



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia

*PROPUESTA DE UN JARDÍN PARA POLINIZADORES EN
UN ÁREA PERIURBANA DE MORELIA, MICHOACÁN.*

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

ANDREA CELESTE CONTRERAS GUÍZAR

DIRECTOR DE TESIS: DR. ROBERTO ANTONIO LINDING CISNEROS

CO-TUTORA: M. ARQ. PSJ. MARIELA PEDRAZA MEZA

MORELIA, MICHOACÁN

DICIEMBRE, 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia

*PROPUESTA DE UN JARDÍN PARA POLINIZADORES EN
UN ÁREA PERIURBANA DE MORELIA, MICHOACÁN.*

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

ANDREA CELESTE CONTRERAS GUÍZAR

DIRECTOR DE TESIS: DR. ROBERTO ANTONIO LINDING CISNEROS

CO-TUTORA: M. ARQ. PSJ. MARIELA PEDRAZA MEZA

MORELIA, MICHOACÁN

DICIEMBRE, 2023



ESCUELA
NACIONAL
DE ESTUDIOS
SUPERIORES
UNIDAD MORELIA

10
años
(2011-2021)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD MORELIA
SECRETARÍA GENERAL
SERVICIOS ESCOLARES

MTRA. IVONNE RAMÍREZ WENCE
DIRECTORA
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
PRESENTE

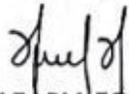
Por medio de la presente me permito informar a usted que en la **sesión ordinaria 01** del **Comité Académico** de la **Licenciatura en Ciencias Ambientales** de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), Unidad Morelia, celebrada el día **20 de febrero de 2023**, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para la presentación del Trabajo Profesional de la alumna **Andrea Celeste Contreras Guízar** de la Licenciatura en **Ciencias Ambientales**, con número de cuenta **416108581**, con el trabajo titulado: **"PROPUESTA DE UN JARDÍN PARA POLINIZADORES EN UN ÁREA PERIURBANA DE MORELIA, MICHOACÁN"**, bajo la dirección como tutor del **Dr. Roberto Antonio Linding Cisneros** y como cotutora la **M. Arq. Psj. Mariela Pedraza Meza**.

El jurado queda integrado de la siguiente manera:

Presidente:	Dra. Ek del Val de Gortari
Vocal:	Dra. Ana Isabel Moreno Calles
Secretario:	Dr. Roberto Antonio Linding Cisneros
Suplente:	M. en C. Nadia Pérez Nasser
Suplente:	Dr. Andrés Camou Guerrero

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Morelia, Michoacán a 25 de agosto de 2023.


DRA. YUNUEN TAPIA TORRES
SECRETARIA GENERAL

CAMPUS MORELIA

Antigua Carretera a Pátzcuaro N° 8701. Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta
58190, Morelia, Michoacán, México. Tel: (443)689.3500 y (55)5623.7300, Extensión Red UNAM: 80614
www.enesmorelia.unam.mx



**COORDINACIÓN DE LA LICENCIATURA EN
CIENCIAS AMBIENTALES**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
CAMPUS MORELIA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**



COMITÉ ACADÉMICO

No. de Oficio: CA 01/015/2023

**ASUNTO: Dictamen de Asignación de
Sinodales.**

**DRA. MÓNICA CORTÉS GONZÁLEZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES
ENES, Unidad Morelia
P R E S E N T E**

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la **1a. Sesión Ordinaria del Comité Académico** de la Licenciatura en Ciencias Ambientales de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), Unidad Morelia celebrada el día **20 de febrero del 2023**, se acordó **APROBAR** la solicitud de Asignación de Sinodales de la alumna **Andrea Celeste Contreras Guizar** con número de cuenta **416108581**; con el trabajo de tesis titulada **“PROPUESTA DE UN JARDÍN PARA POLINIZADORES EN UN ÁREA PERIURBANA DE MORELIA, MICHOACÁN”**, teniendo como Tutor al **Dr. Roberto Antonio Lindig Cisneros** y como Co Tutora a la **M. Arq. Psj. Mariela Pedraza Meza**.

El jurado queda integrado de la siguiente manera:

Presidente: Dra. Ek del Val de Gortari.
Vocal: Dra. Ana Isabel Moreno Calles.
Secretario: Dr. Roberto Antonio Lindig Cisneros.
Suplente1: M. C. Nadia Pérez Nasser.
Suplente2: Dr. Andrés Camou Guerrero.

Asimismo, informo a usted y a los honorables miembros del jurado, que el Comité Académico aprobó un plazo de hasta 30 días hábiles para recibir la revisión del manuscrito de tesis, y en su caso, el voto aprobatorio.

Sin más por el momento, me despido y aprovecho para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Morelia, Michoacán, a 28 de febrero de 2023.

**DR. JESÚS LLANDERAL MENDOZA
COORDINADOR**

C.c.p. Archivo

JLLM/ffe

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad de desarrollar mis estudios en la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia a través de la Licenciatura en Ciencias Ambientales.

Al Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) y al Laboratorio Universitario de Drones UNAM por brindarme el apoyo y los elementos necesarios para la elaboración de este trabajo.

A las y los sinodales: Dra. Ek del Val de Gortari, Dra. Ana Isabel Moreno Calles, MC Nidia Pérez Nasser y el Dr. Andrés Camou Guerrero por aceptar formar parte de este trabajo, sus contribuciones y paciencia. Un agradecimiento especial a mi tutor el Dr. Roberto Antonio Lindig Cisneros y a mi co-tutora M. Arq. Psj. Mariela Pedraza Meza su asesoría académica y el cuidado en cada detalle de este proceso. Mis más sincero agradecimiento y admiración.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre por todo su apoyo y amor a lo largo de mi vida, de igual forma a mi abuela Nati, mi madrina Martha y mi padre por siempre preocuparse por mi y apoyarme durante toda mi formación académica.

A mis hermanos, Karen, Martin y Natalie porque desde la distancia pude sentir su apoyo para lograr concretar mis estudios. A mi querido Luigi, mi gemelo y otra mitad por todo su apoyo, comprensión y sobre todo hincapié en cerrar ciclos y ya titularme, yo sé que estar orgulloso de todo lo que he logrado y algún día lograremos conocer Europa juntos.

Tío Rogelio, gracias por tu cariño y compañía los cuales me han cobijado en muchos de los momentos importantes de mi vida, sé que estarás muy contento con este logro que seguro vamos a festejar.

A mis amigas de la universidad: Comaye, Carito y Cinthy, porque hicieron de cada día toda una aventura, sobre todo en las prácticas de campo (jaja), mis días con ustedes se han vuelto de los recuerdos más preciados de mi vida, gracias por compartir su amistad conmigo, así como a mis compañeras y compañeros de la licenciatura.

Marielita, muchas gracias por tu apoyo y amistad que le brinda calidez a mi alma, mucho de esto no sería posible sin ti.

De igual forma quiero agradecer a todos mis profesores y profesoras por cada una de sus enseñanzas, sobre todo a aquellos que más allá de ser un maestro me ofrecieron su amistad.

Por último, un agradecimiento especial para ti Rafa ya que si ti esto no sería posible. Agradezco tanto tu apoyo, cariño y paciencia los cuales no sé cómo pagarte, eres un ser humano maravilloso y me siento muy afortunada de contar con alguien como tú que le brinda tantas cosas buenas a mi vida.

ÍNDICE

Resumen	8
Abstract	9
1.Introducción	10
1.1. Delimitación y planteamiento del problema.....	12
1.2. Justificación.....	14
1.3. Pregunta de investigación y objetivos	16
2.Marco teórico	17
2.1. Servicios Ecosistémicos.....	17
2.2. Polinización.....	18
2.3. Polinizadores.....	18
2.4. Síndrome floral o de polinización.....	19
2.5. Jardín para polinizadores.....	21
3.Metodología	22
3.1. Áreas de estudio.....	22
3.2. Jardín experimental.....	25

4.Resultados	28
4.1. "Jardín de Las Rosas"	28
4.2. Jardín experimental	31
5.Propuesta de jardín para polinizadores	33
5.1. Propuesta en área periurbana.....	33
5.2. Propuesta en centro histórico	34
5.3. Propuesta final	35
5.4. Estudio de sombras proyectadas.....	38
5.5. Datos de precipitación y clima en Morelia	40
5.6. Criterio de selección de especies florales.....	41
5.7. Paleta vegetal.....	42
5.8. Distribución.....	45
6.Discusión y conclusiones	47
7.Bibliografía	49
8.Anexos	55

RESUMEN

Los ecosistemas urbanos se han caracterizado por la reducción de cobertura vegetal y con esto la disminución de ecosistemas lo que deriva en una disminución en las poblaciones de especies polinizadoras dentro de las ciudades. Diversos autores han planteado que una buena alternativa a la crisis de polinizadores en ecosistemas urbanos es la implementación de jardines para polinizadores dentro de las ciudades, además de que en grandes ciudades los jardines urbanos representan la mayoría de la cobertura vegetal. En este trabajo únicamente nos enfocamos en la propuesta de un jardín para polinizadores en un área periurbana dentro del Municipio de Morelia, Mich. para lo cual se realizó un estudio de luz y sombras por medio del análisis de una gráfica solar, además de la capacidad para atraer polinizadores de diversas especies florales para generar una propuesta de jardín para polinizadores. Para obtener una propuesta final se realizaron dos actividades de observación de polinizadores en diferentes puntos de la ciudad los cuales derivaron en dos propuestas previas hasta obtener la final. En la propuesta final incluimos el análisis de la gráfica solar, así como dos catálogos vegetales y la propuesta visual con el acomodo de las especies, enfocándonos en el mejor aprovechamiento de la luz solar y el menor consumo de agua, pero siempre considerando un acomodo estético y armónico al ser humano.

Palabras clave: jardines para polinizadores, polinizadores, ecosistemas urbanos, servicios ecosistémicos

ABSTRACT

Urban ecosystems have been characterized by the reduction of plant cover and thus the decrease of ecosystems resulting in a decrease in the populations of pollinating species within cities. Several authors have proposed that a good alternative to the crisis of pollinators in urban ecosystems is the implementation of gardens for pollinators within cities, in addition to the fact that in large cities urban gardens represent the majority of the vegetation cover. In this work we only focus on the proposal of a garden for pollinators in a peri-urban area within the Municipality of Morelia, Mich. for which a study of light and shadows was carried out by means of the analysis of a solar graph, in addition to the ability to attract pollinators of various floral species to generate a garden proposal for pollinators. To make a final proposal, two pollinator observation activities were carried out in different parts of the city which resulted in two previous proposals until the final. In the final proposal we include the analysis of the solar graph as well as two plant catalogs and the visual proposal with the spatial distribution of the species, focusing on the best use of sunlight and lowest water consumption but always considering an aesthetic and harmonious design for the visitor.

Keywords: gardens for pollinators, pollinators, urban ecosystems, ecosystem services

INTRODUCCIÓN

A partir de la década de los años 70 del siglo pasado, se comenzaron a documentar decrementos en las poblaciones de algunos polinizadores, sobre todo de insectos que, entre otras cosas, han sufrido envenenamientos causados por el uso de plaguicidas en cultivos, la competencia y el desplazamiento por especies introducidas, y la pérdida de hábitat por deforestación y fragmentación (Arizmendi, 2009). En el marco de la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA) de la FAO, se reportó para México una pérdida neta de superficie forestal de 190,000 ha/año entre el 1990 y 2000; de 136,000 ha/año entre el 2000 y 2010; y de 92,000 ha/año entre el periodo de 2010 y 2015 de pérdida; y finalmente, una tasa de deforestación de 127,770 ha/año para el periodo 2015-2020. (citado por CONAFOR, 2020).

Diversos autores señalan que el aumento de temperaturas afecta el inicio o la duración de la temporada de floración de las plantas con las que interactúan los polinizadores y con ello se ve alterado el comportamiento y supervivencia de éstos últimos (Gordo y Sanz, 2005; Hegland *et al.*, 2009). En México, cerca de las 316 especies vegetales que se cultivan, 145 dependen de polinizadores para producir frutos (Mora, 2017), por lo que este tipo de interacción biótica es de vital importancia para la viabilidad poblacional. Asimismo, cabe destacar que el valor nutricional de los cultivos que dependen de la polinización animal es muy alto, pues son ricos en diversos nutrientes, como vitaminas, antioxidantes, lípidos, calcio, flúor, y ácido fólico, entre otros (Eilers *et al.*, 2011), fundamentales para una dieta equilibrada.

En el caso particular de los ambientes urbanos, estos se caracterizan por la reducción de hábitats originales, los cuales son altamente modificados y fragmentados, reemplazándolos por suelo construido o pavimentado y en algunos casos sólo conservan 20% o menos de la

cobertura vegetal original (McKinney, 2008). Pese a lo anterior se ha demostrado por medio de investigaciones que las ciudades llegan a albergar diversos grupos de animales incluidas algunas especies de polinizadores (Hennig y Ghazoul, 2011; Baldock *et al.*, 2015).

Una alternativa a la crisis de polinizadores en ecosistemas urbanos es el establecimiento de jardines y áreas verdes dentro de las ciudades para proporcionarles hábitat de forrajeo. En este aspecto el jardín se reconoce como lo indican Vélez y Herrera (2013): como un elemento de gran importancia en los conglomerados urbanos, éste constituye una representación estética y cultural que conlleva valores o significados de tipo ambiental, configurando un paisaje, con una determinada biodiversidad incorporada en la ciudad. Dado que la creciente urbanización ha fomentado la desaparición de espacios verdes dentro de las ciudades y con ellos la pérdida de biodiversidad dentro de las mismas, los jardines se reconocen como un gran componente de dichos espacios, siendo importante definir mecanismos para fomentar el manejo sostenible de la vida silvestre en ellos, considerando diferentes escalas a nivel de ciudad (Goddard *et al.*, 2009).

DELIMITACIÓN

Aunque la crisis de los polinizadores es global y se manifiesta en áreas rurales, periurbanas y urbanas, en estas últimas, los polinizadores se enfrentan a una escasez de recursos derivada de la falta de áreas verdes con especies apropiadas y conectividad entre ellas. De tal forma que el establecimiento de “jardines de polinizadores”, es decir áreas verdes en donde se privilegia la presencia de especies que aportan recursos como néctar, polen y sitios de refugio es fundamental para la integridad ambiental del espacio urbano. En este trabajo se explora la importancia de los jardines de polinizadores y se hace una propuesta para establecerlos en el Campus de la Universidad Nacional Autónoma de México en Morelia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los factores clave a los que se enfrentan los polinizadores es la pérdida de recursos florales consecuencia de la deforestación, de prácticas agrícolas inadecuadas y del crecimiento de las zonas urbanas; las cuales afectan de manera negativa la disponibilidad y diversidad de especies florales y por ende la diversidad de polen y néctar (Sosenski y Domínguez, 2018). Esta situación podría provocar un desplazamiento de polinizadores silvestres a sitios en los que puedan encontrar sustento, por ejemplo, los jardines dentro de áreas urbanas, aunque en caso de no encontrar el sustento necesario se podría provocar su muerte, lo cual puede explicar la pérdida de polinizadores. Aunque la evidencia sobre la disminución de recursos florales en las comunidades naturales se ha incrementado en los últimos años (Goulson *et al.*, 2015; Potts *et al.*, 2010), en el caso de México no se cuenta con suficientes estudios para poder dimensionar si nos encontramos frente a una crisis de especies florales, lo cual es preocupante considerando que conforme las poblaciones crecen, se incrementa la demanda de alimentos (Mora, 2017) y

disminuye el porcentaje de áreas naturales o de soporte. En cuanto al resto del mundo, se estima que, entre el cinco y el ocho por ciento de la producción mundial de cultivos, con un valor de mercado anual de 235 - 577 mil millones de dólares-USA, es directamente atribuible a la polinización animal (IPBES, 2016) y en México se calcula que podría ascender a 63 mil millones de pesos (Sarukhán *et al.*, 2008).

Un dato preocupante como indican Sosenski y Domínguez (2018) es que: “la reducción en la diversidad floral asociada a los monocultivos afecta a los polinizadores ya que en muchos casos las plantas de una sola especie no logran satisfacer las preferencias y los requerimientos energéticos de los distintos visitantes”, es por esto que los jardines para polinizadores dentro de las áreas urbanas son una luz de esperanza para sustentar a los polinizadores.

Un aspecto importante es considerar que aunque los hábitats de los jardines pueden albergar una gran diversidad de polinizadores (Matteson *et al.* 2008 ; Owen 2010), es posible que los jardines no generen los mismos resultados que los observados en los esfuerzos de restauración a mayor escala, en parte debido a las diferencias en la composición de las comunidades vegetales, la complejidad del hábitat y la gestión, escala espacial e impactos de los paisajes circundantes (p. ej., Winfree *et al.* 2011 ; Kennedy *et al.* 2013 ; Threlfall *et al.* 2017), pero no por esto dejan de ser una buena alternativa a la crisis de polinizadores que actualmente vivimos.

JUSTIFICACIÓN

Citando el trabajo publicado por Francisco Sánchez-Bayo y Kris A.G. Wyckhuys (2019): “se revelan tasas dramáticas de disminución de las poblaciones de polinizadores que podrían llevar a la extinción del 40% de las especies de insectos del mundo (terrestres y acuáticos) en las próximas décadas. Según este trabajo, entre los grupos de insectos terrestres más afectados aparecen especies de polinizadores como los lepidópteros (mariposas y polillas) y los himenópteros (donde están incluidas las abejas)”.

La infraestructura verde (GI) se ha convertido en una herramienta importante para lograr la sostenibilidad y la resiliencia en las ciudades debido a sus diversos beneficios, incluida la gestión de aguas pluviales, la isla de calor urbano, la mejora de la calidad del aire y el almacenamiento de carbono. (Chen *et al*, 2022). Sin embargo, la implementación del modelo de análisis es insuficiente con base en el conocimiento existente de IG en la planificación práctica del paisaje (Hansen & Pauleit, 2014).

En el caso de los parques y bosques urbanos, se sabe que además de ser espacios culturales y de esparcimiento que proporcionan servicios ambientales a las ciudades de las que forman parte (Jenerette *et al*. 2007). Este tipo de servicios han sido cuantificados en términos económicos desde diversas perspectivas, desde el incremento en el ingreso derivado del turismo hasta la reducción de gastos en salud pública (Nesbitt *et al*. 2017). En este aspecto, los jardines domésticos pueden desempeñar un papel importante en la mitigación del cambio climático, la adaptación a fenómenos meteorológicos extremos y la conservación de la biodiversidad (Cameron *et al*., 2012, Carter *et al*., 2015, Goddard *et al*., 2010).

Dada la actual crisis de polinizadores por la que atravesamos, las políticas de planeación urbana deben superar el supuesto de que las zonas urbanas están exentas de biodiversidad y brindar espacios para el sustento de las especies vegetales y animales que coexisten junto con la sociedad.

Este proyecto pretende brindar una herramienta para un mejor entendimiento de estos procesos ecológicos y de esta manera poder brindar una mejor integración de la conservación de la biodiversidad en la ordenación y manejo del territorio dentro de las zonas urbanas.

Los polinizadores son un elemento clave en la cadena trófica de los ecosistemas ya que juegan un papel importante en el mantenimiento de su estructura y función, prestando el servicio requerido para la reproducción de muchas plantas, las cuales producen alimento en forma de frutas y semillas para la vida silvestre que, al igual que los polinizadores en sí mismos, son fuente de alimento para otras especies. (Moreno *et al*, 2018).

Dentro de las instalaciones de la UNAM Campus Morelia, se pueden encontrar diversos espacios propicios para la implementación de un jardín para polinizadores, que además de brindar diversos servicios ecosistémicos se crearán espacios de descanso y/o apreciaciones agradables para los usuarios de las instalaciones y así generar conciencia sobre la importancia de la conservación de las especies polinizadoras.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el potencial para el establecimiento de un jardín para polinizadores en un área periurbana de Morelia, Michoacán?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Proponer un modelo de jardinería dominado con especies florales con potencial para incrementar el número de visitas de polinizadores en un área periurbana de Morelia, Michoacán.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las especies florales con mayor éxito atrayendo polinizadores.
- Ilustrar cómo se integrarían las especies vegetales en un diseño paisajístico de un jardín.
- Identificar los factores que influyen en una mayor o menor presencia de polinizadores en el área de estudio.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Servicios Ecosistémicos

En la literatura se encuentran diversas definiciones de los Servicios Ecosistémicos (SE), una de las más citadas y para un uso general es la empleada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (U. S. EPA), la cual los describe como aquellas funciones o procesos ecológicos que directa o indirectamente contribuyen al bienestar humano o tienen un potencial para hacerlo en el futuro (U.S. EPA, 2004). Para poder tener una definición más técnica del concepto citaré a Quijas *et al.* (2010) quienes los describen como “los servicios ecosistémicos son los componentes de los ecosistemas que se consumen directamente, que se disfrutan, o que contribuyen, a través de interacciones entre ellos, a generar condiciones adecuadas para el bienestar humano”.

Los SE se clasifican de manera general en cuatro grupos (MA, 2003):

- **Aprovisionamiento:** productos obtenidos de los ecosistemas como alimentos, agua dulce, recursos leñosos, fibras, bioquímicos y recursos energéticos.
- **Regulación:** beneficios obtenidos de los procesos de regulación de los ecosistemas como la polinización, la regulación de enfermedades, el clima y saneamiento del agua.
- **Culturales:** beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas como aquellos que conllevan una connotación religiosa o espiritual, estética, recreativa o turística, educacional, herencia cultural e identidad de sitio.
- **Soporte:** necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos como la formación de suelos, reciclaje de nutrientes y producción primaria.

Polinización

La polinización es un proceso fundamental para la dinámica poblacional de las plantas y el funcionamiento de los ecosistemas, García-García *et al.* (2016) la definen como: “ la transferencia de polen desde la parte masculina de una flor hasta la parte femenina de la misma u otra flor” y agregan basándose en diversas referencias (Chautá-Mellizo *et al.*, 2012; Vergara y Badano, 2009; Vilhena *et al.*, 2012) que: “es un proceso esencial para el mantenimiento de la viabilidad y la diversidad genética de las plantas con flor, además de mejorar la calidad y cantidad de semillas y frutos, así como de las características de la descendencia”. Este proceso se puede llevar de manera abiótica por efecto del viento y/o la lluvia, o de manera biótica por medio de animales (polinizadores) como medio de dispersión de polen. Diversos grupos, tales como invertebrados, aves o mamíferos, pueden actuar como polinizadores, movidos por la necesidad de encontrar recursos para su alimentación, desarrollo o reproducción (Bonilla, 2012). Como se mencionó previamente, la polinización es un Servicio Ecosistémico (SE) clasificado dentro de los servicios de regulación.

Polinizadores

Los polinizadores son un grupo de animales, principalmente insectos, que proveen de un Servicio Ecosistémico (SE) importante al facilitar la conectividad de los hábitats mediante el transporte de polen de una población a otra (Ramírez-Segura & Wallace, 2015).

La polinización animal es un servicio ambiental esencial en todos los ecosistemas terrestres naturales y agrícolas, que es realizado por diversos grupos animales incluyendo insectos (abejas, mariposas, moscas, polillas, avispas, escarabajos, hormigas), y vertebrados (colibríes, murciélagos, reptiles) (Mayer *et al.*, 2011; de Miranda, 2017). Cabe aclarar que

existen diferencias entre polinizadores y visitantes florales ya que es común que se lleguen a considerar iguales, si bien, como se mencionó previamente, los polinizadores son especialistas en llevar a cabo el proceso de transportación de polen, los visitantes flores no lo son, ya que de manera simplificada se pueden entender como aquellos animales que de alguna forma interactúan con las flores obteniendo algún beneficio que sólo de manera indirecta pudieran llegar a transportar polen.

Síndrome floral o de polinización

Una explicación sencilla sobre el síndrome floral o de polinización es la de los autores Proctor *et al.* en su libro *The natural history of pollination* (1947), describen al síndrome floral o síndrome de polinización como: “el conjunto de caracteres en las flores determinado a atraer un tipo muy específico de polinizador”.

Con respecto a los síndromes florales, Faife-Cabrera *et al.* (2012) escriben: “los síndromes florales han sido rechazados por muchos autores debido a que las flores atraen un espectro de visitantes más amplio de lo que se podría esperar basándose en sus síndromes (Waser *et al.* 1996), no obstante, tienen gran utilidad en el entendimiento de los mecanismos de la diversificación floral (Fenster *et al.*, 2004). Además, ya comienzan a identificarse las bases genéticas de caracteres florales que caracterizan los síndromes, y se reconoce que cambios en la actividad de genes aislados responsables de la expresión de los mismos podrían conducir a cambios en la actividad de los polinizadores (Hermann y Kuhlemeier, 2010). El uso de los síndromes de polinización y dispersión, de manera discreta, puede ser muy útil como punto de partida para el estudio detallado de ambos procesos.”

Beverley Glover (2007) en su libro *Comprender las flores y la floración: un enfoque integrado*, describe varios grupos florales en relación a los gremios de polinizadores que atraen:

- Flores *cantarófilicas* o “amantes de los escarabajos”: tienen forma de tazón con gran contenido de polen, lo cual facilita la manipulación de éste por los escarabajos y presentan olores fuertes que sirven como atrayentes.
- Flores *miofilicas* o “amantes de las moscas”: presentan coloraciones que van desde el color crema al amarillo encendido y la presencia de néctar en las flores es el principal atrayente para estos organismos.
- Flores *melitofílicas* o “amantes de abejas”: las flores son diurnas, relativamente grandes, de diversos colores, con forma de tazón y alguna plataforma acondicionada para el aterrizaje de sus enamorados, en general presentan grandes cantidades de polen y néctar.
- Especies *psicofílicas* o “amantes de las mariposas”: Estas flores son diurnas, tubulares, de tamaño mediano, con colores brillantes que van del rojo al naranja, con néctar y sin olor y atraen especialmente a las mariposas diurnas
- Flores *esfingoílicas* o “amantes de las polillas”: Las flores suelen ser nocturnas y en forma de tubo; de colores claros (del blanco al color crema); con una gran producción de néctar; de olores fuertes para llamar la atención, y con simetría bilateral para facilitar al esfíngido la extracción del néctar.
- Flores *ornitofílicas* o “amantes de las aves”: suelen ser diurnas y de gran tamaño, en forma de tubo y de colores llamativos como rojo, naranja y rosa. Producen grandes cantidades de néctar con bajas concentraciones de azúcares.
- Flores *quiroptofílicas* o “amantes de los murciélagos”: Estas flores son de gran tamaño, hábitos nocturnos, coloraciones blancas, forma tubular y desprenden fuertes olores. Producen grandes cantidades de néctar con altas concentraciones de azúcar y gran cantidad de polen para abastecer los requerimientos de los murciélagos. El principal atrayente para los murciélagos es el olor.

Finalmente, Faife-Cabrera *et al.* (2012) concluyen: “tanto en la polinización como en la dispersión mediana hay vectores o agentes que pueden ser de carácter abiótico o biótico. flores y frutos se manifiestan combinación de características asociadas con la atracción y utilización de un grupo pacifico de animales como polinizadores (Fenster *et al.*, 2004), y dispersores, que se denominan síndromes de polinización y dispersión, respectivamente.”

Jardín para polinizadores

Los jardines son parches de hábitats manejados por humanos, donde se planta intencionalmente una variedad de especies de plantas, generalmente en propiedades privadas y en espacios verdes públicos, como parques en paisajes urbanos y suburbanos. (Majewska y Altizer, 2018). Dentro de la jardinería proambiental existe una práctica que busca hacer que un jardín sea más deseable para la vida silvestre (Huddart-Kennedy *et al.*, 2009; Larson *et al.*, 2015), por ejemplo, seleccionando plantas que sirvan de alimento para aves e insectos polinizadores (Coisnon *et al.*, 2019), lo que podríamos entender como un jardín para polinizadores; una constante en estos espacios es el que pueden o no encontrarse delimitados y deben contar con especies vegetales nativas o exóticas, cuyo fin es brindar un espacio de protección, refugio y sustento para especies polinizadoras. Esencialmente podrían entenderse como un oasis dentro de las ciudades, en el que diversas especies pueden coexistir.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

Esta investigación es del tipo aplicada científica, ya que buscamos encontrar estrategias para atraer una mayor diversidad de polinizadores.

METODOLOGÍA

ÁREAS DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la ciudad de Morelia en el occidente de México, capital del estado de Michoacán de Ocampo y cabecera del municipio homónimo. El Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Oriente de Morelia (PPDUZOM, 2012), establece: “El municipio cuenta con diez tipos de vegetación o agrupaciones vegetales primarias, además se tienen extensiones de uso agrícola y pastizales, que se desarrollan sobre áreas alteradas por el hombre y los animales domésticos, generalmente a partir del bosque de encino o del matorral subtropical que fueron expuestos a un pastoreo intenso”.

Para contar con una mayor cantidad de información respecto a la presencia de polinizadores y sus preferencias, fueron seleccionados dos áreas de estudio, la primera de ellas ubicada en la zona centro de la ciudad en una pequeña plaza conocida como *“El jardín de las*

Rosas” y para generar un contraste, se seleccionó una pequeña área dentro del campus de la UNAM Morelia.



Figuras 1 y 2. Jardín de las Rosas en el centro de Morelia.

En cuanto a las características generales del Jardín de las Rosas, se cuenta con jardines laterales con una fuente en el centro, las plantas en su mayoría son especies de ornato introducidas además de estar rodeado de fresnos, los cuales son atendidas por personal de la administración municipal. Para darnos una idea más precisa de los visitantes florales se realizaron únicamente observaciones del 5 al 26 de abril del 2021 al mediodía, con una duración de 15 minutos por grupo de plantas y se fotografió a los visitantes en medida de lo posible, las observaciones fueron realizadas por una sola persona.

El área dentro de la UNAM se caracteriza por encontrarse en una zona periurbana a las afueras de la ciudad en donde predominan pastizales y pequeños parches de árboles de los que destacan especies como fresnos (*Fraxinus udhei*) y eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), además de la presencia de algunas especies florales herbáceas como el chalchúan (*Erigeron longipes*) (Figura 3) y dientes de león (*Taraxacum officinale*).



Figura 3. Chalchuan (Erigeron longipes)

JARDÍN EXPERIMENTAL

En el sitio seleccionado dentro del campus de la UNAM, se llevó a cabo la implementación de un jardín con fines experimentales, esto para observar el comportamiento de los polinizadores del área y posteriormente poder hacer una selección más precisa de las especies florales con mayor éxito para atraer polinizadores ya que de manera natural no se contaba con una gran variedad de especies florales en comparación con el Jardín de las Rosas.

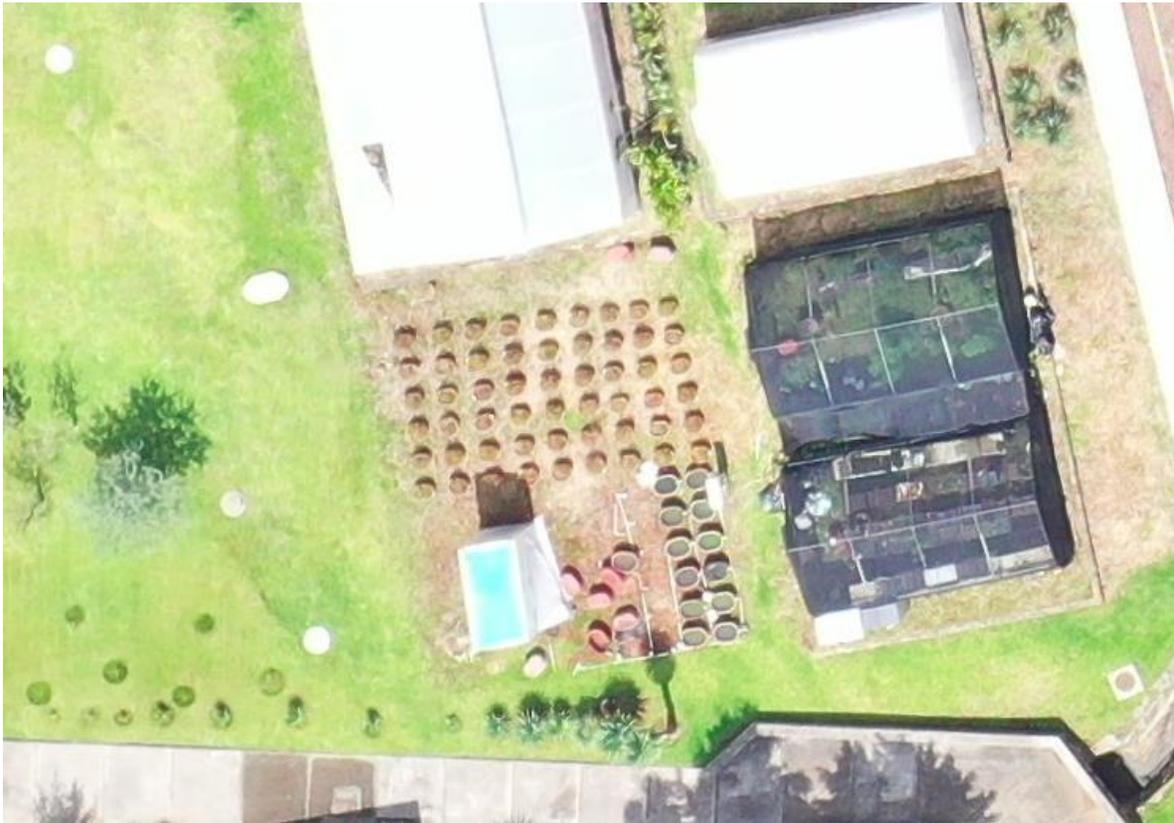


Figura 4. Sitio del jardín experimental.

Este jardín consistía en 36 macetas con una previa selección de especies florales. Cada maceta contaba con un ejemplar de las especies previamente seleccionadas.

Nombre científico	Nombre común
<i>Asclepias incarnata</i>	Algodoncillo
<i>Dahlia sp.</i>	Dalia
<i>Lantana sp.</i>	Verbena o cinco negritos
<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavanda
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Margarita mayor
<i>Salvia elegans</i>	Salvia piña

Tabla 1. Especies florales seleccionadas para el jardín experimental.



Figura 5. Macetas con las flores seleccionadas del jardín experimental

RESULTADOS

Para darnos una idea más precisa de los visitantes florales se realizaron observaciones del 5 al 26 de abril del 2021 al mediodía, con una duración de 15 minutos por grupo de plantas y se fotografió a los visitantes en la medida de lo posible. Gracias a lo anterior se pudo identificar que los visitantes florales no son siempre polinizadores ya que muchos organismos sólo son atraídos por las flores o por otros organismos. Para no errar en el punto anterior consideramos la categorización de los visitantes y polinizadores, por lo que dentro de las observaciones se distinguieron 6 clases de agentes polinizadores: 1.- abejas de diferentes tamaños, 2.- mariposas diurnas, 3.- avispas, 4.- dípteros, 5.- aves y 6.- hormigas. Así mismo se realizó una identificación de las especies florales en ambos sitios.

JARDÍN DE LAS ROSAS

Este jardín se encuentra dentro de los primeros cuadrantes del centro de la ciudad, se caracteriza por contar con una planta rectangular con una fuente central, las áreas jardinadas se encuentran a los costados, así como una variedad de cafés y restaurantes lo que provoca que sea un lugar con un gran flujo de personas.

Lo primero fue identificar únicamente las especies florales con las que cuenta la plaza, ya que nos interesaba conocer a los polinizadores que frecuentan la plaza y las preferencias de los mismos.

Nombre científico	Nombre común
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Bugambilia
<i>Brugmansia sanguinea</i>	Trompeta de ángel
<i>Canna indica</i>	Caña de indias, platanillo
<i>Cuphea hyssopifolia</i>	Trueno de venus, venus
<i>Gazania rigens</i>	Gazania
<i>Rosa sp.</i>	Rosa mini

Tabla 2. Especies florales encontradas en el Jardín de las Rosas

Nombre científico	Nombre común
<i>Apis sp.</i>	Abeja, abeja doméstica, abeja melífera
<i>Papilio alexiars</i>	Mariposa cometa tigre mexicana
<i>Papilio garamas</i>	Mariposa cometa quexquemetl
<i>Papilio pharnaces</i>	Papilio negro, cometa negra de parches rojos
<i>Trochilidae sp.</i>	Colibri
<i>Urbanus dorantes</i>	Saltarina de cola larga común, rabuda común.

Tabla 3. Polinizadores observados en el Jardín de las Rosas

En este sitio se presentó una mayor presencia de especies del orden Hymenoptera las cuales en su mayoría se encontraban en los ejemplares de *Canna indica* o se limitaban

exclusivamente a ella. En menor medida estos ejemplares reciben visitas de Apidae, posiblemente por la competencia con Hymenoptera, algo que ya ha sido documentado (Cebrowski *et al.* (2014) y Junker, Chung y Blüthgen (2007). Un comportamiento importante de considerar ya que, si se busca la creación de un jardín para atraer polinizadores, lo mejor sería evitar las plantas que se vinculen con este orden.

Bougainvillea se encontraba en temporada de floración por lo que fue visitada por mariposas como *Papilio pharnaces*, *Papilio garamas*, *Papilio alexiars* y un colibrí el cual no pudo ser identificado.

En este sitio de estudios se observó una gran presencia de ejemplares de mosca común (*Musca domestica*), lo que consideramos es producto de que en este jardín se cuenta con una variedad de cafés y restaurantes los cuales atraen a estos insectos.

Especies como *Dietes iridioides* y *Rosa sp.* no recibieron ninguna visita durante el periodo de muestreo lo cual nos hace pensar en que los polinizadores eran demasiado selectivos o que las otras flores les resultaban mucho más atractivas.

JARDÍN EXPERIMENTAL

A diferencia del jardín de Las Rosas, el jardín experimental tuvo una paleta vegetal previamente seleccionada por lo que únicamente se realizaron observaciones de los polinizadores que visitaron las flores. En este sitio se detectó una mayor presencia del género *Apis* y en dos ocasiones ejemplares del género *Bombus*, los cuales en su mayoría preferían las flores de *Lupinus mexicanus*. *Lavandula angustifolia* atrajo gran cantidad de *Apis*, pero no resultaba tan atractiva para otras especies, aunque se observaron diferentes individuos del género *Danaus*. En cambio, las flores de *Asclepia incarnata* fueron muy visitadas por individuos del género *Apis* y *Danaus*, en especial *Danaus plexippus* la cual llegó a ovopositar.



Figura 8. Oruga de *Danaus plexippus* en *Asclepia* del jardín experimental.



Figura 9. Mariposa monarca en planta de *Asclepia* del jardín experimental.

Se observó que en el caso del género *Danaus*, había una mayor presencia de ejemplares en el Jardín de las Rosas a comparación del sitio experimental en la UNAM, consideramos que esto se puede deber a que en el sitio experimental se tenía una menor presencia de árboles

alrededor de las macetas con flores, por lo que ocasiona que se encuentren más expuestas a los elementos en particular la insolación. En el caso del Jardín de las Rosas, la presencia de mariposas fue mayor, lo cual podemos relacionar con que se cuenta en este sitio con una mayor presencia de árboles, aves lo cual crea un microclima más propicio y tal vez protección contra depredadores. En la siguiente tabla se muestra un listado de los polinizadores que se observaron.

Nombre científico	Nombre común
<i>Apis sp.</i>	Abeja, abeja doméstica, abeja melífera.
<i>Bombus sp.</i>	Abejorros
<i>Danaus plexippus</i>	Mariposa monarca
<i>Danaus sp.</i>	Mariposas
<i>Dione moneta</i>	Pasionaria mexicana
<i>Strymon melinus</i>	Mariposa sedosa gris

Tabla 4. Polinizadores vistos en el jardín experimental del sitio periurbana

PROPUESTA DE JARDÍN PARA POLINIZADORES

Se realizaron análisis simultáneos en dos sitios, uno en un área periurbana de la ciudad y otro en el primer cuadrante de la ciudad, con la misma propuesta de desarrollo de jardín para polinizadores.

PROPUESTA EN ÁREA PERIURBANA

Esta área se encuentra confinada lo que limita la entrada del sol durante distintas épocas del año, además, presenta una zona con escurrimientos lo que genera un alto índice de humedad lo cual no es propicio para algunas de las especies florales propuestas, por lo que se tendría que proyectar otras especies vegetales diferentes no precisamente con la finalidad de atraer polinizadores. También por el hecho de estar tan confinado, resulta prácticamente escondido y sin mayor ventilación.



Figuras 10 y 11. Propuesta en área periurbana

PROPUESTA EN SITIO DEL CENTRO HISTÓRICO

Al analizar este sitio nos dimos cuenta de que no contaba con las mejores características para la implementación de un jardín para polinizadores, ya que se encuentra en un espacio relativamente reducido donde los árboles al rededor generan demasiada sombra y el tiempo de asoleamiento es muy reducido, además de que se encuentra bajo el cuidado del Ayuntamiento de la ciudad quien en fechas recientes realizó un rediseño del jardín con una temática diferente a la propuesta.



Figuras 12 y 13. Propuesta sitio centro

PROPUESTA FINAL

Finalmente, se seleccionó un área en el campus de la UNAM Morelia, ubicada dentro de una glorieta la cual al ser circular nos permite realizar un amplio análisis de asolamientos, sombras y vientos desde cualquier punto cardinal, lo que nos proporciona un espacio perfecto para la observación y el monitoreo del desarrollo de las flores propuestas y las preferencias de los polinizadores hacia éstas en cualquier época del año.

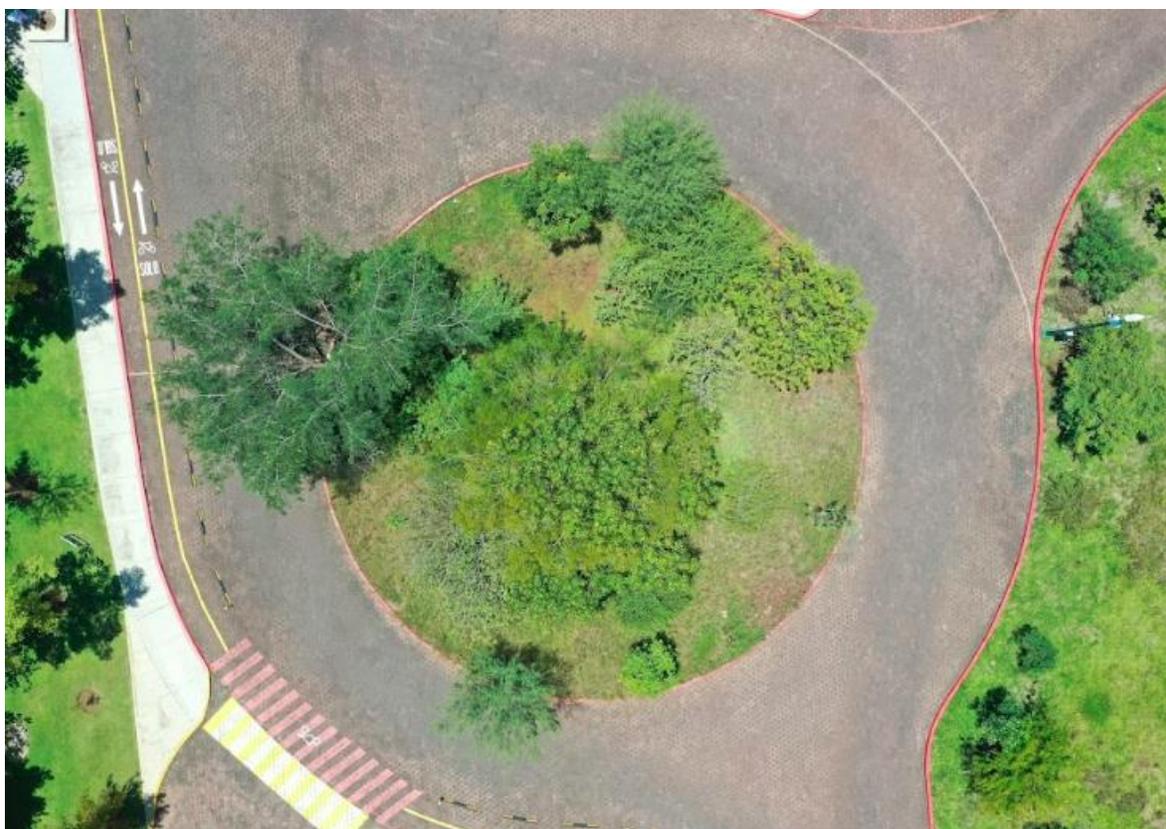


Figura 14. Vista aérea de la glorieta donde se propone el jardín para polinizadores dentro de las instalaciones de la UNAM Campus Morelia. (Imagen proporcionada por el Laboratorio Universitario de Drones UNAM)

A continuación, se muestran un conjunto de imágenes digitalizadas donde se representa la situación actual de la glorieta con las distintas especies vegetales con las que se cuenta, las cuales fueron empleadas para el análisis de sombras proyectadas de acuerdo a la altura y follaje de los árboles; lo que resultó en identificar las áreas con mejor asoleamiento para la colocación de las especies florales seleccionadas.



Figura 15. Representación de la vista Norte de la glorieta con escala humana.



Figura 16. Representación de la vista Sur de la glorieta.



Figura 17. Representación de la vista Este de la glorieta.



Figura 18. Representación vista Oeste de la glorieta.

ESTUDIO DE SOMBRAS PROYECTADAS

Debido a la presencia de árboles y el tamaño de estos, se consideró de gran utilidad realizar el estudio de sombras proyectadas, para lo cual se analizó una gráfica solar con las coordenadas del sitio donde se propone el jardín. El resultado de este análisis arrojó las áreas con mejor asoleamiento en donde se colocará la mayor variedad de especies florales con control de riego, ya que estas se espera que al tener control de riego extiendan su periodo de floración, por otro lado, en el área sin riego se proponen especies florales de temporada, ya que estas se pueden adaptar mejor a las condiciones climáticas y en su mayoría son especies nativas.

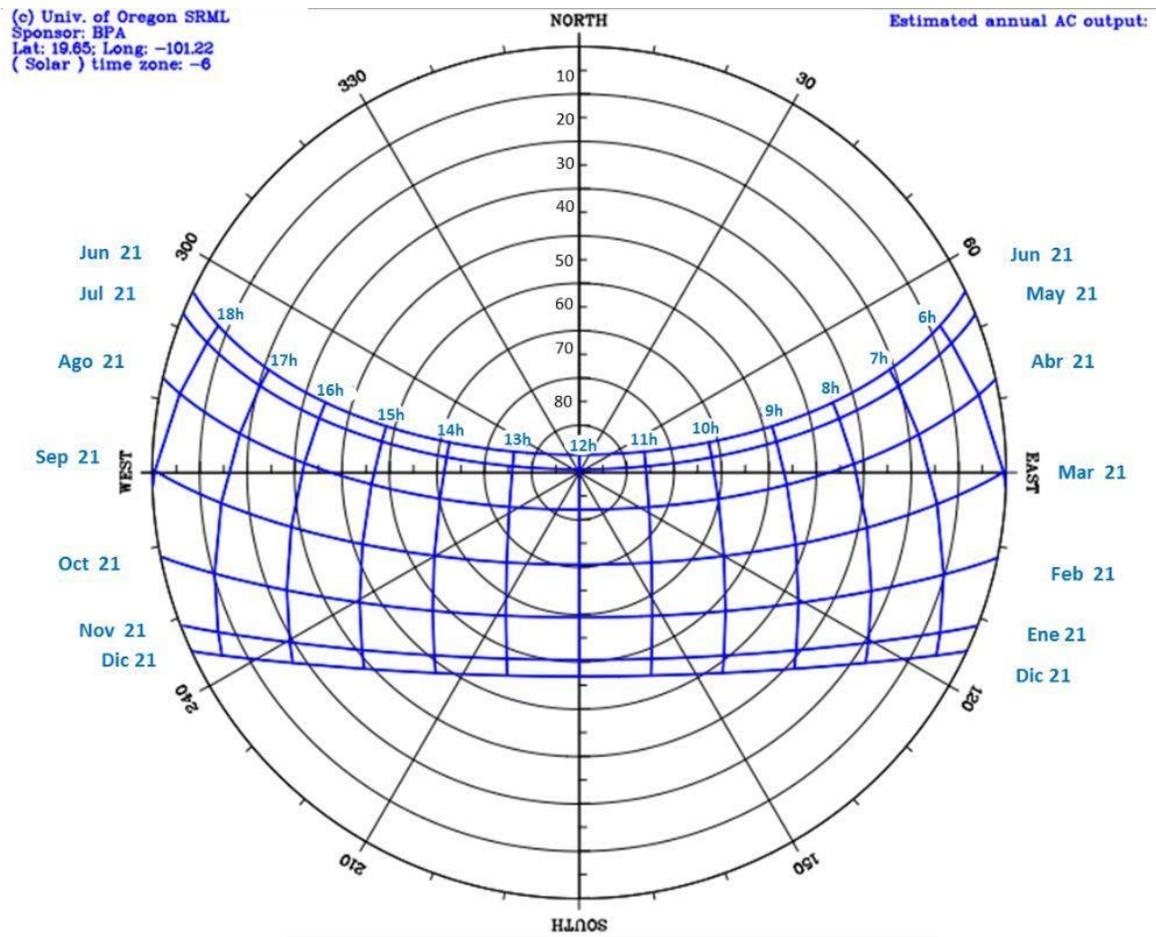
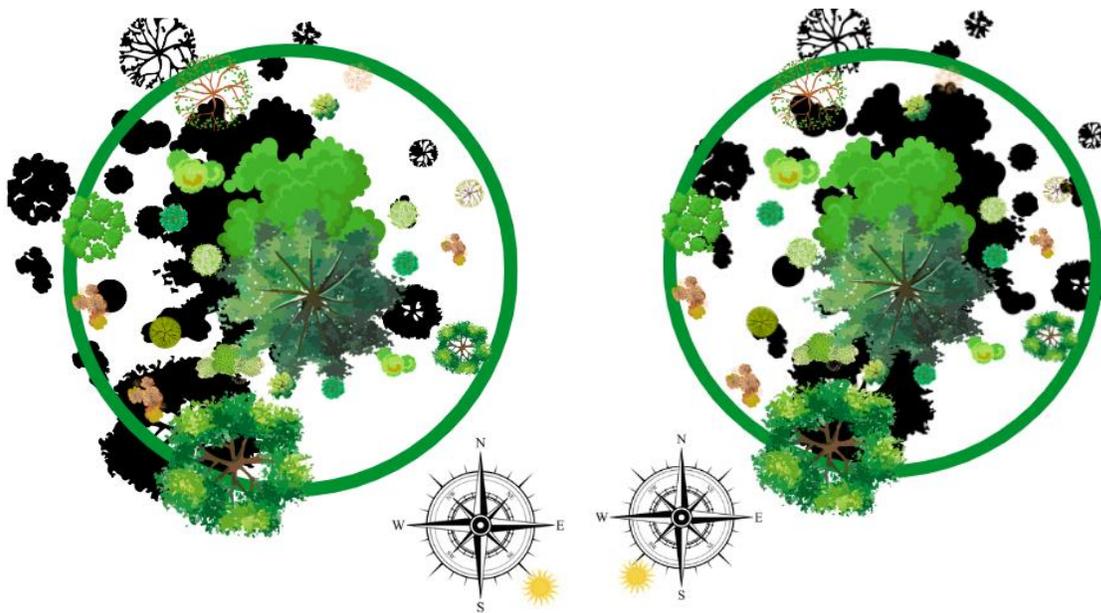


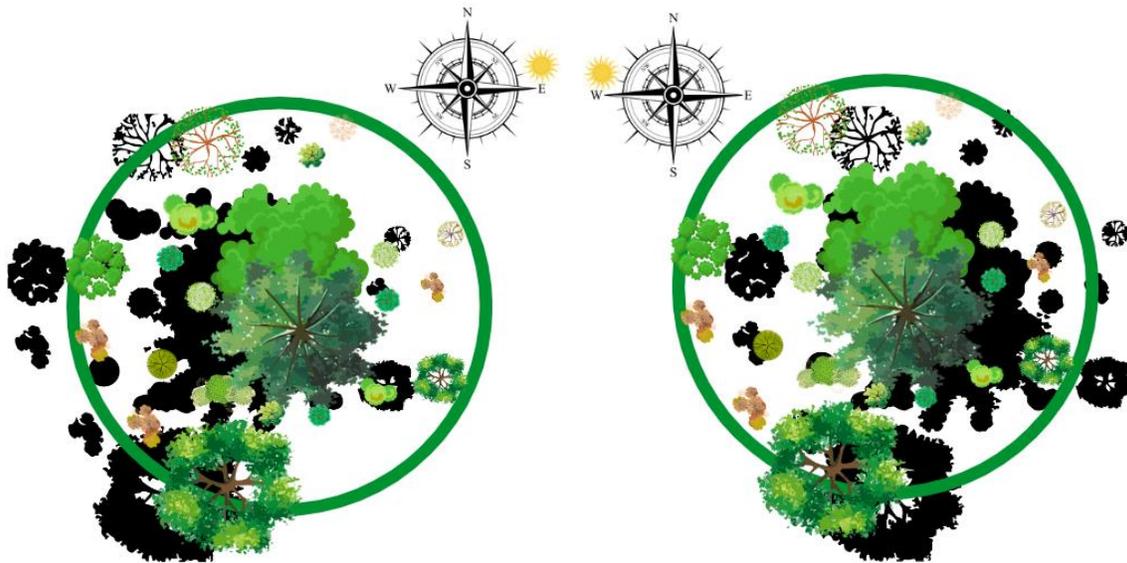
Figura 19. Gráfica solar empleada para el estudio de sombras en el sitio seleccionada por el jardín.

Elaboración propia



*Representación de proyección de sombras
el 21 de diciembre a las 10 a.m.*

*Representación de proyección de sombras
el 21 de diciembre a las 2 p.m.*

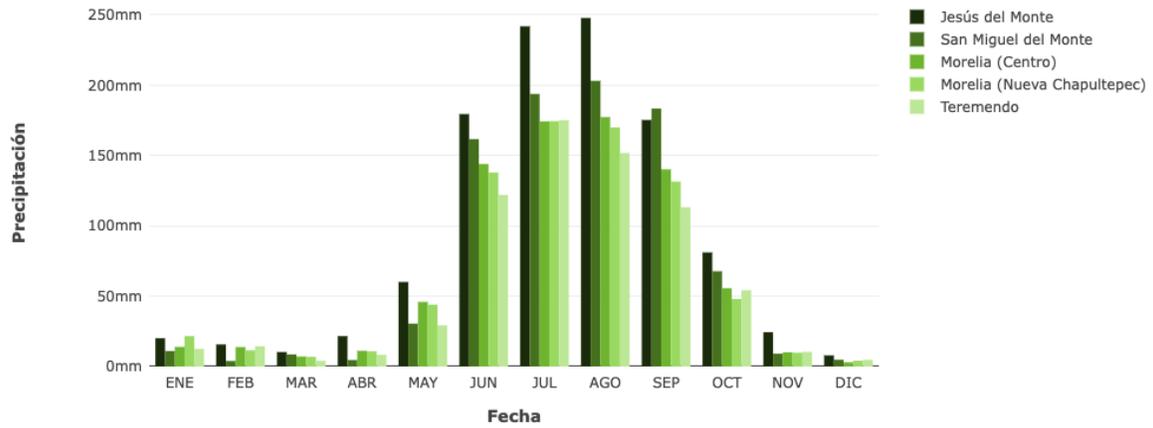


*Representación de proyección de sombras
el 21 de junio a las 8:30 a.m.*

*Representación de proyección de sombras
el 21 de junio a las 3:30 p.m.*

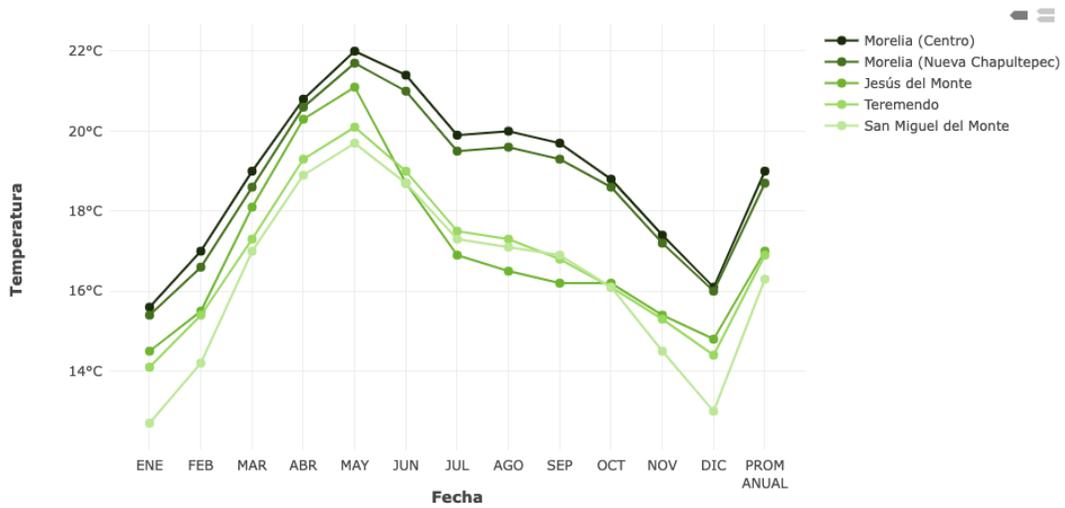
Figura 20. Proyección de sombras con base en el análisis de la gráfica solar

DATOS DE PRECIPITACIÓN Y CLIMA EN MORELIA



Fuente: SMN (2019). Normales climatológicas por Estado.

Figura 21. Datos de precipitación promedio mensual en Morelia. (Gráfica tomada del IMPLAN)



Fuente: SMN (2019). Normales climatológicas por Estado.

Figura 22. Datos de temperatura promedio mensual en Morelia. (Gráfica tomada del IMPLAN)

CRITERIO DE SELECCIÓN DE ESPECIES FLORALES

Si bien se consideró la estética de las especies florales, en este caso la prioridad es atraer la mayor cantidad de polinizadores y brindarles un sustento, por lo que no todas las especies seleccionadas entran en la opción común de especies para jardines. También se consideró la información obtenida del muestreo en los sitios de estudio la cual fue de gran ayuda, sumado a lo anterior, las especies se seleccionaron de acuerdo a los siguientes aspectos:

- **Periodo de floración:** buscamos especies que florecen en diferentes estacionalidades, así como especies que florecen durante todo el año, esto brinda diversidad visual al jardín ya que si bien, nuestro principal objetivo son los polinizadores, también se busca brindar un espacio agradable y estético a la vista de quien lo recorra.
- **Tamaño:** con esto nos referimos a que se seleccionaron especies con hábitos rastreros, así como pequeños arbustos, esto para brindar diferentes estratos dentro del jardín.
- **Tipo de polinizadores que atraen:** buscamos diversidad de polinizadores, por lo que seleccionamos tres polinizadores principales (abejas, mariposas y colibríes).
- **Cuidados:** seleccionamos especies que requieran de poco cuidado para de esta manera asegurar que el jardín se mantendrá sin el apoyo de mucho personal. Los cuidados requeridos son mínimos y se centra en los habituales (riego, abono, recorte y deshierbe).

PALETA VEGETAL

Se seleccionó la siguiente paleta vegetal, en la que se muestran las especies potenciales para la elaboración de los jardines de polinizadores derivado de las observaciones que previamente realizamos. Se consideraron especies que florecen en diferentes temporalidades para que los polinizadores tengan alimentos durante todo el año. Se planteó dividir el jardín en dos, donde una parte contará con riego controlado durante todo el año mientras que el área restante no, es por esto que se presentan dos paletas vegetales. Cabe mencionar que ya que es un proyecto en el que se busca atraer polinizadores, no se seleccionaron exclusivamente especies nativas, sino que se amplió el catálogo enfocado en mayor medida en la capacidad de atraer más polinizadores de cada planta.

En el área que no contará con riego, se propone la colocación de fuentes o bebederos para aves y/o un estanque con nenúfares (*Nymphaea mexicana*), con el propósito de brindar agua a las aves e insectos polinizadores además de proporcionar humedad al espacio en la temporada de secas.

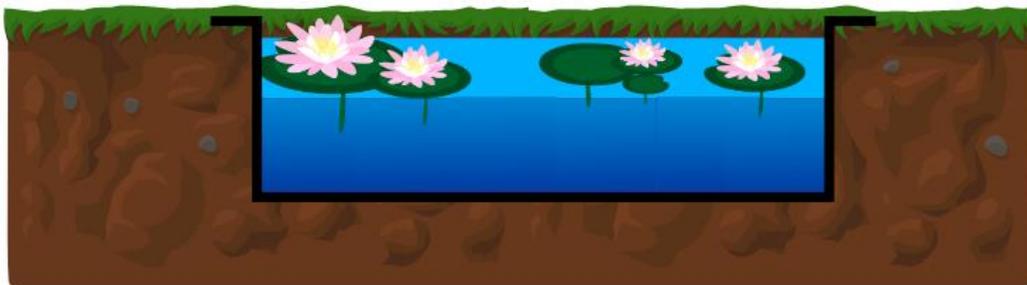


Figura 23. Detalle de corte del estanque de nenúfares

Paleta Vegetal

Sin Riego



Algodoncillo
Asclepias incarnata



Cebollino violeta
Allium schoenoprasum



Lavanda
Lavandula angustifolia



Verbena o Cinco negritos
Lantana sp.



Gazania
Gazania rigens



Montbretia o Vara de San José
Crocosmia x crocosmiflora



Cosmos
Cosmos bipinnatus
*Anual



Lupino, lupin, altramuz, o tremosos
Lupinus
*Anual



Nenúfar amarillo mexicano
Nymphaea mexicana

Figura 25. Paleta vegetal seleccionada para el área sin riego.



Algodoncillo
Asclepias incarnata



Agapanto, agapanto africano
Agapanthus africanus



Lavanda
Asclepias incarnata



Panalillo o panalito
Lobularia maritima



Dalia
Dahlia sp.



Salvia piña
Salvia elegans



Cordoncillo
Salvia leucantha



Margarita mayor
Leucanthemum vulgare

Figura 26. Paleta vegetal para el área con riego controlado.

DISTRIBUCIÓN

En la siguiente imagen se muestra la distribución propuesta con base en el análisis de sombras y los porcentajes de precipitación y humedad. Como se mencionó previamente, de acuerdo al análisis de sombras se propone que el área sur-oriente tenga una mayor cantidad de flores ya que es donde se tiene una mejor iluminación con el sol de la mañana y mediodía, además de ser el área donde se contempla tener el riego controlado. Bajo dosel no se proponen flores y se mantendrá tal y como se encuentra.



Figura 27. Distribución de flores de acuerdo con los resultados del análisis de sombra y porcentajes de precipitación y humedad.

Simbología

	Dalia <i>Dahlia</i>		Algodoncillo <i>Asclepias</i>		Cardoncillo <i>Salvia leucantha</i>
	Verbena o Cinco negritos <i>Lantana</i>		Cebollino violeta <i>Allium schoenoprasum</i>		Lupino o lupin, <i>Lupinus</i>
	Agapanto <i>Agapanthus africanus</i>		Margarita mayor <i>Leucanthemum vulgare</i> o <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> .		Lavanda <i>Lavandula</i>
	Cosmos <i>Cosmos sulphureus</i>		Montbretia o Vara de San José <i>Crococsmia x crocospiflora</i>		Salvia piña <i>Salvia elegans</i>
	Gazania		Panalillo o panalito <i>Lobularia maritima</i>		
	Fuente / bebedero de aves		Estanque de Nenúfares		Camino de piedra

Figura 28. Simbología de vegetación y elementos inertes del jardín.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el caso particular de Morelia no se cuenta con suficiente investigación respecto a jardines para polinizadores ni las preferencias de estos, por lo que Morelia es un área de oportunidad para futuras investigaciones, donde se puede documentar de una manera mucho más detallada los polinizadores locales y sus preferencias, así como la adaptación de estos con respecto al crecimiento de la ciudad.

Como primer acercamiento, considero que este trabajo puede brindar información valiosa gracias a que se realizaron observaciones en dos puntos distintos de la ciudad.

Los resultados arrojados por los análisis demuestran que en el caso del jardín de “Las Rosas” este presenta una diversidad de especies florales muy limitada a—en comparación del área de estudio dentro de las instalaciones de la UNAM. En el caso del” Jardín de Las Rosas”, las especies florales no están planeadas para atraer polinizadores, sino que simplemente están de manera ornamental en el jardín, donde posiblemente se buscaron especies que florecen la mayor parte del año.

Por el contrario, el sitio del jardín experimental se caracteriza por ser en su mayoría un pastizal con especies que florecen en temporadas diferentes dependiendo de la estacionalidad, esto permite atraer una gran cantidad de visitantes, lo que genera una mayor diversidad de especies animales. Con la implementación del jardín experimental se pudo aumentar la presencia de especies polinizadoras, que junto con la ayuda de las observaciones permiten tener un criterio en cuanto a la selección de especies florales ya que como se pudo detectar algunas flores resultaban más atractivas que otras.

Finalmente, considero que, con los datos obtenidos en este trabajo, es posible diseñar guías que orienten en el establecimiento de jardines de polinizadores en zonas urbanas y periurbanas

considerando elementos importantes como el estudio de sombras para un mejor aprovechamiento del sol y la regulación de la temperatura y la evaporación.

BIBLIOGRAFÍA

Baldock, K. C. R., Goddard, M. A., Hicks, D. M., Kunin, W. E., Mitschunas, N., Osgathorpe, L. M., Potts, S. G., Robertson, K. M., Scott, A. V., Stone, G. N., Vaughan, I. P. and J. Memmott. (2015). *Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects*. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 282(1083): 1–10. DOI: 10.1098/rspb.2014.2849

Balvanera, P. (2012). *Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales*. Ecosistemas 21(1-2). Pág. 36-147. Asociación Española de Ecología Terrestre. Alicante, España. Enlace: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54026849011>

Bonilla, M.A. (2012). *La polinización como servicio ecosistémico*. En: *Iniciativa colombiana de polinizadores (ICPA)*, Capítulo I: abejas. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Humboldt. Bogotá, Colombia. pp. 1-103. Enlace: <https://www.uneditorial.com/pageflip/accesoabierto/pdf/abejas-polinizadoras-ebook-40217.pdf>

Cameron, R.W. et al. (2012). *The domestic garden—Its contribution to urban green infrastructure*. Urban Forestry & Urban Greening. Volume 11, Issue 2, 2012, pág. 129-137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.01.002>

Carter, J.G. et al. (2015). *Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation*. Progress in Planning. Volume 95, January 2015, pág. 1-66. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.progress.2013.08.001>

Cembrowski, A. R.; Tan, M. G.; Thomson, J. D.; Frederickson, M. E.; McPeck, M. A. (2014). *Ants and ant scent reduce bumblebee pollination of artificial flowers*. American Naturalist. 183(1), 133-139. <https://doi.org/10.1086/674101>

Cerca T. Coisson, D. Rousselière S. Rousselière. (2019) *Información sobre la biodiversidad y los comportamientos medioambientales: un estudio europeo sobre impulsores individuales e institucionales para adoptar prácticas de jardinería sostenible*. Ciencias Sociales Res., 84, artículo 102323

Chautá-Mellizo, A.; Campbel, S.A.; Bonilla, M.A.; Thaler, J.S.; Poveda, K. (2012). *Effects of natural and artificial pollination on fruit and offspring quality*. Basic and Applied Ecology, 13: 524-532. Enlace: <http://stuartcampbell-evoeco.staff.shef.ac.uk/copies%20of%20papers%20for%20website/Chautá-Mellizo,%20Campbell%20et%20al%202012%20Basic%20Appl%20Ecol.pdf>

CONAFOR (2020). *Estimación de la tasa de deforestación en México para el periodo 2001-2018 mediante el método de muestreo*. Documento Técnico. Jalisco, México.

Coro Arizmendi, M. (2009). *La crisis de los polinizadores*. CONABIO. Biodiversitas 85 pág. 1-5. ISSN: 1870 - 1760. Enlace: <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Coro-2009.pdf>

De Miranda, E.B.P. (2017). *The Plight of Reptiles as Ecological Actors in the Tropics*. Front. Ecol. Evol., 15 December 2017. <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00159>

E. Huddart-Kennedy, TM Beckley, BL McFarlane, S. Nadeau (2009). *Diferencias rural-urbanas en la preocupación ambiental en Canadá*. Rural Sociology, 74 (3), págs. 309 – 329. DOI: 10.1526/003601109789037268

Eilers, E. J., Kremen, C., Greenleaf, S. S., Garber, A. K. y Klein, A. M. (2011). Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply. Plos One, 6, e21363. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021363>

Faife-Cabrera M., Díaz-Álvarez E., Cañizares-Morera, M., Torres-Roche. M. (2012). *Síndromes de Polinización y Dispersión de Endemismos en las Serpentinatas al Suroeste de Santa Clara, Cuba*. Centro Agrícola, 39(2):61-66; abril-junio. Enlace: https://www.researchgate.net/publication/311486999_Sindromes_de_Polinizacion_y_Dispersi_on_de_Endemismos_en_las_Serpentinatas_al_Suroeste_de_Santa_Clara_Cuba

Fenster, CB; WS Armbruster; P Wilson; MR Dudash & JD Thomson 2004. Pollination syndromes and floral specialization. Annu. Rev. Ecol. Evol. 35: 375–403.

García-García, M., Ríos-Osorio, L. A. & Álvarez del Castillo, J. (2016). *La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura*. Idesia (Arica), 34(3), 53-68. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016000300008>

Goddard, MA, et al. (2009). *Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments*. Tendencias Ecol Evol 25: Pág. 90 – 98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.07.016>

Gordo, O. y Sanz, JJ (2006). *Tendencias temporales en la fenología de la abeja melífera Apis mellifera (L.) y la pequeña blanca Pieris rapae (L.) en la Península Ibérica (1952-2004)*. Entomología ecológica, 31, 261-268.

Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C. y Rotheray, E. L. (2015). *Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers*. Science, 347, 1255957. DOI: 10.1126 / science.1255957

Hansen y Pauleit, (2014). *¿De la multifuncionalidad a los múltiples servicios ecosistémicos? Un marco conceptual para la multifuncionalidad en la planificación de infraestructura verde para áreas urbanas*. Ambio, 43 (4) (2014), págs. 516 - 529, DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>

Hegland, SJ, Nielsen, A., Lázaro, A., Bjercknes, AL y Totland, Ø. (2009). *¿Cómo afecta el calentamiento climático las interacciones planta-polinizador?* Cartas de Ecología, 12, 184-195.

Hennig, E. I. and J. Ghazoul. (2011). *Plant-pollinator interactions within the urban environment. Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics*. Enlace: [https://www.researchgate.net/publication/238510017 Plant-pollinator interactions within the urban environment](https://www.researchgate.net/publication/238510017_Plant-pollinator_interactions_within_the_urban_environment)

Hermann K & C Kuhlemeier: The genetic architecture of natural variation in flower morphology. *Current Opinion in Plant Biology* 14: 60-65, 2011.

Huiting Chen, Nannan Wang, Yaolin Liu, Yan Zhang, Yanchi Lu, Xingyu Li, Cuizhen Chen, Yanfang Liu (2022). *A green infrastructure planning framework–guidance for priority, hubs and types*. *Urban Forestry & Urban Greening*. Volume 70, April 2022, 127545. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127545>

Jenerette, G.D., Harlan, S.L., Brazel, A., Jones, N., Larsen, L., Stefanov, W.L., 2007. Regional relationships between surface temperature, vegetation, and human settlement in a rapidly urbanizing ecosystem. *Landsc. Ecol.* 22, 353–365.

Junker, R.; Chung, A. Y. C.; Blüthgen, N. 2007. Interaction between flowers, ants and pollinators: additional evidence for floral repellence against ants. *Ecological Research*. 22(4), 665-670. <https://doi.org/10.1007/s11284-006-0306-3>

Kluser, S. & Peduzzi, P. (2007). *Global pollinator decline: a literature review*. Geneva: UNEP/ GRID. LR Larson, RC Stedman, CB Cooper, DJ Decker Comprender la estructura multidimensional del comportamiento proambiental *J. Medio Ambiente. Psicol.*, 43 (2015), págs. 112 - 124.

Majewska, A. A., and S. Altizer. (2018). *Planting gardens to support insect pollinators*. *Conserv. Biol.* 34: 15–25. DOI: <https://doi.org/10.1111/cobi.13271>

Matteson KC, Ascher JS, Langellotto GA. 2008. *Bee richness and abundance in New York City urban gardens*. *Annals of the Entomological Society of America* 101: 140– 150. DOI: [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2008\)101\[140:BRAAIN\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2008)101[140:BRAAIN]2.0.CO;2)

Mayer, C., L. Adler, W. Armbruster, A. Dafni, C. Eardley, S. Huang, P. Kevan, J. Ollerton, L. Packer, A. Ssymank, J. Stout, and S. A. and Potts. (2011). *Pollination ecology in the 21st Century: key questions for future research*. Enlace: <http://www.pollinationecology.org/index.php?journal=jpe&page=article&op=view&path%5B%5D=103>.

McKinney, M. (2008.) *Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals*. *Urban Ecosystems*. Enlace: <http://www.mit.edu/people/spirn/Public/Granite%20Garden%20Research/Urban%20ecology/McKinney%202008%20Species%20Richness.pdf>

Milenio Evaluación de ecosistemas. Ecosistemas y Humano Bienestar: Biodiversidad Síntesis. Washington, DC: Instituto de Recursos Mundiales, 2003

Mora Carrera M. (2017). México y sus polinizadores: crónica de una crisis anunciada. OIKOS. Enlace: <http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/index.php/articulos/ecologia-nutricional/8-articulos/349-mexico-y-sus-polinizadores>

Moreno V., et al. (2018). *Iniciativa Colombiana De Polinizadores* (p. 16). Bogotá, D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Enlace: <https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Planes-para-la-conservacion-y-uso-de-la-biodiversidad/INICIATIVA COLOMBIANA DE POLINIZADORES - ICP 2018.pdf>

Nesbitt, L., N. Hotte, S. Barron, J. Cowan, S.R.J. Sheppard. 2017. The social and economic value of cultural ecosystem services provided by urban forests in North America: A review and suggestions for future research. *Urban Forestry and Urban Greening* 25: 103–111.

Ouijas, S., Schmid, B., Balvanera, P. 2010. *Plant diversity enhances provision of ecosystem services: a new synthesis*. *Basic and Applied Ecology* 11:582–593. DOI: 10.1016/j.baae.2010.06.009

Owen, J. (2010). *Wildlife of a garden: a thirty-year study*. Royal Horticultural Society.

Paula Sosenski & César A. Domínguez. (2018). *El valor de la polinización y los riesgos que enfrenta como servicio ecosistémico*. 2021, de Revista Mexicana de Biodiversidad Sitio web: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2168>

PBES (2016). *Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*. Pág. 18. Enlace: https://ipbes.net/sites/default/files/spm_deliverable_3a_pollination_20170222.pdf

Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. y Kunin, W. E. (2010). *Global pollinator declines: trends, impacts and drivers*. *Trends in Ecology and Evolution*, 25, 345-353. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>

PPDZOM. (2012). *Programa Parcial de Desarrollo de la Zona Oriente Urbana de Morelia 2012*. Enlace: http://morelos.morelia.gob.mx/ArchivosTransp2017/Articulo36/Obra%20p%C3%BAblica/fraccif/PPDUZOM_2012.pdf

Proctor, M., Yeo, P. & Lack, A. (19467). *The Natural History of Pollination*. Timber Press, Portland, OR. ISBN 0-88192-352-4. DOI: <https://doi.org/10.2307/2266004>

Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, Kris A.G. (2019). *Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers*, *Biological Conservation*, Volumen 232, Pag. 8-27, ISSN 0006-3207, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>

Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R. y Llorente-Bousquets, J. (2008). Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Enlace: http://www2.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Sintesis_CNM_2017.pdf

U.S. Environmental Protection Agency. (2004). *Ecological benefits assessment strategic plan*. Washington, DC: SAB Review Draft. DOI: [10.13140/RG.2.2.20307.37923](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20307.37923)

Vélez Restrepo, L.A., Herrera Villa, M. (2015). *Jardines Ornamentales Urbanos Contemporáneos: Transnacionalización, Paisajismo y Biodiversidad. Un Estudio Exploratorio en Medellín, Colombia*. Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, vol. 68, núm. 1, 2015, pp. 7557-7568. Enlace: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58619>

Vergara, C.H.; Badano, E.I. (2009). *Pollinator diversity increases fruit production in Mexican coffee plantations: The importance of rustic management systems*. Agriculture, Ecosystems and Environment 129:117-123 DOI: [10.1016 / j. agee.2008.08.001](https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.08.001)

Vilhena, A.M.; Rabelo, L.; Bastos, E.M.; Augusto, S.C. (2012). *Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network*. Apidologie. Enlace: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01003619/document>

Waser, N.M.; L Chittka; M.V Price; N.M Williams & J Ollerton. (1996). *Generalization in pollination systems, and why it matters*. Ecology 77:1043–1060. DOI: [10.2307/2265575](https://doi.org/10.2307/2265575)

ANEXOS



Abeja, abeja doméstica, abeja melífera
Apis sp.



Mariposa cometa quexquemétl
Papilio garamas



Papilio negro, cometa negra de
parches rojos
Papilio pharnaces



Saltarina de cola larga común, rabuda
común
Urbanus dorantes



Mariposa cometa tigre mexicana
Papilio alexiares

Polinizadores

Jardín Experimental



Abejorros
Bombus sp.



Pasionaria mexicana
Dione moneta



Mariposa Sedosa Gris
Strymon melinus



Abeja, abeja doméstica, abeja melífera
Apis sp.



Mariposa monarca
Danaus plexippus



Mariposa pasionaria de alas largas
Dione juno



Mariposa monarca
Danaus plexippus



Mariposa pasionaria de alas largas
Dione juno



Mariposa sedosa gris
Strymon melinus



Abejorros
Bombus sp.



Abeja, abeja doméstica, abeja melífera
Apis sp.



Pasionaria mexicana
Dione moneta



Abeja, abeja doméstica, abeja melífera
Apis sp.



Mariposa cometa tigre mexicana
Papilio alexiaries



Mariposa cometa quexquemetl
Papilio garamas



Papilio negro, cometa negra de parches rojos
Papilio pharnaces



Saltarina de cola larga común, rabuda común
Urbanus dorantes