civil para buscar trabajos en conjunto en asuntos de biodiversidad.
20. Participación y Asociación	Procesos de consulta locales son escasos	A nivel nacional todo está en orden y legislado, pero falta que la administración municipal indique sobre proyectos en donde la diversidad biológica sea afectada positiva o negativamente.
21. Participación y Asociación	Falta fortalecer proceso de trabajo en conjunto con diversas instituciones en el tema de diversidad biológica.	Talleres y reuniones con instituciones de gobierno, de la sociedad civil, organismos internacionales para buscar trabajos en conjunto en asuntos de biodiversidad
22. Educación y Sensibilización	El tema de diversidad biológica no se tiene implementado solo un tema ambiental general	La municipalidad puede facilitar talleres sobre biodiversidad a las escuelas que se encuentran dentro de su municipio
23. Educación y Sensibilización	Falta más eventos de divulgación y sensibilización en el tema de diversidad biológica	Crear la Estrategia Local para la Biodiversidad de la ciudad y su plan de acción. Destinar más presupuesto a actividades sobre diversidad biológica. Coordinar con socios la realización de estas actividades y que no dependan solo de la municipalidad.

Fuente: Proyecto DIGI 2.34 (2013)

7.2 Diversidad biológica en la ciudad de La Antigua Guatemala y su distribución de acuerdo a los tipos de hábitats urbanos

La diversidad biológica de la ciudad se estudio por medio de cuatro grupos taxonómicos considerados dentro de los indicadores del CBI: Aves, Plantas vasculares, mariposas y murciélagos. A continuación se indica el número de especies de cada grupo.

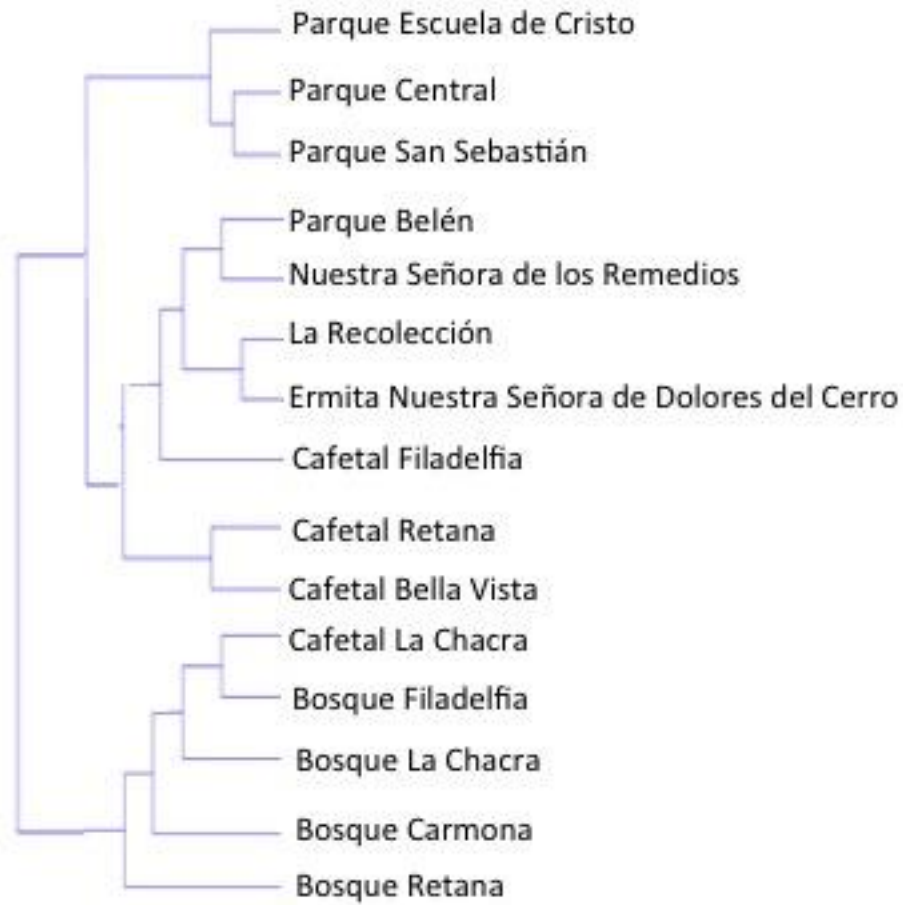
Cuadro 19. Número de especies por grupo taxonómico

Indicadores	Número de especies
Aves	99
Plantas Vasculares	148
Mariposas	46
Murciélagos	11

Fuente: Datos de campo, 2013.

En anexos se presenta el listado de las especies encontradas en el estudio. (Anexo 1), así mismo se encuentra el catalogo digital convertido en página web para difundir la información (Anexo 2) y fotografías del trabajo de campo (Anexo 3). A continuación se presentan los resultados del análisis de agrupamiento de los sitios en función de la riqueza de especies de aves, mariposas, plantas y murciélagos.

Figura 4. Diagrama de agrupamiento de los sitios estudiados con respecto a las aves



Como se observa en el dendrograma, podemos identificar 3 agrupamientos basados en el tipo de hábitat y la presencia de especies de aves: los bosques, los cafetales y monumentos históricos y los parques urbanos.

En la Figura No.5, 6 y 7 encontramos los agrupamientos de las plantas, mariposas y murciélagos.

Figura 5. Diagrama de agrupamiento de los sitios estudiados con respecto a las plantas



Como se observa en las plantas, también encontramos un patrón similar a las aves en donde los tratamientos escogidos se agrupan dada la riqueza de especies. Incluso la semejanza de los sitios es mayor que en las aves y solamente hay un par de cafetales, Filadelfia y Retana, que su similitud es con los monumentos.

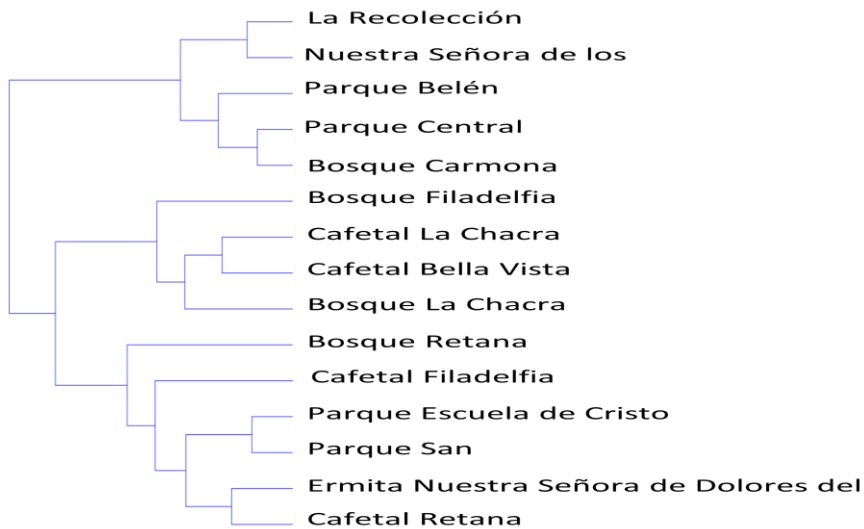


Figura 6. Diagrama de agrupamiento de los sitios estudiados con respecto a las mariposas

En la figura anterior observamos el patrón de similitud de los sitios para las mariposas. Se observan tres agrupamientos en los cuales, aparecen distintos

sitios como parque, bosque y monumento. Es decir no se encuentra un patrón muy claro solamente cuando observamos pares de sitios.

En la figura 7 se observa el patrón para murciélagos el cual agrupa los sitios por su tipo aunque en los dos grupos que refleja se encuentren un par de bosques y un par de cafetales

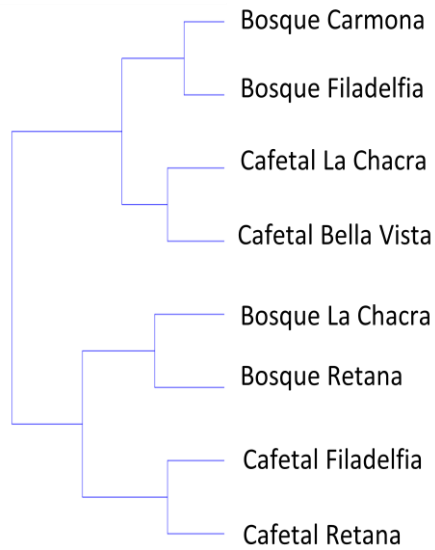


Figura 7. Diagrama de agrupamiento de los sitios estudiados con respecto a los murciélagos.

8 Discusión

8.1 Índice de Diversidad Biológica Urbana de la Ciudad de La Antigua Guatemala

8.1.1 La diversidad biológica nativa en la ciudad

En este componente la ciudad tiene un puntaje alto. Es necesario aclarar que, algunos indicadores, se calcularon con un área extra de 3 km. El límite no definido de la ciudad es un obstáculo para varios aspectos relacionados con la medición de los indicadores. Además, por recomendaciones de Lena Chan³ y dada la naturaleza de los indicadores 4 al 8, se dejaron sin puntaje estos indicadores por ser la línea base del CBI. Es hasta que se vuelva a realizar la evaluación del índice dentro de 3 años que podrán tener un puntaje que se contabilizará para el total.

El Indicador 1 fue calculado para la zona núcleo de la ciudad, basado en los resultados de Castillo et. al. 2012, se estudió la diversidad biológica en diferentes tipos de áreas verdes dentro de dicha zona núcleo. Sin embargo, al no existir un límite establecido de la ciudad, este valor es sensible a la escala. Para mejorar el desempeño en este indicador, es necesario incrementar la proporción de áreas naturales públicas. Al incrementar las áreas naturales, es importante mejorar la conectividad entre las áreas verdes en la ciudad lo cual es necesario según lo documentado con el Indicador 2. Para esto se requiere evaluar la conectividad de forma funcional, es decir el papel de las áreas verdes en la movilidad de diferentes grupos taxonómicos.

En el caso de especies nativas en áreas construidas (Indicador 3) se tomaron en cuenta las especies de aves presentes en monumentos y parques de la ciudad obteniendo un número de 43 especies de aves. Este número lo consideramos

³ Doctora directora del Consejo de Parques Nacionales de Singapur y encargada del CBI

aceptable pero se recomienda que se haga un esfuerzo mayor debido a que en el estudio, solo se logró trabajar en época lluviosa, es probable que realizando observaciones durante la época seca puedan surgir otras especies incluyendo algunas de carácter migratorio. Como se indicó anteriormente el Indicador 4 a 8 sobre el cambio en número de especies, en esta ocasión se estimó la línea base por lo que en tres años se podrá estimar. Para la línea base se registraron 99 especies de aves, 148 especies de plantas, 46 especies de mariposas diurnas y 11 murciélagos (Ver Anexo 1).

El Indicador 9 sobre áreas protegidas dentro de la ciudad, no se reportó ningún área protegida por lo que obtuvo un puntaje de 0 puntos. Algunas personas en el país han llamado a la creación de áreas protegidas urbanas nacionales y privadas como una forma de beneficiar a los vecinos con espacios para la recreación⁴. Además, ha sido incentivado internacionalmente, UICN ha formado un grupo de especialistas enfocados en áreas protegidas urbanas⁵. Las áreas protegidas urbanas son importantes porque promueven la calidad de vida y la salud humana, conectan a las personas y le dan un sentido de pertenencia, son un espacio para aprender de la naturaleza y la biodiversidad, proveen de servicios ecosistémicos, contribuyen a la infraestructura verde en la ciudad, participan en la mitigación al cambio climático, refuerzan la resiliencia frente al cambio climático, protegen especies que no se protegen en otros lados y apoyan a la economía local (UICN, 2014).

8.1.2 Los servicios Ecosistémicos que proveen la diversidad biológica nativa en la ciudad.

El componente II del índice está formado por cuatro indicadores relacionados a los servicios ecosistémicos que provee la diversidad biológica en la ciudad. Como se observa en los resultados obtenidos, la ciudad de La Antigua Guatemala tiene un

⁴ Prensa Libre: Opinión, 26 de febrero de 2011.

⁵ Interenvironment Institute. Accesado en enero 2014, www.interenvironment.org/USG/html

desempeño bajo en estos indicadores. Indicadores que dicho sea de paso, son importantes para la ciudadanía ya que sus beneficios son básicamente reconocidos por los habitantes de la ciudad (Castillo, et. al., 2013). Esto puede interpretarse como un aspecto negativo de la ciudad y para sus habitantes, debido que el valor sugiere que la provisión de estos servicios, de acuerdo al indicador, no están a un nivel básico (los beneficios en materia de regulación del agua, del clima y de la captura de carbono además de los servicios relacionados a educación y recreación). En general de acuerdo a los vacíos de información, existe insuficiente espacio de áreas verdes (naturales o manejadas) que permitan mejorar estos indicadores. La ciudad no posee más espacios en propiedad y los que quedan están en diferentes regímenes de propiedad como el consejo para la protección de antigua, empresas privadas, personas individuales por lo que aumentar la superficie de áreas que permitan estos servicios ecosistémicos se torna muy difícil para la administración de la ciudad.

Hay que reconocer que también la falta de límites claros sobre el área que debería ocupar la ciudad, puede oscurecer el dato obtenido, toda vez que al aumentar una superficie mayor, dada la cobertura actual del municipio, es probable que los indicadores 11 y 12 puedan mejorarse. Este tema de falta de claridad en los límites también es un problema a nivel mundial encontrado en otras ciudades que han llevado a cabo el análisis de ellas mediante el CBI (Kohsaka, et. al., 2013) por lo que, tal y como se ha observado en otros estudios la municipalidad debería realizar consultas para demarcar los límites de la ciudad, o bien, realizar cambios en el cálculo del indicador. Esta sugerencia deviene de lo encontrado en otros estudios donde se sabe que servicios ecosistémicos como el 11 y 12 provienen de áreas alejadas de los límites de la ciudad y éstas, al ser grandes centros de consumo, afectan regiones más allá de su espacio (tanto regional como globalmente) (Kohsaka, et. al, 2013; de Oliveira, et. al, 2010).

Para el caso de los indicadores 13 y 14 relacionados al tema de recreación y educación podemos interpretar esto en dos direcciones: la primera, relacionada siempre al tema de la falta de espacios naturales o áreas verdes públicas para que

sean visitadas por las personas. Es decir, existe insuficiente espacio para que las personas hagan actividades de recreación. De igual manera que los anteriores indicadores, es muy poco lo que puede hacer la administración municipal, pero también está el efecto de los límites y de la escala en el cálculo de los indicadores. Por ejemplo, la Finca Florencia, (que está en otro municipio pero es administrada por la municipalidad de Antigua) es visitada por numerosos vecinos, no sólo de la ciudad estudiada, sino también de municipios cercanos además de ser frecuentemente visitada por habitantes de la ciudad capital. Esto es un problema que debería ser comunicado a los encargados de ir buscando mejoras en el cálculo del índice. Como ejemplo, Kohsaka y colaboradores (2013) encontraron en general para varias ciudades evaluadas (Edmonton, Mira Bhainder, Lisboa, dos ciudades de Japón) que existe un problema en cómo definir las “áreas naturales” que mejor sería realizar un análisis de gradiente lo que significa, expandir la escala. Este estudio consideró esto pero en el análisis de la diversidad biológica.

La segunda dirección está relacionada más con el quehacer de la municipalidad y otras instituciones para facilitar y promover las visitas de estudiantes de todos los niveles a diferentes áreas verdes tanto naturales como manejadas. De manera general se consultó a la delegación departamental de Educación y ellos no autorizan viajes o salidas de escolares fuera de cierto rango. Con ello los escolares pierden la oportunidad de tener contacto con la diversidad biológica del país. Una coordinación más efectiva entre los diversos grupos de la sociedad civil y las instituciones de gobierno junto con la municipalidad, podrían revertir este patrón encontrado.

Sin embargo, ambas conllevan la responsabilidad de claramente realizar una delimitación de los límites de lo que se podría considerar la ciudad de Antigua Guatemala o al menos, utilizar límites relacionados a los SE que, ya como se mencionó anteriormente, tienen una dimensión espacial regional y hasta global. Aunado a esto, la decisión de tener más espacio público y privado verde y hasta con carácter protegido, podría significar un aumento de los beneficios a los

habitantes de la ciudad y como corolario, mejorar el desempeño ambiental en este componente del índice.

De acuerdo a la revisión del CBI para varias ciudades y estudios anteriores (Kohsaka, et. Al, 2013; Haase, et. Al., 2012;, Martín-López, et. Al., 2012; Raudsepp-Hearne, 2010) los servicios ecosistémicos aparecen en grupos y tienen interacciones entre ellos (sinergias, compensaciones, pérdidas) por lo que se recomienda que en este índice se evalúen también estas características, a mediano y largo plazo y en una escala espacial regional.

Adicionalmente, en nuestro estudio se identificó que los cafetales, como un tipo de área verde, son ambientes relevantes para proveer servicios ecosistémicos a la ciudad. Para mejorar el desempeño de la ciudad en tema de servicios ecosistémicos será necesaria la vinculación de sociedad civil, fincas de café y gobierno local, con el objetivo de evaluar cuantitativamente (oferta y demanda) los distintos servicios que se obtienen de estas áreas así como su valoración económica.

8.1.3 Gobernanza y manejo de la diversidad biológica en la ciudad.

En el componente III de la ciudad tenemos varios indicadores relacionados a la administración, gestión, planificación y diseño de las ciudades, es decir, la gobernanza relacionada a la diversidad biológica en la ciudad. En este aspecto la ciudad muestra un desempeño medio. Algunos indicadores tiene el punteo más alto y otros no presentan valor.

En el caso del indicador 15 y 16, los cuales están directamente relacionados, se observa una contradicción muy evidente: se tiene un presupuesto que de acuerdo al CBI es adecuado para temas ambientales en general mientras que, al evaluar la información sobre los proyectos específicos al tema de diversidad biológica, éstos son muy escasos y la diversidad biológica aparece en un plano secundario.

Este problema, que los presupuestos son generales y no evidencian acciones directas sobre la diversidad biológica, se ha reportado para otras ciudades, en donde, debido a la estructura administrativa, es difícil especificar los montos exactos para tales acciones. (Kohsaka, et. Al., 2013). Los proyectos que la municipalidad de Antigua Guatemala tiene en relación a la diversidad biológica son escasos y una forma de mejorar en este aspecto sería de convocar a todos los sectores involucrados para planificar y diseñar la Estrategia Local y el Plan de Acción Local de Biodiversidad, recomendado por el Convenio de Diversidad Biológica. En unas ciudades de Japón se implementó la norma ISO 14001 y tuvo un efecto positivo en la administración de la ciudad, haciendo que todos los departamentos (que en general desconocen el tema de diversidad biológica salvo los relacionados al tema ambiental) tuvieran acceso a la importancia de la gestión y manejo de la diversidad biológica en la ciudad (Kohsaka, et. Al., 2013). Esta misma situación podría recomendarse para la ciudad de Antigua Guatemala. Es básicamente volver, la diversidad biológica, un eje transversal en el quehacer de las autoridades de las ciudades.

También con el indicador 17 ocurre un desconocimiento de cierta normativa internacional suscrita por el país en materia de diversidad biológica. Las acciones que recomienda el CBD no han sido implementadas por la ciudad de Antigua Guatemala. Una lectura cuidadosa de estos compromisos de Estado, y que van a beneficiar a los habitantes y turistas en la ciudad, (además de mejorar el manejo y gestión de la diversidad biológica), es necesaria para poder realizar acciones locales sobre este tema. Se debe pensar seriamente en realizar actividades participativas para evaluar la política ambiental de la municipalidad e implementar las acciones recomendadas como la Estrategia Local y Plan de Acción sobre diversidad biológica.

En el tema de las funciones institucionales relacionadas a diversidad biológica (indicador 18) también la ciudad está en un puntaje bajo. Esto se debe a la falta de

implementación de acciones recomendadas en el Plan Maestro de la Ciudad (2010) tales como mariposarios, jardines botánicos y otras que visibilizarían el papel fundamental de la diversidad biológica en la vida de las personas. Estos además cumplirían un papel educador para los diferentes sectores sociales locales y regionales. Otras ciudades (ver resultados) han tenido un puntaje alto porque tienen diferentes instituciones realizando funciones relacionadas a la DB. Por ejemplo, las ciudades de Bangkok y Nagoya poseen instituciones como museos, jardines botánicos, centros de investigación, centros de educación ambiental y diversidad biológica (CBD, 2012).

En relación al indicador 19, la cooperación de otras instituciones con la municipalidad para realizar acciones concretas en el tema de DB está bien pero se deben de agregar más instituciones y especificar las acciones. Esto fortalecería a las partes involucradas en temas como gasto eficiente de los recursos, transmisión de conocimiento y capacidad técnica.

Los indicadores 20 y 21 sobre participación y asociación, en cuanto a procesos formales, son implementados como parte del proceso rutinario en cualquier tipo de proyecto que pueda tener un impacto social y/o ambiental. Sin embargo, no hay una inclusión explícita sobre el tema de la diversidad biológica en estos procesos. Además, son necesarias acciones informales para evaluar impactos en la diversidad biológica y servicios ecosistémicos por medio de mecanismos participativos. En cuanto, a consorcios formales o informales de la ciudad con otras entidades (agencias nacionales, subnacionales, empresas privadas, sociedad civil), es necesario formalizar las acciones que realiza la municipalidad, por ejemplo como las acciones de investigación que realiza la Universidad de San Carlos, en una forma concreta. Además, formalizar la colaboración con la iniciativa privada como fincas cafetaleras es relevante para la conservación de la biodiversidad de los alrededores de la ciudad.

La educación y sensibilización fue evaluada, determinando la inclusión de temas de biodiversidad en el curriculum de las escuelas en la ciudad (indicador 22) donde se está implementando la inclusión de estos temas por medio del gobierno central, el gobierno central no tiene participación determinante en los planes de estudio de las escuelas. Sin embargo, en otros países (Escocia y Singapur) se han implementado programas informales o programas extra-aula donde se trabajan temas de ecología, ambientales y de biodiversidad (CBD, 2012).

En el mismo tema, el indicador 23 relacionado a los eventos sobre diversidad biológica es necesario mejorar, desarrollando mas actividades de educación, capacitación y divulgación sobre la diversidad biológica local. Para hacer efectivo un programa que incluya eventos sobre diversidad biológica es necesario realizar un proceso participativo con los diferentes sectores de la ciudad para formular la Estrategia Local de Diversidad Biológica y su Plan de Acción congruente con las iniciativas del CBD y la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica (CONAP,2012).

En general en el estudio encontramos varias “dificultades” para evaluar el índice, como la falta de datos exactos, aspectos de escala (local-regional) y límites, la estructura del sector público, Todos estos problemas han sido reportados por el trabajo más reciente sobre el CBI realizado por Kohsaka, et. al. (2013) y en el cual se recogen además sugerencias para mejorar el índice como:

- incorporar la dimensión espacial para el caso de servicios ecosistémicos, además de aumentar el número de ellos a ser evaluados
- utilizar un enfoque de gradiente para analizar la diversidad biológica (hecho ya realizado por este estudio) y además utilizar grupos funcionales

De acuerdo a los resultados de Castillo, et. al., (2012) la ciudadanía tiene interés en participar en aspectos relacionados a diversidad biológica y tienen conocimiento sobre el papel que desempeñan en la calidad de vida para las sociedades. El CBI no incluye hasta el momento este aspecto y se considera que

esto es importante, porque permite sugerir que el Índice CBI pueda incorporar a su evaluación del componente de gobernanza, aspectos de la participación activa de la ciudadanía pues ésta es parte esencial en las relaciones que se establecen entre la sociedad y su entorno.

8.2 Diversidad biológica y su distribución de acuerdo a los tipos de hábitats urbanos de las especies nativas de los indicadores

8.2.1 Aves

Las siguientes son especies distribuidas ampliamente en todos los tratamientos urbanos muestreados: *Zenaida asiatica*, *Amazilia cyanocephala*, *Turdus grayi* y *Quiscalus mexicanus*; y distribuidas casi ampliamente en todos los tratamientos urbanos: *Columba livia*, *Columbina inca*, *Melanerpes aurifrons*, *Notiochelidon pileata*, *Thraupis abbas*.

Solo una especie fue encontrada exclusivamente en los tratamientos “parques urbanos”, *Passer domesticus*. Esta es una especie de la familia Passeridae, introducida al continente americano alrededor de 1850 (Ehrlich et al. 1988) y registrada por primera vez en Guatemala en 1970 (Thurber 1972). Se beneficia de la conversión de hábitats naturales en ambientes antropogénicos así como la construcción masiva de viviendas para humanos. Es considerada una especie invasora, así también competidora por alimento y sitios para anidación con las especies de aves nativas. En el área urbana de la Antigua Guatemala se le observó anidando dentro de las lámparas de alumbrado público a lo largo de la ciudad y colonialmente dentro de árboles y palmeras en los parques urbanos muestreados.

8.2.2 Plantas vasculares

La mayoría de los estudios actuales sobre la estructura del paisaje tratan de relacionar las características de los parches de vegetación nativa con el tipo e intensidad de las actividades sociales que se realizan en un territorio particular (Medley et al. 1995, Torres-Gómez et al. 2009, Turner et al. 2003). La forma en que se caracteriza el nivel de intervención es diversa, pero en general se trata de manera cualitativa o en base a un factor indicador, sin analizar la diversidad de usos que puede tener un territorio (Martínez 2004). En este trabajo se trató entre otros factores evaluar la diversidad de la vegetación en diversos tipos de áreas con vegetación, de esta forma es que además de áreas de vegetación natural (bosques) también se muestrearon zonas de vegetación con diferentes tipos de manejo (parques, cafetales y Monumentos o Ruinas).

Esto nos permitió evaluar el cambio que existía en la riqueza de especies entre cada uno de estos cuatro tipos de vegetación y la procedencia de las especies que lo conformaban (nativo/exótico). Encontramos que el manejo que se le da a un área tiene influencia sobre la cantidad de especies que hay en cada uno de los cuatro tipos de vegetación. Los Bosques fueron los sitios que presentaron mayor número de especies totales y nativas, siendo estas 71 especies, de las cuales 68 son especies nativas de Guatemala. Al contrario de las áreas donde la intervención ha sido alta y se trata de evitar el crecimiento de plantas que impidan el adecuado desarrollo del cultivo que se está desarrollando, en los cafetales solamente se encontraron 32 especies de las cuales 25 son nativas. Las áreas con manejo y que son utilizadas por las personas para recreación tienen también alta cantidad de especies pero un alto porcentaje de estas han sido introducidas de otras regiones. Los Parques y los monumentos cuentan con 57 y 67 especies respectivamente, pero de éstas, en el primero 24 son nativas (menos del 50%) y en los monumentos 22 son especies que han sido introducidas de otros sitios.

Las diferencias en riqueza y en el origen de las especies que componen cada tipo de vegetación se deben a los objetivos que tiene cada uno, en las áreas de cafetal el objetivo es eliminar todo aquello que evite el correcto desarrollo de los cultivos además de que las especies que se utilizan en el manejo de los cafetales son especies introducidas al país. En los parques y monumentos ocurre que varias especies que se utilizan como ornamentales son introducidas.

8.2.3 Mariposas

Se colectaron mariposas diurnas en 15 sitios (4 bosques, 4 fincas cafetaleras, 4 parques municipales y 3 Monumentos), utilizando red entomológica y se registraron 50 especies en total. El sitio que presentó la mayor riqueza de mariposas fue la Finca Filadelfia (Cafetal), en donde se registraron 21 especies, luego le siguen los sitios (cafetal y bosque) ubicados en la Finca La Chacra con 20 especies cada uno. Los sitios que presentaron riqueza intermedia de mariposas fueron las áreas de bosque y cafetal de la Finca La Retana con 19 y 17 especies, respectivamente, en la Finca Cafetalera Bella Vista se encontraron 15 especies, los sitios Ruinas Dolores del Cerro y Finca Filadelfia con riqueza de 12 especies y los Parques San Sebastian y La Escuela de Cristo con 10 especies cada uno. Los sitios con menor riqueza fueron El parque Belén, Parque Central y Ruinas la Recolección con 6 especies cada uno y las Ruinas Los Remedios con 3 especies únicamente.

Tres especies se encontraron en 11 de los sitios *Ascia monuste*, *Heliconius charitonius*, *Dione moneta* y en gran abundancia. *A. monuste*, es una especie de amplia distribución, se puede encontrar en bordes de bosques primarios y secundarios, potreros y cafetales, lo cual concuerda a los sitios donde fueron colectadas, su planta hospedera es del género *Lepidium* sp. (Brassicaceae) (Calhoun, 1997; Lui, 2005). *H. charitonius*, es una especie muy frecuente pero que su rango de distribución es más limitada que las anteriores de 1,300 a 2,500 msnm (pero ya son muy comunes en grandes altitudes), se les puede encontrar en áreas abiertas, asociadas a bordes de bosque de crecimiento secundario,

charrales y cafetales, es poco frecuente en bosque primario. *D. moneta*, es una mariposa que también presenta rangos de distribución amplios (800 a 3000 msnm) y su hábitat frecuente son los bosques secundarios y primarios, las principales plantas nutricias son *Lantana cámara*, *senecio multivenius* y *Bomarea* sp. (Luna-Reyes *et al* 2012), las cuales se encontraban en la mayoría de los sitios donde fueron colectadas como las áreas de bosque de la Finca la Chacra y de la Finca Retana. Las especies *Danaus plexippus*, *Dircenna kluggi*, *Eurema salomé*, se encontraron en 9 de los 15 sitios de colecta. *D. kluggi* y *D. plexippus*, son especies que se encuentran en áreas abiertas, bordes de bosque, bosques secundarios y caminos, fueron muy frecuentes y abundantes en áreas de cafetal (Retana, Filadelfia y Bella Vista) (Montesiños-Patiño, 2012), *D. kluggi* fue mucho más abundante en el cafetal de la Finca La Retana debido a la presencia del árbol de Macadamia, el cual se encontraba en floración.

Existieron especies de una única colecta por sitio, como lo son *Astrartes fulgurator*, *poanes zabulon*, *Arawacus* sp. *Calephis* sp., *Consul e. excellens*, *Hypanartia lethés*, *Mimoides* sp. entre otras (cuadro N.1). El hecho de que se colectaran solamente en un sitio no puede significar que estas especies sean utilizadas y consideradas especialistas, esto puede deberse a la época de eclosión y madurez de las mariposas (biología), al esfuerzo realizado en los sitios, el clima y otros factores. Pero para el caso de *Consul e. excellens*, fue colectada únicamente en el bosque de la Finca Filadelfia y se ha observado que esta especie, necesita un bosque de mejor calidad (con plantas nutricias) para su alimentación y reproducción. Su distribución es de México llegando solo a Guatemala (Glassberg, 2007), por lo que al determinar su rango de distribución mas limitado y las características de bosque que son necesarias, estas si entrarían en la clasificación de especialistas y que al momento de una alteración en el bosque, estas se verían afectadas. Así mismo, la especie *Parides photinus* es común en las áreas de bosque aunque puede encontrarse a diversas alturas, es difícil encontrarla en áreas abiertas, lo cual concuerda con los sitios donde fueron colectadas (Bosques de las Finchas La Chacra y Filadelfia).

8.2.4 Murciélagos

Ninguno de los hábitats en particular presentó todas las especies documentadas en el estudio. El análisis de la diversidad muestra que el número total de especies de murciélagos presentes en los bosques y cafetales del Valle de la Antigua Guatemala es significativamente mayor (alrededor del 45.5 %) al número de especies de los parches más diversos. De esta manera podemos inferir que la distribución de los murciélagos a lo largo del paisaje es heterogénea (Halffter y Pineda 2004).

No existe diferencia en la riqueza de especies entre hábitats, sin embargo si existe diferencia en la composición de especies en cada hábitat en particular. Esta complementariedad exhibida entre hábitats nos permite inferir que los cafetales proveen las condiciones necesarias para funcionar como corredores entre remanentes de bosque.

El bosque y el cafetal difieren en la composición de los ensamblajes, cada uno de los hábitats comparte cinco especies y poseen tres especies únicas para cada uno. *Anoura geoffroyi*, *Sturnira lilium* y *Myotis auriculus* fueron capturadas únicamente en el bosque, mientras que *Chiroderma villosum*, *Artibeus aztecus* y *Micronycteris* sp. fueron capturadas únicamente en el cafetal. Ambos hábitats poseen especies referidas en la literatura como sensibles a la perturbación (Medellín et al 2000; Galindo 2004); por lo tanto se puede inferir que los sistemas agroforestales de café brindan las condiciones necesarias para el mantenimiento de la diversidad de murciélagos en el Valle de la Antigua Guatemala.

8.2.5 Distribución

De acuerdo a los dendrogramas realizados se observa como en las aves, de acuerdo a la riqueza de especies, se van agrupando los tipos de hábitats o “verde urbano” que fueron estudiados. Así podemos observar como existe un “efecto de manejo”, es decir, se observa que los sitios con menos manejo (mas “naturales”) se agrupan como los bosques, le siguen los cafetales, luego los monumentos y finalmente los parques ubicados en la ciudad. Algunos de estos sitios están asociados con otros, como por ejemplo el cafetal de la finca La Chacra con los bosques, lo cual puede deberse al tipo de estructura del cafetal el cual tiene plantas de más de 30 años y cuya cobertura asemeja a la del bosque contiguo o a los bosques en general. Sin embargo, no ocurre que los sitios se encuentren mezclados, las razones para esta tendencia las podemos ver en la riqueza de especies y en la presencia de algunas de éstas que tienden a estar relacionadas con un hábitat menos perturbado (o con mayor manejo como los parques). De alguna manera se puede interpretar que existen comunidades para cada tipo de hábitat aunque a veces compartan especies o algunos sitios se parezcan a otros que no son de su mismo tipo. Este patrón de la riqueza encontrado, de comunidades diferentes según el de hábitat puede sugerir un gradiente en la riqueza del taxón que va disminuyendo conforme el grado de manejo aumenta. De hecho la riqueza de especies es mayor en bosques, le siguen cafetales y luego los monumentos y parques así que aparentemente, este gradiente podría confirmarse si se estudian áreas agrícolas y jardines. Este patrón de disminución de la riqueza conforme se acerca al centro de ciudades se ha observado en otros estudios (Chace & Walsh, 2004; Clergeau, et. al., 2008).

Este mismo patrón se observa en el dendrograma de las plantas, se ve como se agrupan de acuerdo al grado de naturalidad o de manejo, así la riqueza de plantas es mayor en los bosques tal y como se ha mencionado anteriormente. Sin embargo, el gradiente esperado no es tan claro, puesto que la riqueza en cafetal es muy por debajo de lo que presentan los parques y monumentos. Esto puede

deberse a la remoción de especies que pueden perjudicar el cultivo de café y por las acciones de manejo. Para el caso de los parques, este alto número de especies puede deberse al acto deliberado de la siembra y mantenimiento de especies, por eso este valor elevado de exóticas en dichos sitios, de acuerdo a Ortega-Alvarez, et. al. (2011) esta riqueza, especialmente en árboles, es moldeada por fuerzas culturales así como prácticas hortícolas, paisajísticas y recreacionales.

Para el caso de las mariposas, la riqueza si mantiene ese patrón de disminución conforme se avanza de áreas naturales hacia áreas urbanas en concordancia con estudios como los de Clark y colaboradores (2007) pero con la similitud de los sitios es difícil de encontrar un patrón. Se encuentran tres grandes agrupamientos pero en ellos existen todos los tipos de hábitats. Otros resultados encuentran que la riqueza de mariposas responde más a un patrón de perturbación media (Blair, 1999), para evaluar esto sería necesario estudiar otros hábitats urbanos como jardines, y otros hábitats en áreas rurales como sitios baldíos y agrícolas. Es probable que las especies de plantas, el área floral y la estructura de la vegetación estén influenciando la presencia de las mariposas tal y como sugieren otros estudios (Matteson y Langelotto, 2010) por lo que evaluar estas variables podría indicarnos las razones detrás de estos resultados y podría facilitar la planificación de sitios favorables para estos organismos.

La gráfica de los murciélagos muestra que los bosques y cafetales tienen una similitud basada en la riqueza de la especie, tal y como se mencionó en la discusión del inciso anterior, esto permite inferir que los cafetales tienen condiciones para mantener la diversidad de quirópteros aunque los ensambles de cada tipo presenten especies exclusivas, dato similar reportado por Kraker y Pérez (2011).

9 Conclusiones

- La delimitación del área es un impedimento para realizar mediciones adecuadas de los indicadores.
- Existe un número considerable de especies de aves en las áreas urbanas aunque con un muestreo no exhaustivo.
- El valor de los indicadores sobre servicios ecosistémicos es bajo, y en parte porque no existen suficientes áreas verdes.
- Existe una política de no visitar áreas protegidas por parte de la delegación departamental de Educación y tampoco hay una política de la municipalidad para alentar las visitas a áreas protegidas aunque estén fuera de la jurisdicción del municipio dado que no tienen dentro de sus límites.
- Los cafetales son un tipo de espacio verde urbano importante que proveen de servicios ecosistémicos a la ciudad de La Antigua Guatemala .
- El presupuesto de la ciudad, aún con un punteo alto, debe de tener identificados y financiados directamente los temas relacionados a la diversidad biológica pues éstos si aparecen lo hacen de forma secundaria.
- La ciudad no posee funciones relacionadas a la diversidad biológica aunque lo tenga contemplado en su Plan Maestro.
- Los problemas reportados para calcular ciertos indicadores son iguales a los encontrados por otras ciudades y reportadas en la literatura. Esto resalta la necesidad de volver a revisar el índice e incorporar los ajustes necesarios.
- La línea base de diversidad biológica para la ciudad de La Antigua Guatemala es de 99 especies de aves, plantas 148, mariposas 46 y murciélagos 11.
- La riqueza de los taxones estudiados parecen responder negativamente a la urbanización de forma tal que de hábitats más favorables a más manejados, disminuye la riqueza.

10 Recomendaciones

- Implementar a la brevedad el proceso para la elaboración de la Estrategia y Plan de Acción Local para la ciudad de La Antigua Guatemala debido a que es un instrumento que permitiría el desarrollo de la ciudad a partir de los gobiernos locales, éstos, además guiara a los ciudadanos por una sociedad ecológicamente sensible.
- Es necesario que exista una propuesta para definir los límites hasta los cuales pretenden que la ciudad se expanda. Esto permitirá evaluar de una mejor forma los indicadores.
- Realizar un análisis de gradiente para todos los indicadores, tal y como lo recomienda la última publicación que evaluó los desafíos de evaluar el índice CBI.
- Aumentar el área de espacios verdes públicos en propiedades de la municipalidad y en espacios privados cuyos propietarios estén dispuestos a utilizar su propiedad para espacio verde.
- Promover la declaración de un área protegida urbana tal y como se está realizando a nivel mundial. Esto beneficiará a los habitantes y a los visitantes, además de aumentar el valor de ciertos indicadores relacionados a esta acción concreta de parte de las autoridades.
- Realizar un muestreo completo de un año para encontrar especies que por la estacionalidad no pudieron ser registradas en este estudio. Esto podría aumentar el valor de los indicadores en el componente de diversidad biológica.
- Aunque la municipalidad no tenga injerencia sobre la currícula educativa, es necesario que coordine con otras instituciones actividades extra-aula para conocer la importancia de la diversidad biológica.
- Aumentar los estudios de diversidad biológica de la ciudad incorporando taxones como mamíferos, herpetofauna, insectos, líquenes los cuales podrían ser también evaluados como indicadores de calidad ambiental de la ciudad.

- Monitorizar las especies que podrían ser invasoras ya que supone un gran impacto a las interacciones que ocurren con otras especies nativas.

11 Referencias

11.1 Referencias Perfil de la Ciudad

Balsells Conde Consultores. 1993. *Estudio Socioeconómico de Antigua Guatemala*. Proyecto de Revitalización del Centro Histórico de Antigua Guatemala.

Bendfeldt Barrios, M.E. 2008. *Propuesta de Conservación y Reciclaje del Palacio Episcopal de San Juan del Obispo, a cargo de la Orden de las Hermanas de Bethania en La Antigua Guatemala*. Tesis de graduación de Arquitectura. Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Gall, F. 1978. *Diccionario Geográfico de Guatemala*. Instituto Geográfico Nacional, Guatemala.

García López, A.M. 2004. *Estudio sobre La Antigua Guatemala*. Tesis de graduación del postgrado de Maestría en Investigación Educativa. Facultad de Humanidades, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Godínez Aguilar, M.R. y Rejopachí Salinas, L.F. 2010. *Propuesta de Restauración y Valorización del Monumento de Santa Teresa de Jesús, La Antigua Guatemala, Sacatepéquez*. Tesis de graduación de Maestría en Restauración de Monumentos. Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Hurtarte Rivas, G.A. 2000. *Plan Maestro para el Crecimiento Adecuado de la Ciudad de Antigua Guatemala*. Tesis de graduación de Arquitectura. Facultad de Arquitectura, Universidad Francisco Marroquín.

INE. 2002. *Censos Integrados. XI Censo de Población y VI de Habitación*. Guatemala.

Muñoz Urizar, N.A. 2005. *La Casa Chamorro, Antigua Guatemala, Restauración, Reciclaje e Integración a su Entorno Inmediato*. Tesis de graduación de Arquitectura. Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala.

López García, J.S. y Martín Hernández, M.J. 2010. *Plan Maestro de la Antigua Guatemala, República de Guatemala*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala y Municipalidad de La Antigua Guatemala.

SEGEPLAN. 2003. *Estrategia de Reducción de la Pobreza Departamental. Sacatepéquez*. Antigua Guatemala: Consejo Departamental de Desarrollo.

SEGEPLAN. 2004. *Estrategias de Reducción de la Pobreza, Municipio de Antigua*.

https://es.wikipedia.org/wiki/La_Antigua_Guatemala, visto en agosto del 2013.

(<http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/AuthorityF/habitats.rtf>), visto en septiembre del 2013.

11.2 Referencias Informe Final

1. Blair, B. 1999. Birds And Butterflies Along An Urban Gradient: Surrogate Taxa For Assessing Biodiversity? *Ecological Applications*, 9(1): 164–170.
2. Calhoun, J. 1997. Notes on The Taxonomic Status of *Ascia Monuste Crameri* (Lepidoptera: Pieridae). *Holarctic Lepidoptera* Vol 4(1): 25-26.
3. Castillo, F., García, J., Celada, M. y A. López. 2013. Los servicios ecosistémicos de las ciudades de Antigua Guatemala y Quetzaltenango. Informe Final. DIGI-USAC.
4. Chace, J. y J. Walsh. 2004. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape And Urban Planning*.
5. Clark, P., Reed, M. y F. Chew. 2007. Effects of urbanization on butterfly species richness, guild structure, and rarity. *Urban Ecosystems* 10:321–337
6. Clergeau, P., Croci, Solene, Jokimakki, J., Kisanlahti-Jokimaki, M. y M. Dinetti. 2006. Avifauna homogenisation by urbanisation: Analysis at different European latitudes. *Biological Conservation* 127: 336–344.
7. Ehrlich, P. R., D. S. Dobkin & D. Wheye. 1988. *The birder's handbook: a field guide to the natural history of North American birds*. Simon & Schuster Inc., New York, USA.
8. Fenton M., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M., Merriman, C., Obrist, M., Syme, D. y Adkins, B. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24: 440-446.

9. Galindo, J. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz respecto su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana*, 20: 239-243.
10. Glassberg, J. 2007. A swift Guide to Butterflies of Mexico and Central America. Edit Sunstreak books inc. United States. Pp. 266.
11. Haase, D., Schwarz, N., Strohbach, M., Kroll, F., & R. Seppet. 2012. Synergies, trade-offs, and losses of ecosystem services in urban regions: an integrated multiscale framework applied to the Leipzig-Halle Region, Germany. *Ecology and Society* 17(3) 22 pages.
12. Halffter, G. y E. Pineda. 2004. Relaciones entre la fragmentación del bosque de niebla y la diversidad de ranas en un paisaje de montaña de México. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.) *Sobre Diversidad Biológica: El Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. Monografías Tercer Milenio. Zaragoza, España. 244 pp.
13. Jaeger, J. A. G. (2000): Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, vol. 15, issue 2, pp. 115–130.
14. Kohsaka, R., Pereira, H., Elmqvist, T., Chan, L., Moreno-Peñaranda, R., Morimoto, Y., Inoue, T., Iwata, M., Nishi, M., Mathias, M., Souto Cruz, C., Cabral, M., Brunfeldt, M., Parkkinen, Niemela, J., Kulkarni-Kawli, Y., y G. Pearsell. 2013. Indicators for Management of Urban Biodiversity and Ecosystem Services: City Biodiversity Index. 20 paginas
15. Kraker, C. y Pérez, S. 2011. Contribución de los cafetales bajo sombra en la conservación de los murciélagos de la Antigua Guatemala, Guatemala. *Acta Zoológica Mexicana*, 27(2): 291-303.
16. Lang, S., Tiede, D.,(2003): [vLATE Extension für ArcGIS - vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse](#), ESRI Anwenderkonferenz 2003 Innsbruck. CDROM
17. Lui, T. 2005. Biology and Life History of *Ascia monuste monuste* (Lepidoptera: Pieridae), a potencial Pest of Cruciferous Vegetables. *Annals of the Entomological Society of America* Vol. 98 (5): 726 – 731.
18. Luna-Reyes, M.; Luis-Martinez, A.; Vargas-Fernandez, I. y Llorente-Bousquets, J. 2012. Mariposas del Estado de Morelos, Mexico (Lepidoptera: Papilionoidea). *Rev. Mexicana de Biodiversidad* 83: 623 – 666.
19. Martínez, W. (2004) Estudio integrado del grado de antropización (INRA) a escala del paisaje: propuesta metodológica y evaluación. URL: http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/2342/MartinezDuenas_Estudio_040607_Paper266.pdf?sequence=1 (Accedido 31 de Enero de 2014).
20. Matteson, K. y G. Langellotto. 2010. Determinates of inner city butterfly and bee species richness. *Urban Ecosystems* (2010) 13:333–347.

21. McCarthy, T. y Pérez, S. 2006. Land and freshwater mammals of Guatemala: faunal documentation and diversity. Cano, E. (ed.) En: Biodiversidad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
22. Medellín, R., Equihua, M. y Amin, A. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rain forests. *Conservation Biology*, 14: 1666-1675.
23. Medley, K., Pickett, S. y McDonnell, J. (1995) Forest-landscape structure along an urban-to-rural gradient. *Professional Geographer* 47: 159-168.
24. Montesinos-Patiño, E. 2011. Manual de Capacitación "Biología, Conservación y Monitoreo de la Mariposa Monarca". Monarch Butterfly Fund Conserving the Migration. Pp. 112
25. Martín-López, B., Iniesta-Arandia, I., García-Llorente, M., Palomo, I., Casado-Arzuaga, I., García del Amo, D., Gómez-Baggethun, E., Oteros-Rozas, E., Palacios-Agundez, Wilaarts, B., González, J., Santos-Martin, F., Onaindia, M., López, Santiago C., & C. Montes. 2012. Uncovering Ecosystem Service bundles through Social preferences. PLoS ONE 7(6): e38970. doi:10.1371/journal.pone.0038970.
26. Moreno, L.; García-Barrios, L.; Morales, H. y Castro, A. 2001. Evaluación del efecto insecticida de extractos de plantas sobre *Leptophobia aripa elodia*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 60: 50 -56.
27. Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
28. Oliveira, J.A., Balaban, O., Doll, C., Moreno-Penarada, R., Gasparatos, A., Lossifova, D. y A. Suwa. (2010). Cities, Biodiversity and Governance: Perspectives and Challenges of the Implementation of the Convention on Biological Diversity at the City Level. UNU-IAS. Policy Report. 62 paginas.
29. ONU. 2012. World Urbanization Prospects: the 2011 Revision. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. United Nations. New York. 320 p.
30. Ortega-Alvarez, R., Rodríguez-Correa, A. y I. MacGregor-Fors. 2011. Trees and the City: Diversity and Composition along a Neotropical Gradient of Urbanization. *International Journal of Ecology* doi:10.1155/2011/704084
31. Pérez, A.; Moreno-Elcure, F.; Sanchez, J.; Arias-Pena, D. y Sarmiento-Monroy, C. 2012. Registro de *Conura* sp. grupo *immaculata* (Hymenoptera: Chalcididae) parasitando *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) en *Brassica oleracea* var. *italica*. *Entomotropica* vol 27 (2): 99- 101.
32. Pérez, S., López, J. y McCarthy T. 2012. Five New records of bats for Guatemala, with comments on the check list of the country. *Chiroptera Neotropical*, 18(1): 1106-1110.

33. Sánchez, R. 2004. Protocolo de Cria para dos especies de Mariposas, *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) Bajo Condiciones Controladas en el Municipio de La Mesa, Cundinamarca. Carrera de Biología, Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogota, D.C.
34. Thurber, W. A. 1972. House Sparrows in Guatemala. *Auk* 89: 200.
35. Torres-Gomez, M., Delgado, L., Marin, V., y Bustamante, R. Estructura del paisaje a lo largo de gradientes urbano-rurales en la cuenca del río Aisén (Región de Aisén, Chile). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 2009, vol.82, n.1, pp. 73-82.
- Turner, M., Pearson, S., Bolstad, P. y Wear, D. (2003) Effects of land-cover change on spatial pattern of forest communities in the southern Appalachian Mountains (USA). *Landscape Ecology* 18: 449-464.
36. UICN. 2014 (en prensa). Urban Protected Areas. Urban Specialits Group. Comisión Mundial de Áreas Protegidas.
37. Ward, J. H., Jr. (1963), "Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function", *Journal of the American Statistical Association*, 58, 236–244.

12 ANEXOS

Anexo 1. Listado Total de Especies registradas en el estudio

NOMBRE DE ESPECIES DE PLANTAS	
Acalypha guatemalensis Pax & K. Hoffm.	Cologania broussonetii (Bail) DC
Acmella alba (L'Hér.) R.K. Jansen	Commelina erecta (Jacq.)Schltdl
Alnus jorullensis Kunth	Costus ruber Griseb.
Amaranthus spinosus L.	Critonia morifolia (Mill.) R.M. King & H. Rob.
Arachis pintoi Krapov. & W.C. Greg.	Cuphea carthagenensis (Jacq.) J.F. Macbr.
Arracacia bracteata Coult.&	Cuphea hyssopifolia Kunth
Asclepias curassavica L.	Cupressus lusitanica Mill.
Asclepias curassavica L.	Dahlia coccinea Cav.
Bauhinia purpurea L.	Dahlia imperialis Roez. ex Ortgies
Bougainvillea glabra Choisy	Dahlia pinnata Cav.
Bourreria huanita (Lex.) Hemsl.	Dendropanax arboreus (L.)
Bouvardia leiantha Benth.	Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants
Bursera simaruba (L.) Sarg	Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.
Calceolaria mexicana Benth	Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.
Calliandra eriophylla Benth.	Eryngium foetidum L.
Calliandra grandiflora (L'Hér.) Benth	Eucalyptus citriodora Hook.
Calliandra surinamensis Benth.	Euphorbia cotinifolia L.
Callistemon citrinus (Curtis) Skeels	Euphorbia pulcherrima Willd. ex Klotzsch
Calyptocarpus wendlandii Sch. Bip.	Ficus benjamina L.
Canavalia hirtuta (Mart & Gal)Standl	Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.
Canna indica L.	Fuchsia michoacanensis Sessé & Moc.
Carica papaya L.	Furcraea guatemalensis Trel.
Casuarina equisetifolia L.	Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav.
Cestrum aurantiacum Lindl.	Gamochaeta americana (Mill.) Wedd.
Chlorophytum comosum (Thunb.) Jacques	Gamochaeta pensylvanica (Willd.) Cabrera
Citrus x limon (L.) Osbeck	Gazania splendens Lem.
Citrus x sinensis (L.) Osbeck	Geranium andicola Loes
Clethra mexicana A. DC	Grevillea robusta A. Cunn. ex R. Br.
Cnidioscolus tubulosos (Muell. Agr.) I. M. Johnston	Hedera helix L.
	Helianthus annuus L.

Heterocentron subtriplinervium (Otto & Link) Braim & Boughe
Hibiscus rosa-sinensis L.
Hydrangea macrophylla (Thunb.) Ser.
Hydrocotyle mexicana Cham. & Schlt.
Indigofera fruticosa Mill.
Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex Willd.
Jacaranda mimosifolia D. Don
Jaegeria hirta (Lag.) Less.
Justicia brandegeana Wassh. & L.B. Sm
Kohleria spicata (Kunth) Oerst.
Lantana camara L.
Lantana hispida Kunth
Lycianthes arrazolensis (J.M. Coult. & Donn. Sm.) Bitter
Lycopersicon esculentum Mill.
Malpighia glabra L.
Malvaviscus arboreus Cav.
Melampodium divaricatum (Rich.) DC.
Michelia champaca L.
Mirabilis jalapa L.
Monnina xalapensis Kunth
Monstera deliciosa Liebm.
Montanoa hibiscifolia Benth.
Nephrolepis sp.
Nerium oleander L.
Olmediella betschleriana (Göpp.) Loes.
Oreopanax echinops (Cham. & Schltld.) Decne. & Planch.
Osteospermum fruticosum Norl.
Ostrya virginiana var guatemalensis (Winkl.) McBride
Oxalis corniculata L.
Oxalis latifolia Kunth
Pachystachys lutea Nees
Pelargonium x hortorum L.H.

Bailey
Peperomia quadrifolia (L.) Kunth
Persea americana Mill.
Perymenium grande Hemsl.
Phenax hirtus (Sw.) Wedd.
Phoenix canariensis Chabaud
Piper aducum L.
Piper umbellatum L.
Podranea ricasoliana (Tanfani) Sprague
Polygala costaricensis Chodat
Portulaca oleracea L.
Prunus persica (L.) Batsch
Prunus serotina Ehrh.
Psidium guajava L.
Psidium guajava L.
Pyracantha crenulata (D. Don) M. Roem.
Quercus acatenangensis Trel.
Rhododendron indicum (L.) Sweet
Ricinus communis L.
Rondeletia strigosa (Benth) Hemsl.
Rosa sinensis
Roystonea borinquena O.F. Cook
Russelia sarmentosa Jacq.
Salvia urica Epling
Saurauia oreophila Hemsl.
Schefflera arborea (L.) M. Gómez
Schinus molle L.
Sechium edule (Jacq.) Sw.
Senecio mikanioides Otto ex Walp.
Smallanthus maculatus (Cav.) H. Rob.
Smilacina flexuosa Bertol.
Solanum americanum Mill.
Solanum appendiculatum Dunal
Sonchus oleraceus L.
Sonchus oleraceus L.
Sorghum bicolor (L.) Moench
Spathodea campanulata P. Beauv.
Spondias purpurea L.

Struthanthus tacanensis Lundell
Syngonium salvadorensis Schott
Tabebuia rosea (Bertol.) A. DC.
Tagetes filifolia Lag.
Tagetes foetidissima DC.s
Taraxacum officinale F.H. Wigg.
Taxodium mucronatum Ten.
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth
Thalictrum guatemalense C. DC. & Rose
Tibouchina urvilleana (DC.) Cogn.
Trema micrantha (L.) Blume
Tridax procumbens L.
Trifolium pratense L.
Triumfetta dumetorum Schl.
Vernonia canescens Kunth
Wigandia urens (Ruiz & Pav.) Kunth
Xylosma quichensis Donn. Sm.
Youngia japonica (L.) DC.
Yucca guatemalensis Baker
Zea mays L.

Fuente: Datos de campo, 2013.

NOMBRES DE ESPECIES DE AVES

Amazilia cyanocephala
Amblycercus holosericeus
Anabacerthia variegaticeps
Antrostomus arizonae
Aratinga strenua
Aspatha gularis
Atlapetes albinucha
Aulacorhynchus prasinus
Automolus rubiginosus
Basileuterus rufifrons
Bubo virginianus
Buteo jamaicensis
Campylopterus hemileucurus
Campylopterus rufus
Campylorhynchus zonatus
Cantorchilus modestus
Cardellina pusilla
Cathartes aura
Catharus aurantiirostris
Chaetura vauxi
Ciccaba virgata
Coccothraustes abeillei
Colaptes auratus
Colaptes rubiginosus
Columba livia
Columbina inca
Contopus pertinax
Contopus sordidulus
Coragyps atratus
Crotophaga sulcirostris
Cyanocorax melanocyaneus
Cyclarhis gujanensis
Dactylortyx thoracicus
Dives dives
Empidonax flavescens
Eugenes fulgens
Falco peregrinus
Falco sparverius
Glaucidium brasilianum

Henicorhina leucophrys
Hylocharis leucotis
Icterus chrysater
Icterus gularis
Icterus maculialatus
Icterus spurius
Icterus wagleri
Lampornis viridipallens
Lampornis amethystinus
Lepidocolaptes affinis
Leptotila verreauxi
Megarynchus pitangua
Melanerpes aurifrons
Melanerpes formicivorus
Melanotis hypoleucus
Melozone biarcuata
Melozone leucotis
Micrastur semitorquatus
Mitrephanes phaeocercus
Mniotilta varia
Molothrus aeneus
Momotus momota
Myadestes occidentalis
Myiarchus tuberculifer
Myioborus miniatus
Myiozetetes similis
Notiochelidon pileata
Pachyramphus aglaiae
Parkesia motacilla
Passer domesticus
Penelopina nigra
Piaya cayana
Picoides villosus
Pitangus sulphuratus
Psaltriparus minimus
Ptiliogonys cinereus
Quiscalus mexicanus
Saltator atriceps
Saltator coerulescens
Setophaga magnolia

Spinus notatus
Spinus psaltria
Sporophila torqueola
Stelgidopteryx serripennis
Streptoprocne zonaris
Strix fulvescens
Thamnophilus doliatus
Thraupis abbas
Thraupis episcopus
Thryophilus rufalbus
Troglodytes aedon

Troglodytes rufociliatus
Trogon collaris
Turdus grayi
Turdus rufitorques
Tyrannus melancholicus
Tyrannus verticalis
Vireolanius melithophrys
Zenaida asiatica
Zonotrichia capensis

Fuente: Datos de Campo, 2013

NOMBRES DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS
Anoura geoffroyi
Artibeus intermedius
Artibeus lituratus
Chiroderma villosum
Choeroniscus godmani
Dermanura azteca
Micronycteris ps.
Myotis auriculacea
Myotis sp.
Sturnira lilium
Sturnira ludovici

Fuente: Datos de campo, 2013.

NOMBRES DE ESPECIES DE MARIPOSAS	Hypanartia lethe (Fabricius, 1793
Agraulis vanillae incarnata (Riley, 1926)	Leptophobia aripa elodia (Boisduval, 1836)
Anthanassa ardys ardys (Hewitson, 1864)	Mimoides sp.
Arawacus sp.	Morfoespecie 1 (Hesp_NBeige)
Ascia monuste monuste (Linnaeus, 1764)	Morfoespecie 2 (spp14)
Astrartes fulgurator (Realkirt)	Morfoespecie 3 (spp16)
Calephelis sp. (Lycaenidae anaranjada)	Morfoespecie 4 (spp9)
Castacticta flisa flisa (Herrich-Schäffer, [1858])	Morfoespecie 5 (spp 15)
Celastrina argiolus gozora (Boisduval, 1870)	Nathalis iole (Boisduval, 1836)
Chlosyne sp.	Parides photinus
Cissia sp.	Phoebis argante
Consul excellens excellens (H.W. Bates, 1864)	Phoebis philea philea (Linnaeus, 1763)
Danaus gilippus	Phoebis sennae marcellina (Cramer, 1777)
Danaus plexippus plexippus (Linnaeus, 1758)	Poanes zabulon
Diaethria anna anna (Guérin-Méneville, 1844)	Pontia protodice (Boisduval & Leconte, [1830])
Dione juno huascuma (Reakirt, 1866)	Pyrgus sp. (Spp11)
Dione moneta poeyii (Butler, 1873)	Pyrisitia dina westwoodi (Boisduval, 1836)
Dircenna klugii klugii (Geyer, 1837)	Pyrisitia nise
Dryas iulia moderata (Riley, 1926)	Smyrna blomfieldia datis (Fruhstorfer, 1908)
Euptoieta claudia daunius (Herbst, 1798)	Urbanus viterboana (Ehrmann, 1907)
Eurema salome jamapa (Reakirt, 1866)	Vanessa atalanta rubria (Fruhstorfer, 1909)
Greta andromica lyra	Vanessa viginensis
Greta morgane oto (Hewitson, [1855])	
Heliconius charithonia vazquezae (W.P. Comstock & F.M. Brown, 1950)	
Heliconius hortense (Guérin-Méneville, 1844)	

Fuente: Datos de campo, 2013.

Anexo 2. Página Web (Catálogo Digital)

<https://sites.google.com/site/biodiversidadenantigua/>

12/2/2014 Diversidad Biológica de La Antigua Guatemala

Diversidad Biológica de La Antigua Guatemala



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Centro de Estudios Conservacionistas (CECON)*

Investigadores principales

- Jorge García Polo
- Fernando Castillo Cabrera
- José Juan Vega

Investigadores asociados

- Mauricio García
- Hugo Haroldo Enríquez
- Astrid Jump
- Juan Carlos Nájera

Contenido

[Introducción](#)

[Diversidad Biológica](#)

[Sitios de Estudio](#) 

[Metodos de Muestreo](#)

Financiamiento y agradecimiento

Este proyecto fue financiado por la [Dirección General de Investigación \(DIGI\)](#), Universidad de San Carlos de Guatemala, partida presupuestaria 4.8.63.2.34, 2013. Proyecto "Índice de Diversidad Biológica Urbana de la Ciudad de La Antigua Guatemala: aplicación de nuevas herramientas en la evaluación del desempeño y la planificación ambiental de las ciudades".



<https://sites.google.com/site/biodiversidadenantigua/> 23

[Diversidad Biológica de La Antigua Guatemala](#) >
Diversidad Biológica

Se presenta el catálogo de especies de:

- [Plantas vasculares,](#)
- [Aves,](#)
- [Mariposas](#)

Comentarios

No tienes permiso para agregar comentarios.





[Iniciar sesión](#) | [Informar de uso inadecuado](#) | [Imprimir página](#) | [Eliminar acceso](#) | Con la tecnología de [Google Sites](#)



<https://sites.google.com/site/biodiversidadenantigua/home/biodiversidad>

1/1

Plantas vasculares

Contents

- 1 Parques
- 2 Monumentos
- 3 Bosques
- 4 Cafetales

[Regresar](#)

Parques

Parque de la Escuela de Cristo

Familia	Especie	Nombre Comun	Origen
Amaranthaceae	Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants	Apazote	Nativa
Apocynaceae	Asclepias curassavica L.	Asclepia	Nativa
Apocynaceae	Nerium oleander L.	Narciso	Exótica
Araceae	Syngonium salvadorensis Schott		Nativa
Asparagaceae	Chlorophytum comosum (Thunb.) Jacques	Mala Madre	Exótica
Asteraceae	Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav.		Nativa

<https://sites.google.com/site/biodiversidadenantigua/plantas-vasculares>

1/17

[Plantas vasculares](#) >

catalogo plantas

Lantana camara L.



Asclepias curassavica L.

<https://sites.google.com/site/biodiversidadenantigua/plantas-vasculares/catalogo-plantas>

1/5

Aves

Contents

- 1 Parques
- 2 Monumentos
- 3 Bosque
- 4 Cafetal

[Regresar](#)

Parques

Parque Central

Orden	Familia	Especie
Apodiformes	Trochilidae	Amazilia cyanocephala
Columbiformes	Columbidae	Columba livia
Columbiformes	Columbidae	Columbina inca
Columbiformes	Columbidae	Zenaida asiatica
Passeriformes	Tyrannidae	Myiozetetes similis
Passeriformes	Hirundinidae	Notiochelidon pileata

<https://sites.google.com/site/biodiversidadenantigua/aves>

1/19

Search this site

[Aves](#) >

Catalogo de Aves

Columba livia



Icterus spurius

<https://sites.google.com/site/biodiversidadenantigua/aves/aves2>

1/11

 Search this site

Mariposas

[Regresar](#)

Contents

- 1 PARQUES
- 2 MONUMENTOS
- 3 BOSQUE
- 4 CAFETALES



PARQUES

PARQUE BELÉN

No.	Familia	Subfamilia	Especie
1	Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Agraulis vanillae incarnata</i> (Riley, 1926)
2	Nymphalidae	Danainae	<i>Danaus plexippus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)
3	Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Dione moneta poeyii</i> (Butler, 1873)
4	Nymphalidae	Ithomiinae	<i>Greta morgane oto</i> (Hewitson, 1855)
5	Pieridae	Pierinae	<i>Ascia monuste monuste</i> (Linnaeus, 1764)

<https://sites.google.com/site/biodiversidadenantigua/mariposas>

1/13



Ascia monuste monuste (Linnaeus, 1764)



Heliconius charithonia vazquezae (W.P. Comstock & F.M. Brown, 1950)

Anexo 3. Fotografías del trabajo de Campo



Colecta de Mariposas en Monumento La Recolectión



Fachada Monumento Nuestra Señora de los Remedios



Monumento Ermita de Nuestra Señora de Dolores del Cerro



Colecta de mariposas en Bosque Finca La Chacra



Colocación de Redes de Niebla para Aves y Murciélagos Cafetal Finca Retana



Nido de la especie invasora gorrión europeo *Passer domesticus* en el alumbrado público de la ciudad.



Observación de aves en Parque San Sebastián



Consul excelens colectada en el área de bosque de la Finca Filadelfia



Especies de plantas encontradas en La Antigua Guatemala



Parque de la Escuela de Cristo



Árboles en el área mayor del complejo Parque San Sebastián



Vegetación en el Parque Central

Lista de todos los integrantes del equipo de investigación

Nombre	Categoría	Registro de personal	Pago	
			SI	No
Jorge José García Polo	Coordinador	20020170	x	
Fernando José Castillo Cabrera	Investigador Asociado	20050715	x	
José Juan Vega Pérez	Auxiliar de Investigación	20080320	x	

Nombre	Firma
Jorge José García Polo	
Fernando José Castillo Cabrera	
José Juan Vega Pérez	

Vo. Bo. Dr. Roberto Flores Arzú
Director IIQB

Ing. Agr. Saúl Guerra
Coordinador de Programa

Ing. Agr. Rufino Salazar
Director General de Programas