



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Abundancia y uso de flores por colibríes (Trochilidae: Aves) de los jardines para polinizadores establecidos en el campus Norte de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I O L O G O
P R E S E N T A:**

MARÍA FERNANDA PEÑA PÉREZ

CODIRECTORES

**M. en C. Aquiles Argote Cortés
M. en C. Gerardo González Palomares**

CUERNAVACA, MORELOS

ABRIL, 2024

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores el M. en C. Aquiles Argote Cortés y M. en C. Gerardo González Palomares, principalmente por aceptarme como tesista y guiarme durante este proceso. Por todo el conocimiento adquirido, por su disposición y sus comentarios asertivos en el momento indicado.

A todo mi sínodo por la disponibilidad y sus comentarios certeros durante este proceso.

A Mariana González que me dio consejos desde el principio y me mostro el mundo de los jardines para polinizadores. También por compartir sus experiencias y sus tres jardines para polinizadores conmigo.

Al Dr. Raúl Ernesto Alcalá Martínez por permitirme monitorear el jardín para polinizadores de la Biblioteca Central Universitaria y el jardín del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIBYC).

A la Dra. Columba Monroy Ortiz por autorizar mis monitoreos dentro del Jardín Botánico Estatal y asegurarse que estuviera acompañada durante ellos.

Al director del Centro de Investigación de Ciencias Cognitivas (CINCCO) y a la directora del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) por aprobar mis visitas a los jardines para polinizadores establecidos en sus instalaciones.

A mi familia que siempre me apoyo y confió en mí. Y por su interés hacia mi trabajo que me permitía tener una retroalimentación general.

Y por supuesto a mí, por no rendirme, por estar siempre dispuesta al aprendizaje y a las nuevas cosas, por creer en mi y no dudar de mis conocimientos y habilidades.

RESUMEN

La polinización cruzada es una simbiosis mutualista (flor-polinizador) dada por coevolución, que mejora el acervo genético de las plantas y además brinda servicios ecosistémicos, se destaca el incremento en la producción de cultivos de subsistencia. Los polinizadores como los colibríes tienen una gran importancia dentro de los ecosistemas; por desgracia, las actividades antropogénicas son influyentes en el descenso en la riqueza y diversidad de los polinizadores. Por tanto, es preciso el implemento de fuentes alternas que ayuden a la preservación de la biodiversidad, siendo los jardines para polinizadores una opción. En este estudio se evaluó la efectividad para los colibríes de cuatro jardines para polinizadores establecidos en el campus norte de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM): Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), Centro de investigación en Ciencias Cognitivas (CINCCO), Biblioteca Central Universitaria, y Centro de Investigaciones en Biodiversidad y Conservación (CIBYC), se tomó en cuenta la composición floral, la interacción y el ruido. También, se analizaron cuatro áreas verdes dentro de la UAEM: polideportivo 1 (POL 1), Dirección de Cultura (DC), Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), y Jardín Botánico (JB) con la finalidad de comparar datos. Se muestrearon e identificaron las especies de colibríes, se caracterizaron las especies de plantas visitadas, se registró el número de flores expuestas por cada especie de planta y se hizo una comparación entre plantas nativas e introducidas. En cuanto a los resultados se observaron ocho especies de colibríes dentro de los jardines para polinizadores y seis en las áreas verdes, destacando a *Cynanthus latirostris* (colibrí pico ancho) y *Ramosomyia violiceps* (colibrí corona violeta) respectivamente. Con respecto a las interacciones, en los jardines para polinizadores sobresale *Salvia leucantha* (cordoncillo) por tener el mayor número de visitas, mientras, en las áreas verdes destacó *Leonotis nepetifolia* (bola africana del rey). Por otro lado, se observó que dentro de los ocho puntos el ruido no es significativo con respecto a las visitas de colibríes.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	ii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Polinización	2
2.1.1 Importancia de los polinizadores	3
2.1.2 Factores que afectan a los polinizadores	4
2.2 Antropización	5
2.3 Urbanización	5
2.4 Colibríes	6
2.4.1 Biología de colibríes	7
2.4.2 Colibríes como polinizadores	8
2.4.3 Colibríes en ambientes antropizados	9
2.6 Especies potenciales de colibríes	10
2.5 Jardines para polinizadores	10
2.5.1 Beneficios de los jardines para polinizadores	11
3. JUSTIFICACIÓN	12
4. HIPÓTESIS	13
5. OBJETIVOS	13
5.1 Objetivo general	13
5.2 Objetivos específicos	13
6. MÉTODOS	14
6.1 Área de estudio	14
7. RESULTADOS	17
8. DISCUSIÓN	29
9. CONCLUSIÓN	32
10. LITERATURA CITADA	34
11. ANEXOS	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Polinización en plantas	2
Figura 2. Propuesta de un jardín para colibríes	11
Figura 3. Polígono de la UAEM	14
Figura 4. Abundancia de colibríes en los jardines	17
Figura 5. Abundancia de colibríes en las áreas verdes	18
Figura 6. Abundancia de colibríes en los jardines	18
Figura 7. Abundancia de colibríes en las áreas verdes	19
Figura 8. Riqueza de colibríes en los jardines	19
Figura 9. Riqueza de colibríes en las áreas verdes	20
Figura 10. Estimadores de riqueza en los jardines	20
Figura 11. Estimadores de riqueza en las áreas verdes	21
Figura 12. Comparación de jardines y áreas verdes con respecto a la abundancia	22
Figura 13. Comparación entre jardines y áreas verdes con respecto a la abundancia	22
Figura 14. Dendrograma de jardines	23
Figura 15. Dendrograma de áreas verdes	23
Figura 16. Afinidad de plantas por colibríes en los jardines	24
Figura 17. Plantas visitadas por colibríes en los jardines	25
Figura 18. Plantas visitadas por colibríes en las áreas verdes	25
Figura 19. Afinidad de plantas por colibríes en las áreas verdes	26
Figura 20. Correlación entre el número de flores-visitas en los jardines	27
Figura 21. Comparación plantas nativas vs. Introducidas	27
Figura 22. Correlación entre ruido-abundancia en los jardines	28
Figura 23. Correlación entre ruido-abundancia en las áreas verdes	28

1. INTRODUCCIÓN

La polinización es la transferencia de granos de polen de la antera al estigma (Nates *et al.*, 2021), habiendo dos tipos de polinización: autopolinización y polinización cruzada. La polinización cruzada es una simbiosis mutualista (flor-polinizador) de gran importancia debido a los polinizadores, los cuales fungen un papel relevante dentro de los ecosistemas, ya que ayudan a las angiospermas a reproducirse y aumenta su variabilidad genética (Mburu *et al.*, 2006). Desafortunadamente las actividades antropogénicas influyen en la disminución de polinizadores dentro de un ecosistema, interrumpen asociaciones importantes que mantienen el flujo energético dentro de una comunidad; flujo que no solo perjudica a la flora y fauna, sino que también afecta al hombre (Arizmendi, 2009; Bartomeus y Bosch, 2018; Montalvo y Carvajal, 2020).

Las actividades antropogénicas, como la antropización y la urbanización, modifican la estructura del medio, por tanto, representan impactos ecológicos importantes de corto, mediano y largo plazo y a diferentes escalas que causan el declive de especies importantes como los polinizadores (MacGregor, 2011; Pérez, 2013; Alavez *et al.*, 2019; Liang *et al.*, 2023).

Debido a estas modificaciones en el ambiente es crucial implementar fuentes alternas para mantener la biodiversidad. Los jardines para polinizadores son una opción viable para solucionar la disminución de los polinizadores (Arizmendi *et al.*, 2020; Braman y Griffin, 2022), siempre que se hagan con plantas nativas. Su función es atraer a especies de polinizadores nativos para así fomentar esta simbiosis mutualista en beneficio de la biodiversidad nativa. En el campus norte de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos se implementaron cuatro jardines para polinizadores, de diferente dimensión y composición florística, en los cuales se cuantificaron las visitas de las diferentes especies de colibríes y registraron las especies de plantas preferidas por los mismos y así medir la efectividad de los jardines y comparar las visitas con respecto a su tamaño, composición y sitio en el que se encontraban. Además, se cuantificaron las visitas de las diferentes especies de colibríes dentro de otras cuatro áreas verdes con la finalidad de contrastar los resultados.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Polinización

La flor es el órgano reproductivo de las monocotiledóneas y dicotiledóneas. El gineceo consta de estigma, estilo y ovario, que juntos forman la parte femenina. La parte masculina está compuesta por el androceo, que contiene las anteras y el filamento. La polinización es la transferencia de granos de polen de la parte masculina de una flor (antera) a la parte femenina (estigma) (Nates *et al.*, 2021). Hay dos tipos de polinización: autopolinización y polinización cruzada. La primera es realizada por especies florales autógamas y sucede cuando el grano de polen llega solo desde el estambre al estigma de la misma flor; y la segunda ocurre cuando el polen se transporta de una planta a otra a través de un vector externo (Figura 1) (Nates *et al.*, 2021; CONABIO,2022).

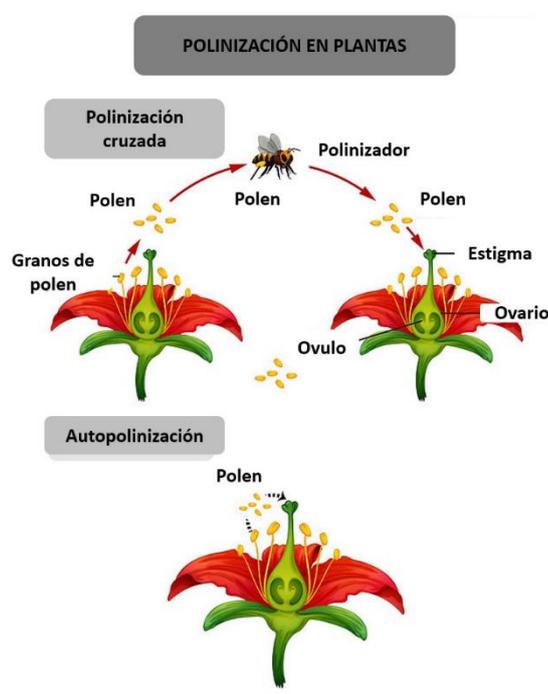


Figura 1. Polinización en plantas. La polinización cruzada es una simbiosis mutualista, por tanto, ambos (planta y polinizador) obtienen beneficios alimentarios y de reproducción. Modificado de Singh, 2022.

La transferencia de polen puede realizarse por vectores externos tales como el viento (anemófila), el agua (hidrófila) y los animales (zoófila). En la mayoría de las plantas la polinización se lleva a cabo a través de animales polinizadores como colibríes, abejas, mariposas, murciélagos, hormigas, entre otros, los cuales al buscar alimento (néctar y polen), tienden a impregnarse de polen el cual transportan a las siguientes flores visitadas (Aguado *et al.*, 2015).

Los servicios ecosistémicos son funciones provistas por la naturaleza que satisfacen las necesidades humanas (Kremen *et al.*, 2007; Wallace, 2007). La importancia que revisten estos servicios depende de su contribución al mantenimiento de los ecosistemas, así como de su impacto en la agricultura (Mburu *et al.*, 2006). De tal manera que la polinización es un servicio ecosistémico esencial en el funcionamiento de los ecosistemas y sustancial para la producción de un amplio rango de cultivos.

Los valores del servicio de la polinización para los humanos son: el incremento en la producción de mercado de cultivos de subsistencia, fibra, forraje, madera, entre otras, mientras que el incremento en la reproducción de plantas silvestres que juega un papel importante en otros servicios ecosistémicos de regulación, aprovisionamiento y sostenimiento (Morales *et al.*, 2017).

Por otra parte, la polinización conlleva beneficios medioambientales como el mantener el aire limpio, debido a que las plantas producen oxígeno utilizando el dióxido de carbono, así como la purificación del agua y prevención de la erosión del suelo por medio de las raíces. Por ello el ciclo del agua depende, en parte, de las angiospermas para devolver la humedad a la atmósfera. La importancia cultural de la polinización va de la mano de las poblaciones antiguas que reconocen la importancia de los polinizadores y les brinda un significado cultural, medicinal, comestible y comercial (USDA, 2006; Nates *et al.*, 2021).

2.1.1 Importancia de los polinizadores

Los polinizadores proveen como servicio ecosistémico de producción, beneficios directos aumentando la cantidad y estabilidad de la producción de cultivos (kg de producto por hectárea) y calidad (tamaño del fruto, forma, peso), y efectos indirectos, como servicio

ecosistémico de regulación, en el mantenimiento de la biodiversidad de flora y fauna y sus beneficios asociados para el confort humano (Garibaldi *et al.*, 2011; Nates *et al.*, 2021).

En el Neotrópico, se estima que las aves polinizan un 6.4% de 422 plantas de cultivo de importancia económica (Michel *et al.*, 2020). En México de las 316 plantas cultivadas, 236 son de uso alimenticio, de 171 se consumen frutos y semillas, de las cuales el 85% depende estrictamente de los polinizadores (Ashworth *et al.*, 2009).

Las cosechas se transforman en relación con el grado de beneficios que recibe de la polinización cruzada. Las plantas de frijol y mango se pueden autopolinizar, pero la suma de un polinizador beneficia su productividad ya que una adecuada polinización cruzada influye en la calidad y cantidad de la cosecha, además en la temprana maduración de ésta (Bradbear, 2005).

En los ecosistemas los polinizadores al influir en la población de plantas con flores, son un elemento importante ya que de ellos dependen otros animales para alimentarse y refugiarse (USDA, 2021). Del mismo modo, son buenos bioindicadores de la “salud” de los ecosistemas, permitiéndonos saber si hay alguna perturbación y/o disminución de recursos. Por desgracia, el papel de los polinizadores en los ecosistemas y la seguridad alimentaria son poco estudiados; por ello es crucial brindar información certera sobre su aportación en los ecosistemas y la relevancia de la polinización zoófila en ambientes urbanos (Peña y Peña, 2020; Nates *et al.*, 2021; Cohen *et al.*, 2021).

2.1.2 Factores que afectan a los polinizadores

En la última década se ha observado una disminución drástica en la abundancia y diversidad de polinizadores, lo cual es una tendencia a nivel mundial (Vanberger e Initiative, 2013) debido al deterioro ambiental por factores como la destrucción del hábitat (fragmentación y deforestación), la agricultura y su explotación intensiva, el uso de pesticidas y agroquímicos, la introducción de especies no nativas, enfermedades y parásitos como los ácaros, el abuso de los tratamientos fitosanitarios, el desarrollo de zonas habitacionales, y el cambio climático (Arizmendi, 2009; Dicks *et al.*, 2016; Sosenski y Domínguez, 2018; Montalvo y Carvajal, 2020; Arias *et al.*, 2021; CONABIO, 2022).

Por otro lado, hay un gran desconocimiento del papel fundamental de los polinizadores en los ecosistemas y la seguridad alimentaria (Olvera, 2019); por ello, es indispensable estar informados sobre sus beneficios para así disminuir las actividades no benéficas, y además para efectuar actividades que aumenten la abundancia y diversidad de los polinizadores.

2.2 Antropización

El mundo natural está modificado, casi en su totalidad por los humanos (Hobbs *et al.*, 2006). En ocasiones el nivel de alteración es poco perceptible, pero no por esto significa que no hay cambios que afecten directa e indirectamente a la flora y fauna en un sitio. A este proceso se le denomina antropización y proviene del griego *anthropos* hombre. Esta transformación del medio natural por las actividades humanas ejerce una presión que afecta a la biota y a las sociedades (Alavez *et al.*, 2019). El estudio de la antropización en un sentido ambiental contemporáneo busca describir los procesos de cambio en el medio, desde el nivel de población hasta el paisaje, y así plantear métodos de estudio, seguimiento y restauración (Alavez *et al.*, 2019).

La antropización no es un proceso contemporáneo, sino que inicia desde el neolítico, cuando los hombres modificaron la espontaneidad natural de su entorno, dedicándose a talar bosques para convertirlos en campos de cultivo; domesticaron especies animales con fines alimenticios o de compañía; construían caminos, viviendas y depósitos de agua, comida y herramientas (Reguant, 1998). Un sistema antropizado no es necesariamente una zona urbanizada o completamente perturbada, si no, un espacio poco transformado y que a pesar de su mínima transformación; trae consigo una cantidad considerable de cambios dentro de los factores bióticos y abióticos (Martínez-Dueñas, 2010).

2.3 Urbanización

La urbanización es un proceso que reemplaza los hábitats preexistentes con la infraestructura necesaria para satisfacer las necesidades de vivienda humana (MacGregor-Fors, 2011; Pérez, 2013). La urbanización se ha reconocido como una de las principales amenazas para las aves del neotrópico (Escobar-Ibáñez y MacGregor-Fors, 2017; Santiago-

Alarcón y Delgado-V, 2017). Esto es debido a las modificaciones realizadas para urbanizar representan impactos ecológicos importantes de largo plazo y a diferentes escalas. Transformaciones tales como remoción de cerros, relleno y manipulación de cuerpos acuíferos, remoción de coberturas vegetales, entre otras; se han relacionado con los elementos principales del cambio climático, modificando los ciclos biogeoquímicos (carbono, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio), que permiten el establecimiento de especies introducidas, y cambian el uso del suelo y otras más (Escobar-Ibáñez y MacGregor-Fors, 2016).

Además, el incremento de la urbanización implica el aumento en la demanda de recursos para los humanos. Los recursos y servicios ecológicos ligados a zonas urbanas proceden de diversas fuentes, unas cercanas y otras lejanas, por lo tanto, el impacto de las ciudades va más allá de sus linderos ocasiona la pérdida de biodiversidad a mayor escala y en diferentes puntos, de modo que es indispensable estudiar las problemáticas asociadas con zonas urbanas, para entender el tipo de sistema y generar propuestas que ayuden a mejorar su calidad ecológica (Escobar-Ibáñez y MacGregor-Fors, 2017).

2.4 Colibríes

Los colibríes (Trochilidae), son una de las familias de aves más numerosas y diversas del mundo. Pertenecen al orden de los Apodiformes (del griego *a* “sin” y *podos* “pies”; debido al pequeño tamaño de sus patas). Se distribuyen en áreas de alta floración del continente americano, debido a que su alimentación está basada en el néctar de las flores que visitan (Partida *et al.*, 2012; Arizmendi y Berlanga, 2014).

Los Trochilidae forman un grupo monofilético de aproximadamente 340 especies que varían de forma, tamaño corporal y conducta. Se dividen en dos subfamilias 1) Phaethornithinae o ermitaños; característicos por sus picos largos y curvados y su conducta de forrajeo caracterizada por su patrón lineal y repetitivo (*traplining*), en la búsqueda del recurso floral; y 2) Trochilidae o troquilinos; un grupo más diverso y característico por su variedad en tamaño de picos, así como una agresiva conducta territorial (Arizmendi y Rodríguez-Flores, 2012).

Los colibríes habitan principalmente zonas tropicales, aunque también se desarrollan en una gran variedad de ecosistemas; desde playas y costas, zonas áridas, semiáridas, selvas húmedas y secas, en bosques templados, páramos de montaña y hasta en montañas cubiertas de nieve, en donde sobreviven por el torpor. También es común encontrarlos en zonas urbanas. El país con mayor riqueza específica es el Ecuador con 163 especies, seguido por Colombia (135 especies); Perú con 100 y Venezuela 97. En México habitan 58 especies de colibríes, de las cuales comparte 19 con Estados Unidos y cinco con Canadá (Ornelas, 1996; Torres y Navarro-Sigüenza, 2000; Arizmendi y Berlanga, 2014).

2.4.1 Biología de colibríes

Todas las especies de colibríes son pequeñas, su peso va desde 2 a 24 g. Su pico es largo y delgado (1 a 12 cm). Poseen una lengua tubular larga y extensible que utilizan para alimentarse. Todas las especies son nectarívoras y complementan su dieta con invertebrados pequeños (Ornelas, 1996; Arizmendi y Berlanga, 2014).

Los colibríes poseen características peculiares. Su capacidad de vuelo es única en las aves, ya que pueden mantenerse suspendidos en el aire y volar en cualquier dirección, incluso hacia atrás. Sus desarrollados músculos pectorales les permiten batir sus alas rápidamente, entre 80 y 200 aleteos por segundo, y desarrollar velocidades al vuelo que van de los 50 a los 95 km/h. Otra característica particular es su metabolismo alto, por lo que deben consumir en promedio la mitad de su peso en alimento al día, no pueden pasar más de 10 minutos sin comer. Son endotermos con una temperatura corporal próxima a los 40°C en reposo (Ornelas, 1996; Arizmendi y Berlanga, 2014).

De la misma manera, los colibríes se caracterizan por tener, proporcionalmente, el cerebro más grande de entre las aves, el cual representa aproximadamente el 4.2% de su peso corporal. La peculiar coloración y ornamentación (crestas, gargantas y colas largas de diversos colores) del plumaje es otra de las características. El plumaje es iridiscente y a diferencia de otras aves, la iridiscencia de sus plumas es producto de la modificación de la estructura de las plumas y del número y grosor de capas de aire y pigmentos (Ornelas, 1996).

Un considerable número de especies (184) presenta dimorfismo sexual notable en el plumaje. Los plumajes vistosos y llenos de color son exclusivos de los machos, aludiéndolo a que incrementa la probabilidad de su diversificación morfológica y especiación (Ornelas, 1996).

La alimentación de un colibrí se basa en el néctar de las flores y ocasionalmente de insectos. La mayoría de las flores que visitan tienen colores brillantes, predominando amarillo y rojo, con poco polen y abundante néctar. Las corolas de estas flores son de forma tubular y comúnmente son flores colgantes. El estigma y los estambres están ubicados de modo que asegura el contacto del ave con los mismos, carecen de aroma y se abren durante el día (Aguado *et al.*, 2015; Anderson *et al.*, 2016). De acuerdo con su comportamiento de alimentación se distinguen dos conductas principales. Los territoriales, los cuales defienden activa y agresivamente sus áreas de alimentación para evitar que otras especies e individuos de su misma especie visiten sus flores. Un ejemplo de estas son las especies del género *Saucerottia*. Por otra parte, están los *trapliners* los cuales no defienden un territorio, sino usan las flores que encuentran recorriendo rutas de forrajeo. Esta estrategia, de la subfamilia Phaethornithinae, es menos común (Arizmendi y Rodríguez-Flores, 2012). Las estrategias de forrajeo de los colibríes cambia a lo largo del año, esto depende de la composición, abundancia y distribución de las especies de plantas (Arizmendi y Berlanga, 2014).

2.4.2 Colibríes como polinizadores

El uso del recurso néctar por parte de los colibríes es una relación de mutualismo que implica recompensas reproductivas hacia la planta y alimenticias para el ave (Nieto y Silva, 2012). Se estima que los colibríes polinizan del 10-15% de todas las angiospermas (Lara-Rodríguez *et al.*, 2012). Los colibríes se encuentran restringidos en áreas cercanas de floración de sus plantas predilectas y que respondan a la variación temporal de su fenología, lo que propone que puedan influir en los patrones de abundancia de los colibríes. Se sabe que las poblaciones de colibríes presentan un gran dinamismo con respecto a la utilización de sus recursos (Partida *et al.*, 2012).

Debido a que su fuente principal de alimento es el néctar, presentan características particulares en el pico y la lengua, que implica una coevolución. La lengua es bastante larga

(el doble que el pico) y se encuentra enrollada en la cabeza. Es bifurcada, al momento de alimentarse se une en forma tubular y el néctar es absorbido por capilaridad y/o succión. La forma del pico va de la mano de la estructura de la flor a la que tienden a visitar, esto confirma la evolución paralela (Torres y Navarro- Sigüenza, 2000; Anderson *et al.*, 2016).

La ornitofilia juega un papel fundamental en los ecosistemas naturales y urbanos ya que, como se mencionó anteriormente los polinizadores están descendiendo en número (Anderson *et al.*, 2016). Por consiguiente, su estudio dentro de zonas antrópicas y urbanizadas es esencial principalmente reconocer su papel ecológico, su diversidad en el país y su alto grado de endemismo (22) (Torres y Navarro- Sigüenza, 2000); y segundo, para la creación de estrategia innovadoras para su conservación (Baldock *et al.*, 2019).

2.4.3 Colibríes en ambientes antropizados

Muchas especies nativas de aves no logran adaptarse a las características de las ciudades mientras que, por otro lado, una cantidad menor se beneficia, logrando sobrevivir e incluso incrementan sus números (Crocini *et al.*, 2008). Se sabe que las zonas urbanas hospedan un menor número de especies de estatus silvestre a comparación de los ecosistemas naturales, en sí se dice que la urbanización actúa como un “filtro ambiental” que no deja pasar a ciertas especies con ciertos rasgos (Crocini *et al.*, 2008). Las aves son un grupo utilizado para evaluar el impacto de las actividades humanas; fungen como bioindicadores, debido a que son sensibles a los cambios en su hábitat (Alisson, 2015).

Los ambientes urbanizados pueden soportar una considerable riqueza y abundancia. Aves como tucanes, momótidos, mirlos, carpinteros y colibríes anidan en estructuras como techos, espectaculares, tubos y postes de luz, cabinas telefónicas, vigas, lámparas y focos lo que habla de una adecuación, ya que utilizan aquellos espacios urbanos que simulan su ambiente natural lo que las lleva a ser exitosas en estos lugares (Escobar-Ibáñez y MacGregor-Fors, 2017).

La temperatura causa la merma del índice metabólico de los colibríes, de modo que, cae la frecuencia del aleteo y, como consecuencia, disminuyen la búsqueda de néctar en las flores. Por lo tanto, el aumento de la temperatura por causa del cambio climático somete a

los colibríes a estrés térmico. De aquí que el implemento de bebederos (recomendable en zonas altamente urbanizadas) y jardines para polinizadores es un implemento viable para salvaguardar a los picaflores (Alisson, 2015; Escobar-Ibáñez y MacGregor-Fors, 2017; Peña y Peña, 2020).

2.6 Especies potenciales de colibríes

En México se distribuyen 58 especies de colibríes, de las cuales, 21 especies se pueden observar en bosque templado y selva baja caducifolia del estado de Morelos. La mitad de las especies que se encuentran en Morelos son migratorias (COESBIO, 2019). De acuerdo con Arizmendi y Berlanga (2014) *Saucerottia beryllina* y *Cynanthus latirostris* son las especies más vistas en un jardín para polinizadores.

2.5 Jardines para polinizadores

Debido a la pérdida de polinizadores, es preciso buscar fuentes alternas tanto para mantener la biodiversidad como para preservar la asociación mutualista colibrí-flor. De modo que el implemento de jardines para polinizadores se ha popularizado en países como Estados Unidos, Canadá y México, con la finalidad de conocer la importancia de los polinizadores y a su vez, proveer de espacios adecuados para su supervivencia (Peña y Peña, 2020; Nates *et al.*, 2021).

Un jardín para polinizadores es un área artificial con una variedad de plantas con flores (principalmente nativas), que proveen alimento, refugio, agua y espacio para los polinizadores. Para su implementación Arizmendi y Berlanga (2014) recomiendan propagar plantas con flores nativas de la región; y guiarse con la pregunta ¿A quién se pretende atraer? Para el caso de los colibríes se sugieren flores tubulares, largas y de colores brillantes. También se debe tener en cuenta su época de floración, por lo tanto, se recomienda tener una mezcla de especies de plantas para que los períodos de floración vayan desde principios de la primavera hasta finales de otoño (Secretaría del Medio Ambiente, 2013; FAO, 2018).

Por último, el diseño del jardín también es importante. La mejor manera de plantar es por capas, simulando a la naturaleza (Figura 2) -hierbas, arbustos, árboles pequeños,

plantas perennes- (Secretaría del Medio Ambiente, 2013; Arizmendi y Berlanga, 2014; Arathi *et al.*, 2018).

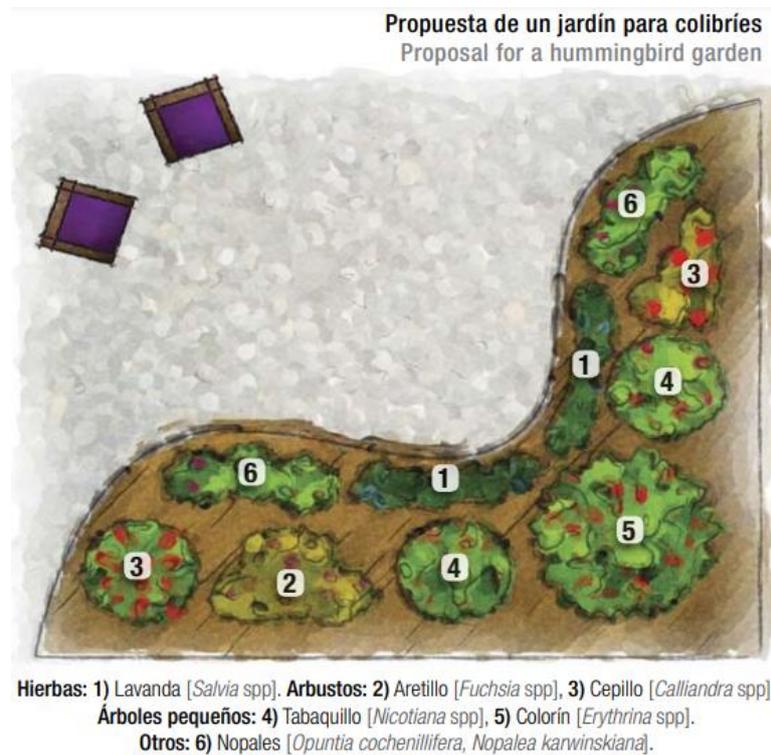


Figura 2. Propuesta de un jardín para colibríes. Los diseños varían en gustos, se debe tener en cuenta la/las especies a las que va dirigido y las plantas que se pretendan implementar. Fuente: Pineda, 2014.

2.5.1 Beneficios de los jardines para polinizadores

Los jardines para polinizadores, además de brindar un espacio para que los polinizadores se alimenten, promueven servicios que favorecen el ambiente, ya que sirven de hospedaje, lugar seguro para la reproducción y anidación de polinizadores y otros animales (Arias *et al.*, 2021).

También, los jardines para polinizadores brindan beneficios ambientales, sociales y económicos tales como: 1) favorecen la biodiversidad, ya que se recuperan espacios alterados y fragmentados por la urbanización; 2) ahorro de energía, en épocas calurosas, la presencia de jardines mantiene la temperatura más fresca; 3) mejora la calidad de vida, las plantas nos brindan aire más puro y captan el dióxido de carbono reduciendo su concentración; 4) mejora la alimentación debido a que su valor nutricional aumenta; 5) beneficios económicos, se pueden reproducir plantas ornamentales, medicinales, aromáticas

y hortalizas ya sea para autoconsumo o venta; y 6) favorece los vínculos sociables, son áreas en donde la educación y valorización tienen un valor muy importante (Arias *et al.*, 2021; Mnisi *et al.*, 2021).

3. JUSTIFICACIÓN

La antropización en todos sus niveles modifica la estructura del ambiente. Sus alteraciones afectan directa e indirectamente a los factores bióticos y abióticos y, por consiguiente, sus interacciones se ven igualmente afectadas. La polinización cruzada es una acción mutualista entre los polinizadores y las angiospermas; influye en el aporte nutricional de futuros cultivos y en el mantenimiento de la biodiversidad y, por ende, nuestras necesidades humanas también son beneficiadas. El declive en las poblaciones de diferentes polinizadores es un suceso aludido a la transformación del medio por la acción del hombre. Los jardines para polinizadores en zonas urbanas son una estrategia importante para la preservación de la biodiversidad, principalmente nativa. Debido a ello, se evaluó el uso por colibríes en cuatro jardines para polinizadores establecidos en el campus Norte de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos con la finalidad de comprobar su efectividad a través de la riqueza de especies y frecuencia de las visitas por parte de los colibríes, además, se evaluaron otras cuatro áreas verdes dentro de la UAEM con el fin de contrastar resultados.

4. HIPÓTESIS

Las plantas nativas en los jardines recibirán más visitas por colibríes que las introducidas, además que las visitas a los jardines por parte de los colibríes se ven negativamente afectados por la ubicación de los jardines y de la variable ruido.

Las áreas verdes presentaran más visitas por colibríes que los jardines para polinizadores a pesar del ruido ambiental.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar la efectividad de los jardines para polinizadores de la UAEM considerando la riqueza y abundancia de las especies de colibríes que los visitan.

5.2 Objetivos específicos

- Monitorear las especies de colibríes, su riqueza y abundancia en ocho puntos de observación: cuatro jardines para polinizadores y cuatro áreas verdes dentro de la UAEM.
- Comparar la similitud de los ocho puntos de observación con las abundancias totales.
- Evaluar la interacción entre las especies de colibríes y las especies de plantas visitadas por ellos.
- Evaluar la respuesta de los colibríes ante la perturbación por la intensidad de ruido ambiental en los ocho puntos de observación.

6. MÉTODOS

6.1 Área de estudio

El campus norte de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos está ubicado en el poblado de Chamilpa, al norte de la ciudad de Cuernavaca, Morelos, México (18.9776, 18.9881 N y -99.2267, -99.2427 O). Ocupa un área de aproximadamente 85.9 ha, con altitud de entre los 1850-1950 msnm. La zona presenta clima tipo (A)Cb(w₂)(w)ig, semicálido el más cálido de los templados, con precipitaciones en verano, el más húmedo de los subhúmedos, con presencia de canícula y % de lluvia invernal menor de 5. Temperatura anual entre 18-22°C y precipitaciones promedio anual de 1000 mm (Taboada *et al.*, 2009; Ruiz, 2015).



Figura 3. Polígono de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Los números indican los jardines y las áreas verdes que se monitorearon. Fuente: Google Earth, 2023.

Puntos de observación

Se tomaron en cuenta cuatro jardines para polinizadores ubicados en el campus norte de la UAEM: 1) Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), 2) Centro de Investigación en Ciencias Cognitivas (CINCCO), 3) Biblioteca Central Universitaria, y 4) Centro de

Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIBYC) (Figura 3), cada uno varía en secciones y configuración de plantas (Anexo 1). De igual manera se tomaron en cuenta cuatro áreas verdes dentro del campus: 5) Polideportivo 1 (POL 1), 6) Dirección de Cultura (DC), 7) Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) y 8) Jardín Botánico (JB) (Figura 3) (Anexo 2).

Anteriormente se muestrearon otros tres jardines para polinizadores (Jardín botánico, Escuela de Técnicos Laboratoristas y Facultad de Ciencias Biológicas), los cuales, por su poco mantenimiento y por un proceso de remoción por construcción se optó descartarlos. Por consiguiente, se decidió añadir las cuatro áreas verdes tanto para compensar la ausencia de estos jardines, así como para contrastar lo observado entre unos y otros y así complementar el proyecto de investigación.

Muestreo de colibríes

Los monitoreos se realizaron durante tres días por semana entre los meses de agosto del 2022 a abril del 2023, iniciando a las 08:00 horas. Se tomaron como puntos de observación los cuatro jardines para polinizadores y las cuatro áreas verdes destinándoles 30 minutos de esfuerzo de monitoreo a cada uno (Arizmendi *et al.*, 2008; Gallina-Tessaro y López-González, 2012). Se registraron las visitas de colibríes a las flores, las especies de colibríes que visitaron a las especies de plantas con flor y la actividad de los alrededores. Se anotaron en una tabla, el número del jardín, fecha, hora, temperatura, peatones, ruido ambiental, especie de colibrí, comportamiento de los colibríes y planta visitada, además que se registró el número de flores por especie dentro de los jardines. Para realizar el muestreo, se utilizaron binoculares Bushnell (8x42), reloj, tabla de registro de datos (anexo 3), guías de campo de Van Perlo (2006) y Arizmendi y Berlanga (2014), sonómetro y aplicaciones para identificar a las especies de colibríes por las vocalizaciones como *Merlin Bird ID* (Merlin Bird ID por Cornell Lab, 2014) y *BirdNet* (Kahl, 2019).

Identificación de especies de plantas

Se identificaron las especies de plantas por jardín y por área verde con ayuda de la aplicación PlantNet (Goëau *et al.*, 2014) en donde se identificaron con base en las características morfológicas de la flor y de la hoja.

Fenología de la floración de las plantas

La fenología de la floración es la producción periódica de las estructuras vegetativas y reproductivas de las plantas (Parada-Quintero *et al.*, 2012). En los jardines se registró el número de flores expuestas por cada especie de planta por mes (anexo 3) durante los ocho meses de muestreo.

Análisis estadísticos

Todos los datos recolectados en las tablas de registro durante los monitoreos se copiaron a una hoja de Excel. La riqueza específica se midió por cada punto de observación, es decir, por cada jardín y área natural. Se implementó una evaluación de la riqueza se empleó estimadores no paramétricos de riqueza como: Chao 1 y Jack 1 dentro de los ocho puntos de observación. Para obtener lo establecido se utilizó el programa EstimateS (Colwell, 2013). La abundancia se expresó por medio de índices de abundancia relativa (el número de individuos detectados por unidad de esfuerzo). Se utilizaron índices directos, que son índices de abundancia relativa que se basan en conteos directos de aves detectados visual y auditivamente por unidad de esfuerzo. Basado en tiempo recorrido (permaneciendo en los sitios), en cada punto se registró el número de individuos observados o escuchados (González-García, 2011).

También se usó el programa GraphPad Prism 5 (GraphPad Software, 2007) en donde se realizó la prueba de *t* de Mann Whitney y un análisis de varianza de Kruskal-Wallis para calcular la comparación de abundancias entre los jardines y las áreas verdes; y cuantificar la comparación de plantas nativas con introducidas. La similitud entre los cuatro jardines y entre las cuatro áreas verdes se evaluó con las abundancias totales de cada punto de observación con un dendrograma, separando jardines y áreas verdes se empleó el índice de similitud Morisita-Horn del programa Past 4 (Hammer *et al.*, 2001). El ruido ambiental se midió con un sonómetro tres veces por muestreo, se calculó el promedio de cada muestreo para realizar una correlación entre promedios de ruido ambiental y abundancia de colibríes en el programa Statistica (StatSoft, 2004).

7. RESULTADOS

En la figura 4 se observa la abundancia de colibríes en los cuatro jardines. Se registraron ocho especies de colibríes, *Archilochus alexandri*, *Archilochus colubris*, *Cynanthus auriceps*, *Cynanthus latirostris*, *Phaeoptila sordida*, *Ramosomyia violiceps*, *Saucerottia beryllina* y *Selasphorus calliope*. En los ocho meses de monitoreo se observaron 67 individuos de colibríes. *Cynanthus latirostris* es la especie más abundante con 19 individuos y *Archilochus colubris* la especie menos observada con un solo individuo.

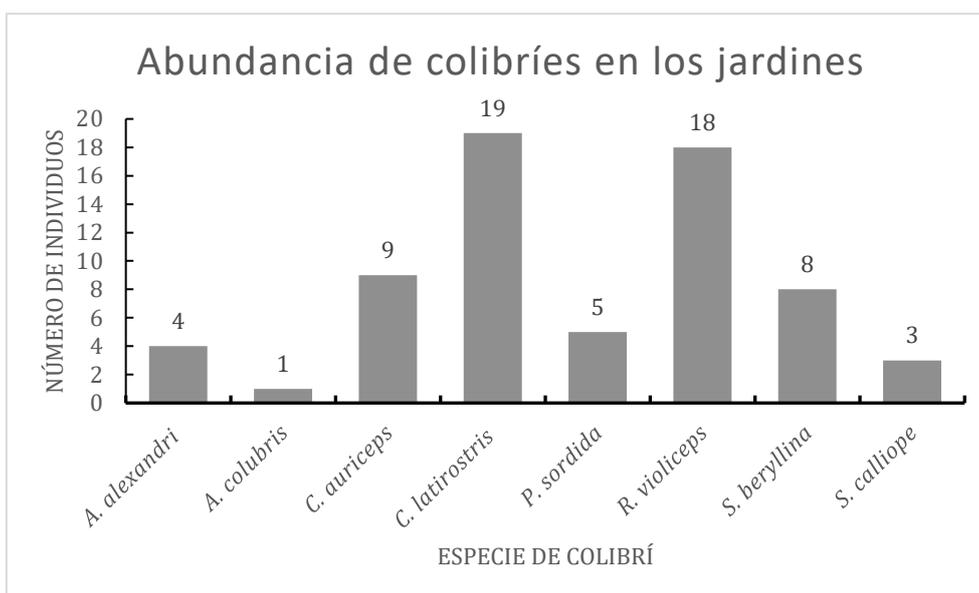


Figura 4. Abundancia de colibríes en los jardines. De acuerdo al número de individuos y las diferentes especies de colibríes.

En la figura 5 se observa la abundancia de colibríes en las cuatro áreas verdes. Se registraron seis especies diferentes de colibríes; *Basilinna leucotis*, *Cynanthus auriceps*, *Cynanthus latirostris*, *Phaeoptila sordida*, *Ramosomyia violiceps* y *Saucerottia beryllina*. En dos meses de monitoreo se observaron 47 individuos de colibríes. *Ramosomyia violiceps* es la especie más abundante con 21 individuos y *Saucerottia beryllina* la especie menos vista con un solo individuo.

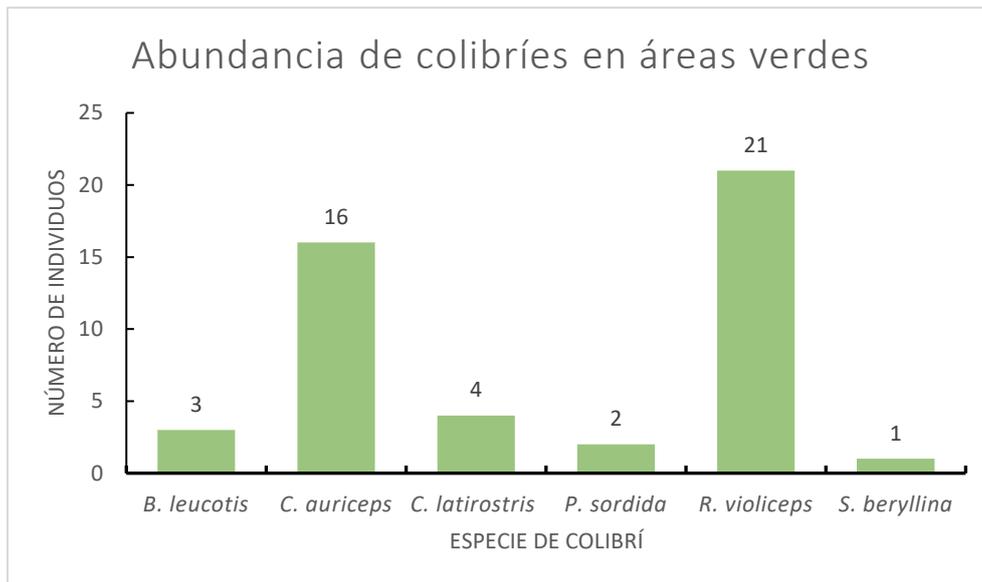


Figura 5. Abundancia de colibríes en las áreas verdes. De acuerdo al número de individuos y las diferentes especies de colibríes.

En total se registraron 67 individuos repartidos en los cuatro jardines, siendo el jardín de la biblioteca en el que se registraron 32 individuos de colibríes, después el del ICE con 23 y el CIBYC con 12 individuos. En el caso del jardín del punto de observación 2 (CINCCO) no hubo individuos registrados durante los ocho meses de muestreo (figura 6).

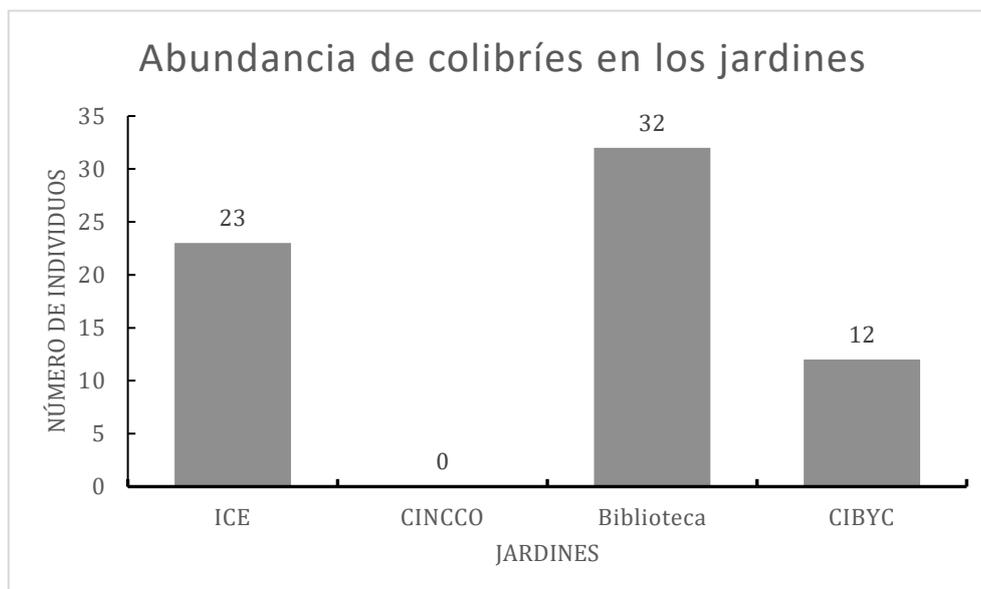


Figura 6. Abundancia de colibríes en los jardines. De acuerdo al número de individuos y los cuatro jardines.

En las áreas verdes en total se registraron 47 individuos. El polideportivo 1 (POL 1) el punto más abundante con 21 individuos de colibríes y el CIB fue el punto con 5 individuos registrados (figura 7).

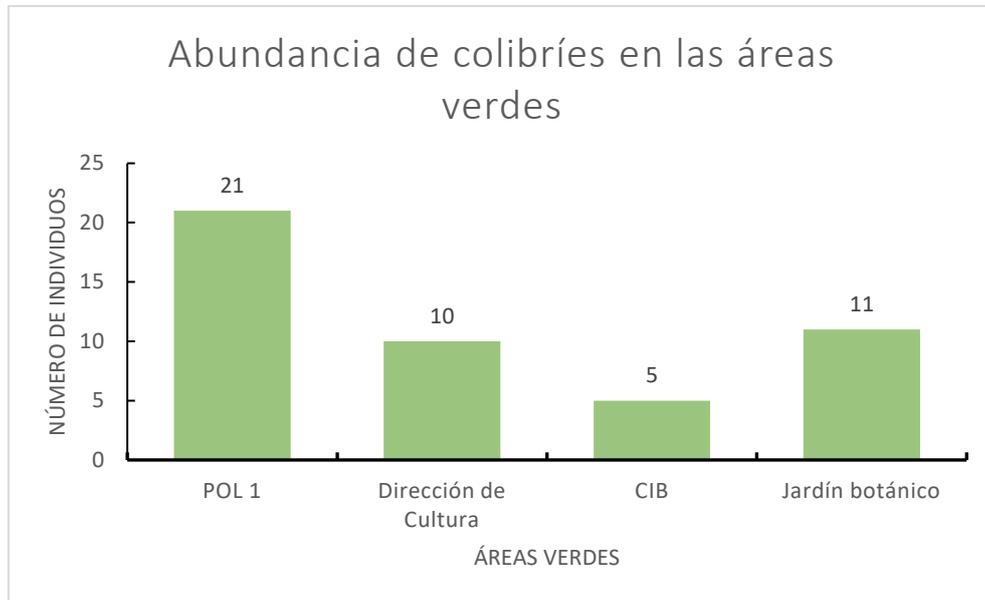


Figura 7. Abundancia de colibríes en las áreas verdes. Tomando en cuenta el número de individuos y los cuatro jardines.

La riqueza de la biblioteca es mayor a los otros tres jardines con siete especies de colibríes, después el CIBYC con cuatro especies y el ICE con tres especies de colibríes. Cabe destacar que el CINCCO no tuvo visitas por parte de los colibríes (figura 8).

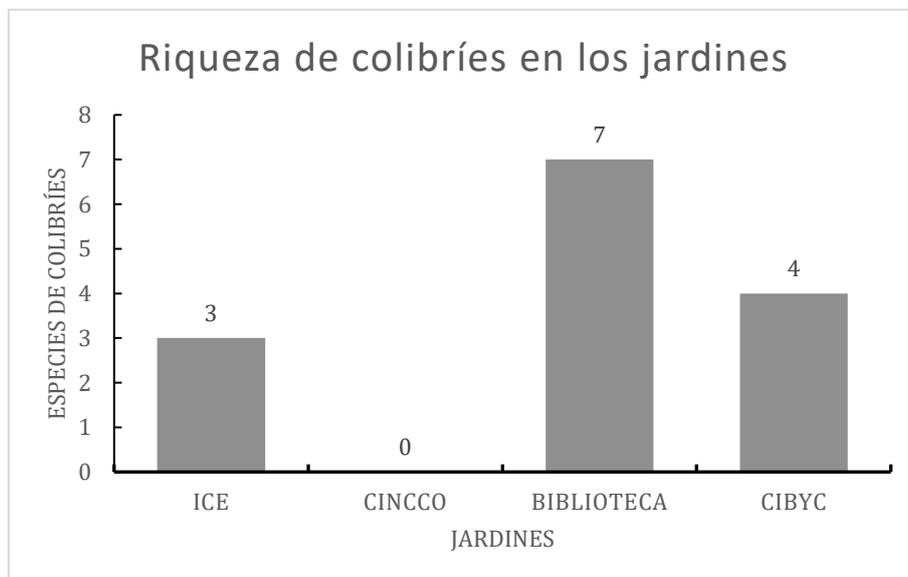


Figura 8. Riqueza de colibríes en los jardines.

En la figura 9 observamos la riqueza de las áreas verdes. El jardín botánico es el punto más rico con cinco especies de colibríes y los menos ricos son la dirección de cultura y el CIB con dos especies observadas.

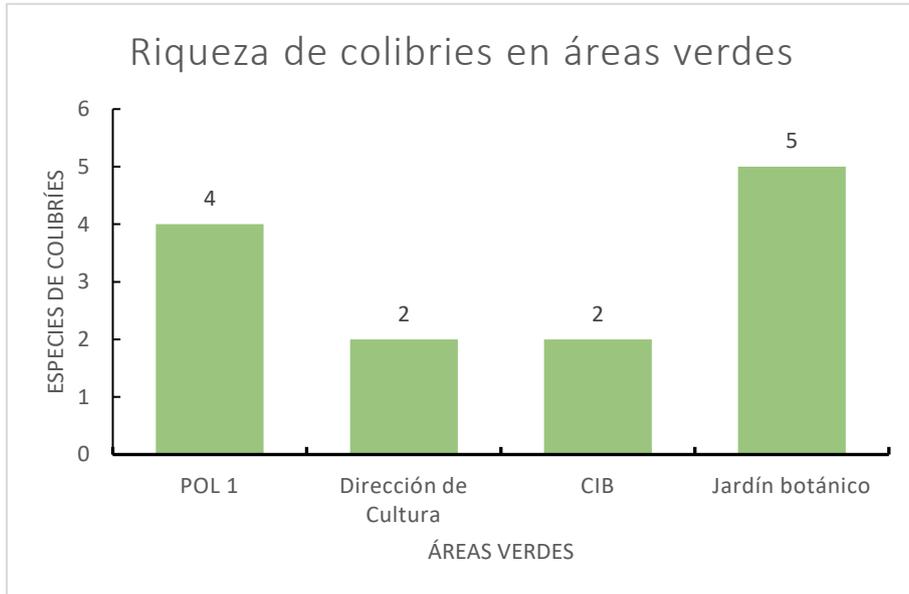


Figura 9. Riqueza de colibríes en las áreas verdes.

En la figura 10 se muestran los estimadores de riqueza dentro de los jardines durante los ocho meses de monitoreo. El estimador de riqueza S(est) nos indica las ocho especies de colibríes observadas durante los monitoreos, mientras que Jack 1 y Chao 1 nos exponen la posibilidad de encontrar otras dos y cuatro especies más dentro de los jardines.

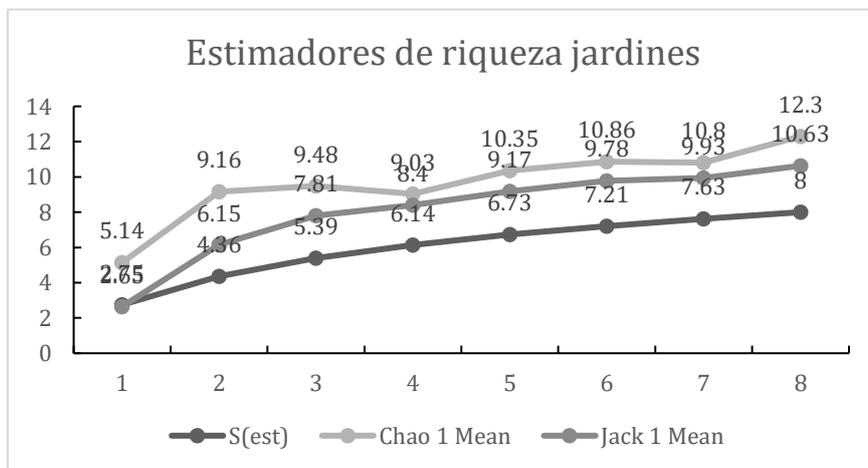


Figura 10. Estimadores de riqueza en los jardines. Los estimadores no paramétricos de riqueza Chao 1 y Jack 1 nos exponen la posibilidad de encontrar otras cuatro y dos especies más de colibríes respectivamente.

En la figura 11 se observan los estimadores de riqueza dentro de las áreas verdes durante los dos meses de monitoreo. El estimador de riqueza S(est) nos expone las seis especies de colibríes vistas durante los monitoreos, mientras que Jack 1 con el valor 6.92 nos expone la posibilidad de encontrar otra especie dentro de las áreas verdes.

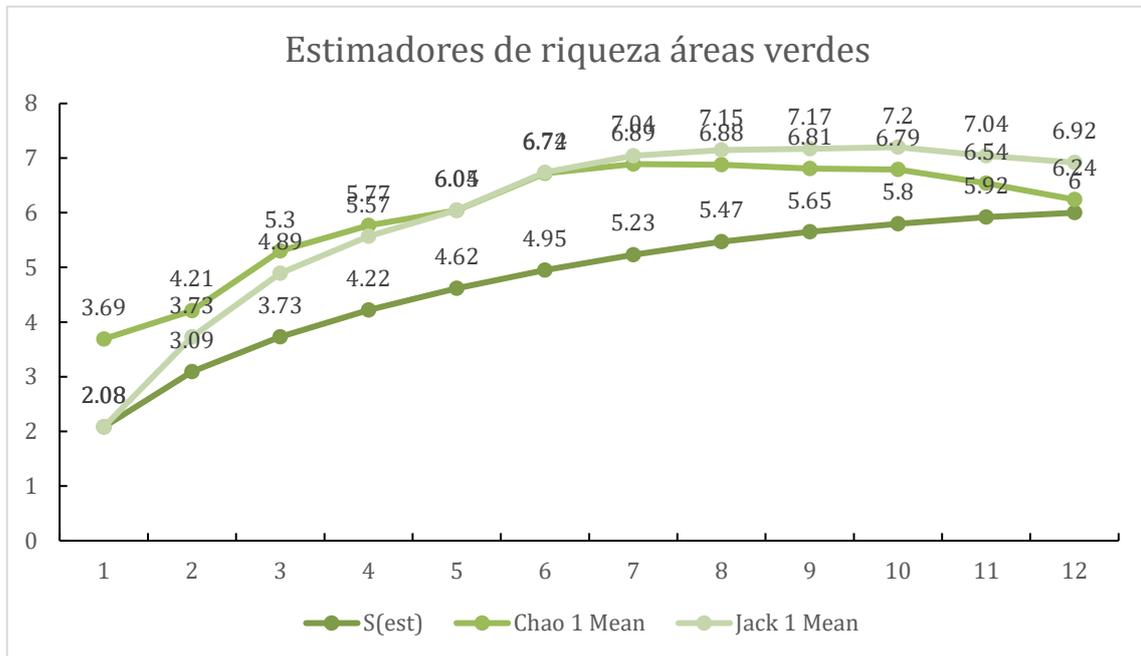


Figura 11. Estimadores de riqueza en las áreas verdes. El estimador Jack 1 nos expone la posibilidad de encontrar una especie más de colibrí.

La riqueza (S) y la abundancia (H) fue mayor en los jardines mientras que la diversidad fue mayor en las áreas verdes (tabla 1).

Tabla 1. Jardines vs. Áreas verdes (riqueza, diversidad y abundancia).

PUNTOS DE OBS.	JARDINES	ÁREAS VERDES
RIQUEZA (S)	8	6
DIVERSIDAD (H)	1.41	1.87
ABUNDANCIA	67	47

En la figura 12 se tomó en cuenta la abundancia de colibríes en los meses de marzo y abril. Se observa que las áreas verdes son más abundantes a comparación de los jardines durante estos últimos dos meses, lo cual hace que difieran bastante de acuerdo con la prueba Mann Whitney ($p=0.045$) dicho valor es significativo.

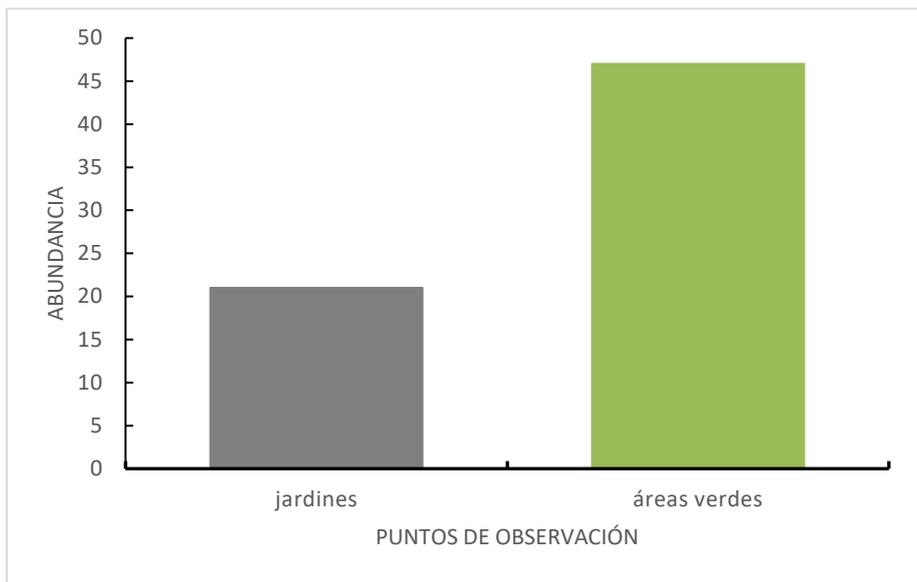


Figura 12. Comparación de jardines y áreas verdes con respecto a la abundancia. En los meses de marzo y abril.

En la figura 13 se puede observar la comparación de abundancias entre los jardines y las áreas verdes separados por los meses marzo y abril. Se observa que en las áreas verdes el mes más abundante fue marzo y el menos abundante fue marzo en los jardines. Las áreas verdes son más abundantes durante estos dos meses que los jardines. De acuerdo con la prueba Kruskal-Wallis $p=0.138$.

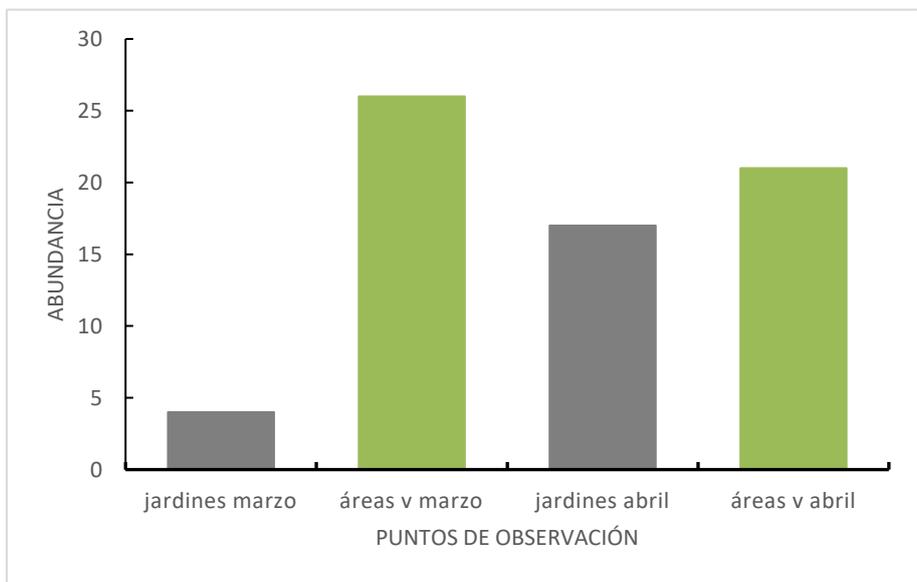


Figura 13. Comparación entre jardines y áreas verdes con respecto a la abundancia. Se tomaron los puntos de observación separado por meses.

En los jardines se observó una similitud de 0.75 entre el jardín de la biblioteca y el jardín del CIBYC con respecto a la riqueza de colibríes, estos mismos difieren del jardín del ICE con un 0.48 de similitud y por último estos tres difieren bastante con el jardín del CINCCO, lugar en donde no se registraron visitas por parte de colibríes (Figura 14).

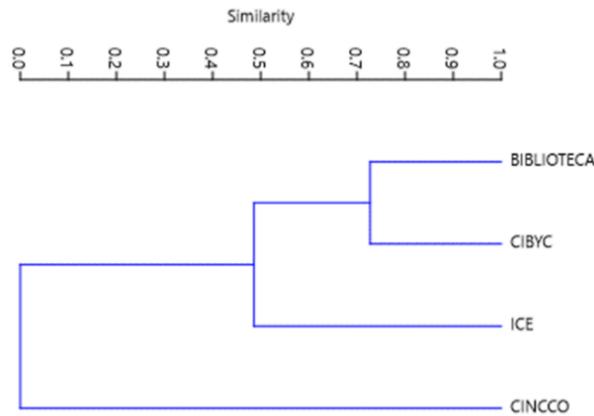


Figura 14. Dendrograma de jardines. Utilizando el índice de Morisita-Horn.

Mientras que en las áreas verdes se muestra que los puntos de observación más similares son el polideportivo 1 (POLI 1) y la dirección de cultura (DC) con un valor de 0.67 y estos difieren del jardín botánico (JB) con un valor de 0.47 de similitud y el CIB es el que más difiere de los otros tres puntos de observación con un valor de 0.37 (figura 15).

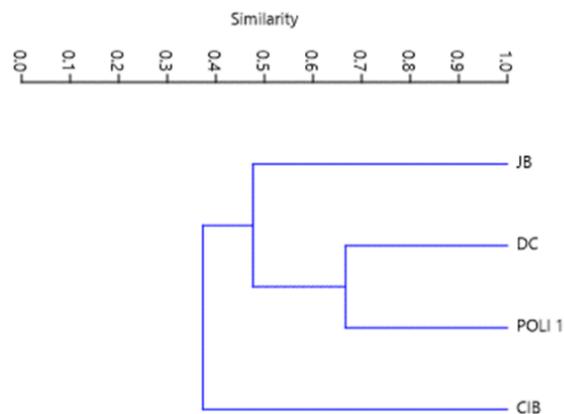


Figura 15. Dendrograma de áreas verdes. Utilizando el índice de Morisita-Horn.

En la figura 16 se muestra la afinidad de los colibríes hacia las plantas de los jardines. En cuanto a *Cynanthus latirostris* se observa una afinidad hacia cinco plantas; *Agastache mexicana*, *Lantana camara*, *Justicia spicigera*, *Salvia leucantha* y *Salvia microphylla*; por otro lado, *Selasphorus calliope* y *Archilochus colubris* solo interactuaron con *Agastache mexicana* y *Salvia coccinea* respectivamente. Además, se observa que *Agastache mexicana* fue preferida por cinco especies de colibríes.

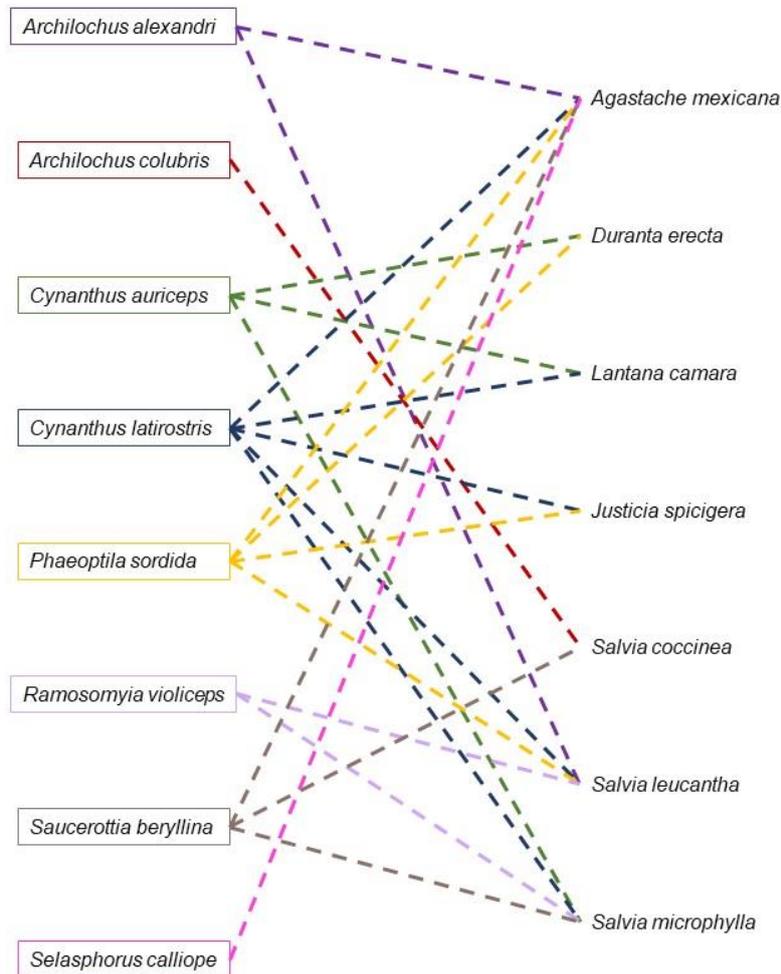


Figura 16. Afinidad de plantas por colibríes en los jardines.

Mientras que *Salvia leucantha* tuvo más visitas (21) por individuos y las menos visitadas fueron *Duranta erecta* y *Salvia coccinea* con solo dos visitas en ambas plantas. Todas las especies señaladas en las figuras 16 y 17 son nativas.

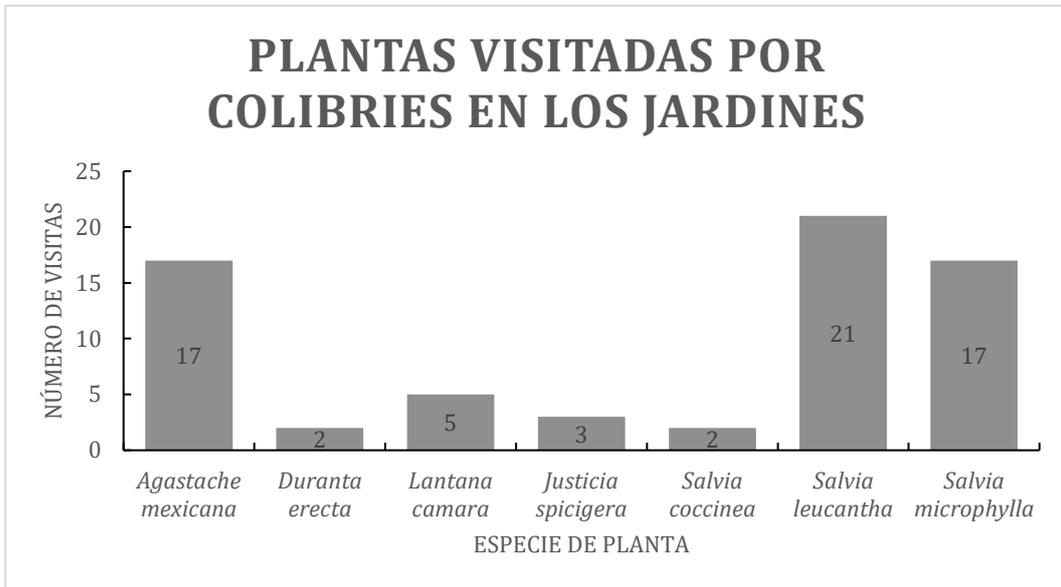


Figura 17. Plantas visitadas por colibríes en los jardines.

En la figura 18 se observa que *Leonotis nepetifolia* tuvo el mayor número de visitas (19) por individuos de colibríes, mientras que *Ipomoea arborescens*, *Tecoma stans* y *Wigandia urens* tuvieron solo cuatro visitas cada una.

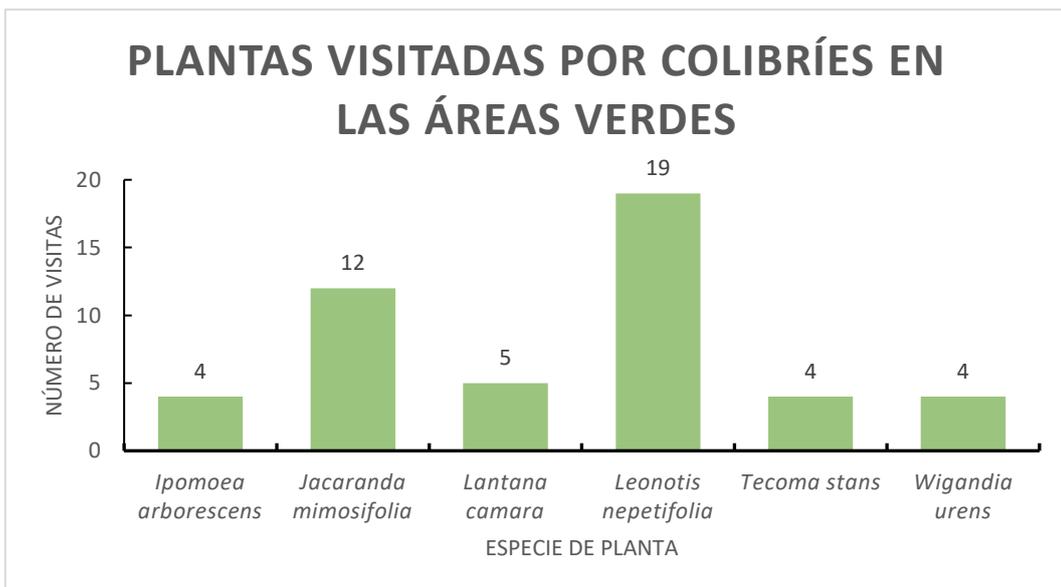


Figura 18. Plantas visitadas por colibríes en las áreas verdes.

Por otra parte, en la figura 19 se muestra la afinidad de los colibríes hacia las plantas dentro de las áreas verdes. *Cynanthus auriceps* y *Ramosomyia violiceps* son las especies que interactuaron con cuatro especies de planta. *Cynanthus auriceps* con *Lantana camara*,

Leonotis nepetifolia, *Tecoma stans* y *Wigandia urens*; y *Ramosomyia violiceps* con *Ipomoea arborescens*, *Jacaranda mimosifolia*, *Lantana camara* y *Leonotis nepetifolia*. La única especie que tuvo afinidad a una sola planta fue *Saucerottia beryllina* visitando a *Tecoma stans*. También se puede observar que *Leonotis nepetifolia* fue visitada por cinco especies de colibríes.

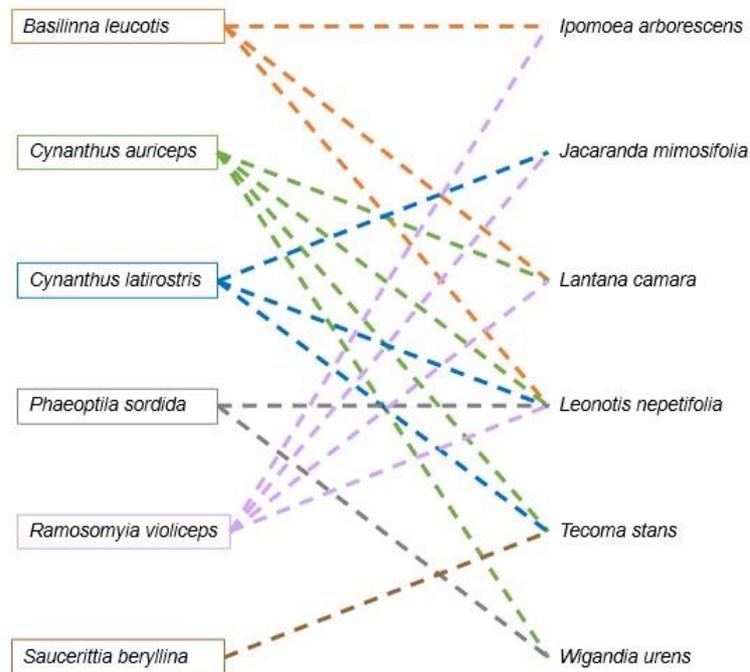


Figura 19. Afinidad de plantas por colibríes en las áreas verdes.

En la figura 20 se observa la correlación entre el número de flores y las visitas de colibríes en los jardines en donde se señala que el número de flores no es significativo ($p=0.514$) para la cantidad de visitas por colibríes.

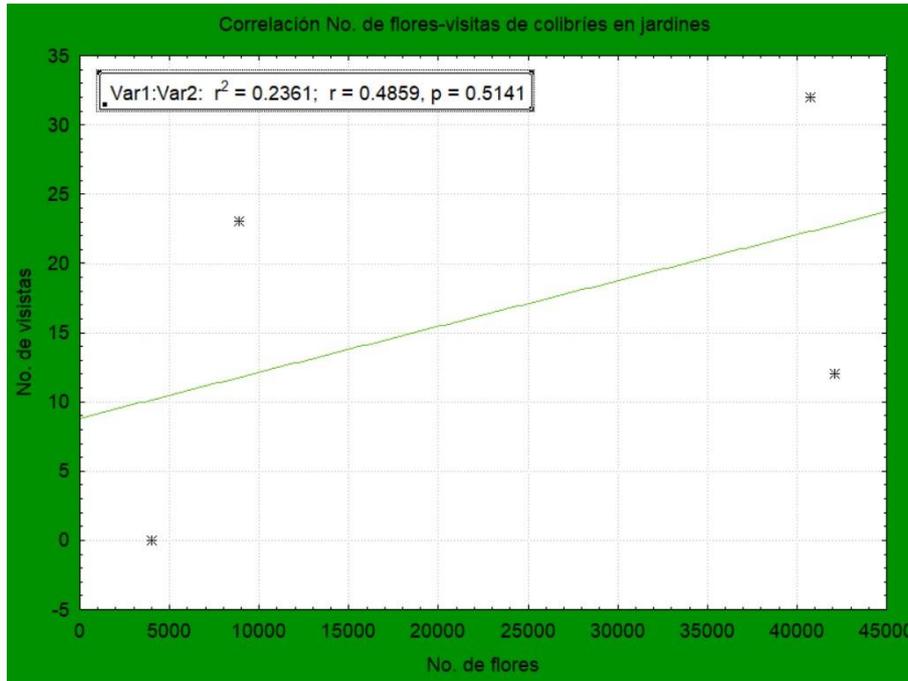


Figura 20. Correlación entre número de flores-visitas en los jardines.

Con respecto a la comparación de plantas nativas y plantas introducidas dentro de los jardines y las áreas verdes se puede observar que a pesar de que las nativas tuvieron menos visitas no es significativo ($p=0.124$).

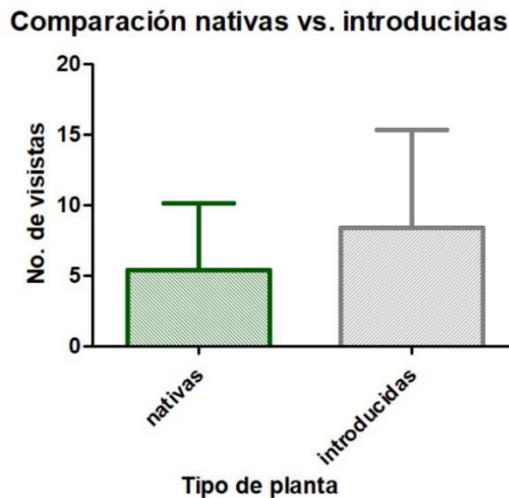


Figura 21. Comparación plantas nativas vs. Introducidas.

En la figura 22 se observa una correlación entre ruido ambiental-abundancia en los jardines, y se muestra que el ruido no es significativo ($p= 0.060$) para el número de visitas de colibríes.

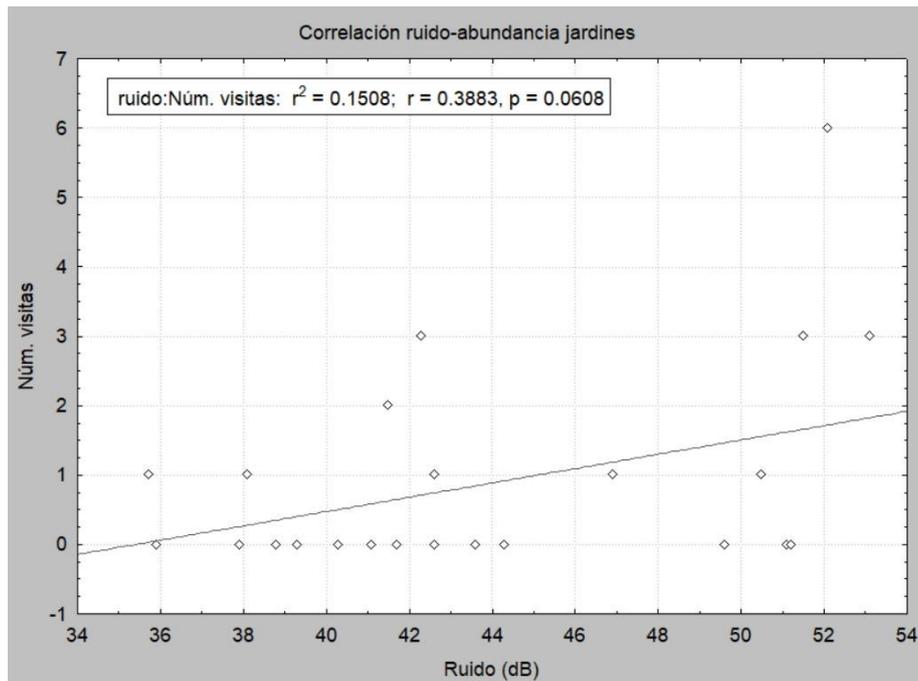


Figura 22. Correlación entre ruido-abundancia en los jardines.

Mientras que en la figura 23 se observa una correlación entre ruido ambiental-abundancia en las áreas verdes y de igual manera se muestra que el ruido no es significativo ($p=0.322$) con respecto a las visitas por colibríes.

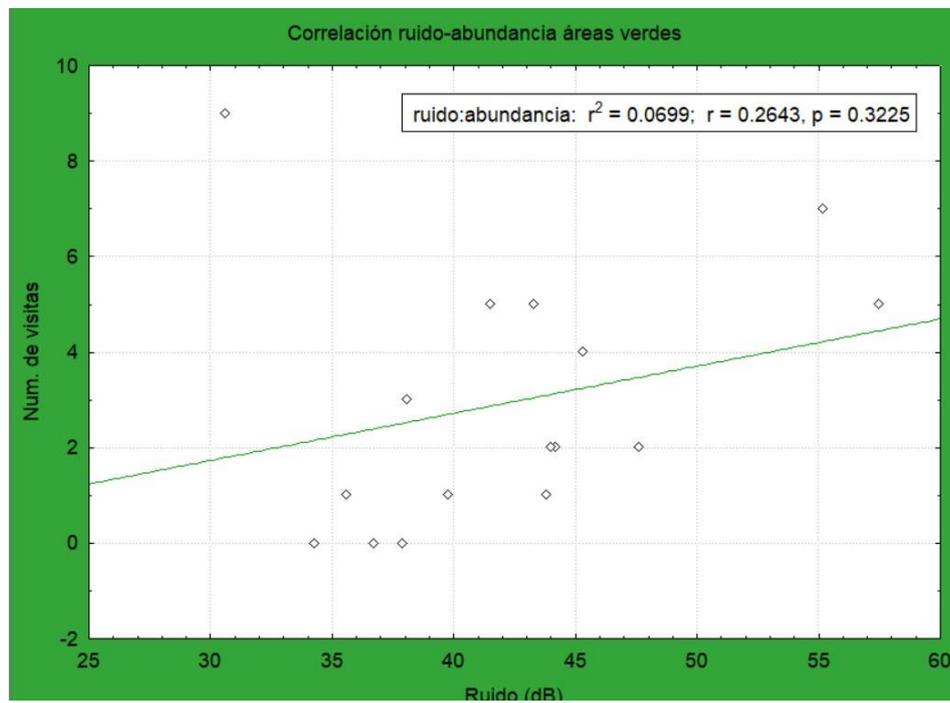


Figura 23. Correlación entre ruido-abundancia en las áreas verdes.

8. DISCUSIÓN

En el presente estudio se documentó una riqueza de nueve especies de colibríes en ocho puntos de observación divididos en cuatro jardines (8 especies) para polinizadores y cuatro áreas verdes (6 especies) dentro de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos entre los meses de agosto a diciembre 2022 y de febrero a abril 2023. En los jardines se documentaron ocho especies de colibríes de las cuales *Cynanthus latirostris* es la especie más observada. De acuerdo con Arizmendi y Berlanga (2014), *Cynanthus latirostris* es una de las especies más observadas en los jardines urbanos. En las áreas verdes se documentaron seis especies de colibríes siendo *Ramosomyia violiceps* la más abundante que, de acuerdo con Ruiz (2015), es una especie de colibrí con una abundancia significativa dentro de la UAEM.

En cuanto a la abundancia se destaca que el jardín de la biblioteca fue el más rico y abundante con siete especies y 32 individuos de colibríes avistados; como se observa en el (anexo 1) el jardín de la biblioteca presenta un considerable número de especies de plantas nativas, además, es el de mayor área de los otros tres jardines lo que, de acuerdo con Arathi *et al.* (2018), jardines con mayor extensión atraen un considerable número de especies de colibríes. Cabe señalar que para que los jardines obtengan visitas debe de haber un número importante de personas en su diseño, establecimiento y funcionamiento, además, de brindarle un buen mantenimiento (Mercado *et al.*, 2021), lo cual explica el nulo avistamiento de colibríes en el jardín del CINCCO debido a su escaso mantenimiento. Es importante mencionar que anteriormente se muestreaban otros tres jardines para polinizadores (Jardín botánico, Escuela de Técnicos Laboratoristas y Facultad de Ciencias Biológicas), los cuales por la construcción de edificios y su poco y/o nulo mantenimiento se descartaron.

En las áreas verdes se observa que el punto más abundante fue el polideportivo 1 con 21 individuos y el jardín botánico el más rico con cinco especies de colibríes observadas. De igual forma se aprecia que la riqueza y abundancia es mayor en los jardines que en las áreas verdes. No obstante MacGregor-Fors y Ortega-Álvarez (2013), señalan que, conforme aumenta el grado de urbanización la riqueza tiende a disminuir, mientras que la abundancia de algunas especies de aves aumenta y las comunidades son más dominadas y tienden a la homogenización biótica. Cabe recalcar que durante los últimos dos meses de muestreo (marzo y abril) las áreas verdes fueron las más abundantes. Fuentes (2010), realizó una

investigación en un jardín botánico en Colombia y menciona que los colibríes se benefician de las áreas verdes porque existe una mayor riqueza y abundancia de árboles, arbustos y flores. Hay que tomar en cuenta que las áreas verdes se estuvieron monitoreando en primavera por lo que hay más oferta floral.

Por otra parte, la comparación entre jardines en el dendrograma recalca la diferencia entre el CINCCO y los otros tres jardines; siendo la falta de mantenimiento, su corta extensión y su poca oferta floral su nulo éxito (Mercado *et al.*, 2021). Con respecto a las áreas verdes el punto que más difiere es el del CIB que, como Díaz (2016) expresa, la abundancia y distribución de los colibríes depende fuertemente de la disponibilidad de flores/néctar en el ambiente.

Las interacciones colibrí-planta registradas en los jardines infieren que *Cynanthus latirostris* tiene afinidad a un número mayor de plantas (cinco especies). En un estudio realizado por Magaña (2020), obtuvo que *Cynanthus latirostris* tuvo afinidad a 14 especies de plantas y en el caso de Rodríguez (2020) dicha especie interactuó con otras 12 especies de plantas, siendo la especie que interactuó con más angiospermas. Con respecto a los jardines para polinizadores monitoreados, la planta más visitada por los individuos de colibríes fue *Salvia leucantha* con 21 visitas y de acuerdo con Arizmendi *et al.* (1994), reportan que el género *Salvia* es preferido por los colibríes, principalmente por las características morfológicas como corolas tubulares, colores brillantes y con poco polen (Aguado *et al.*, 2015), lo cual permite comprobar la coevolución flor-polinizador (ornitofilia) (Anderson *et al.*, 2016). Por otra parte, las siete plantas visitadas por los colibríes durante los ocho meses de muestreo son especies denominadas nativas, lo cual es un aspecto positivo, debido a que Arizmendi y Berlanga (2014) y Arathi *et al.* (2018), mencionan que el uso de plantas nativas en un jardín urbano contribuye a la conservación de polinizadores en áreas urbanas.

En contraste, en las áreas verdes la planta más visitada por los colibríes fue *Leonotis nepetifolia* con 19 visitas; una de las plantas introducidas que cumple con el síndrome de polinización (ornitofilia), roja-naranja, flores sin aroma y néctar protegido (Gill y Conway, 1979). A la vez dentro de las áreas verdes las interacciones colibrí-planta observadas infieren que *Cynanthus auriceps* y *Ramosomyia violiceps* son las especies que interactuaron con un mayor número de plantas (cuatro); *Lantana camara*, *Leonotis nepetifolia*, *Tecoma stans* y

Wigandia urens; *Ipomoea arborescens*, *Jacaranda mimosifolia*, *Lantana camara* y *Leonotis nepetifolia* respectivamente.

Por otra parte, la correlación entre el número de flores y las visitas de colibríes dentro de los jardines no es significativo ya que $p=0.514$ lo que indica que el número de flores no influye como tal en las visitas de colibríes; que con respecto a Stiles (1979) y Gutiérrez-Zamora y Rojas-Nossa (2001) la floración es un evento fenológico que afecta a muchos animales que dependen del néctar como recurso energético. En la comparación de plantas nativas contra introducidas dentro de los ocho puntos de observación se muestra que a pesar de que las plantas nativas obtuvieron menos visitas no difiere con respecto a las plantas introducidas ya que $p=0.124$ lo cual no es significativo.

Por último, la correlación entre el ruido ambiental y la abundancia de colibríes en los jardines no es significativo ya que $p=0.060$, indica que la variable del ruido no influye negativamente en las visitas de colibríes a los jardines. De la misma manera en las áreas verdes se concluye que el ruido ambiental no es significativo con una $p=0.322$ por lo tanto en estos puntos es menor la influencia del sonido con respecto a la abundancia. Un estudio realizado por Francis *et al.* (2009), menciona que los efectos de contaminación acústica repercuten en las comunidades al interrumpir o mejorar los servicios ecológicos, en el caso de la polinización la contaminación acústica aumentó indirectamente la polinización por colibríes que en contraste con Brancaccio-Pérez y Ortiz-Pulido (2024) indican que el ruido ambiental por arriba de los 70 dB tiene un efecto negativo en las comunidades de colibríes principalmente en su forrajeo.

9. CONCLUSIÓN

En los jardines para polinizadores del campus norte de la UAEM se registró una mayor riqueza y abundancia de colibríes que con respecto a las áreas verdes con las que se les comparó; validando la efectividad de los jardines para polinizadores. El jardín de la biblioteca fue el más abundante y rico de estos jardines mientras que el jardín botánico fue el área verde con mayor riqueza, mientras que la más abundante de colibríes fue el polideportivo 1.

La especie con más registros en los jardines fue *Cynanthus latirostris* con 19 individuos y en las áreas verdes fue *Ramosomyia violiceps* con 21 individuos avistados.

En cuanto a similitud en los jardines se observó una similitud de 0.75 entre el jardín de la biblioteca y el jardín del CIBYC mientras que con el ICE tienen una similitud de 0.48 y estos tres difieren con el jardín del CINCCO esto debido a la falta de mantenimiento del jardín y por ende del nulo avistamiento de colibríes. Por otro lado, en las áreas verdes se observa que las áreas más similares son el polideportivo 1 y la dirección de cultura con una similitud de 0.67 en tanto con el jardín botánico tienen una similitud de 0.47 siendo el CIB el punto que más difiere con un valor de 0.37.

Por otra parte, la especie de planta preferida por cinco especies de colibríes fue *Agastache mexicana*, sin embargo, la más visitada por los individuos de colibríes fue *Salvia leucantha* con 21 visitas y las menos visitadas fueron *Duranta erecta* y *Salvia coccinea* con solo dos visitas cada una. También se observó que las siete especies de plantas visitadas en los jardines son nativas y las introducidas no tuvieron visitas. Además, se advirtió que *Cynanthus latirostris* en los ocho meses de monitoreo interactuó con cinco plantas diferentes, siendo la especie de colibrí que tuvo más interacciones con más plantas.

En las áreas verdes la planta más visitada fue *Leonotis nepetifolia* con 19 visitas y de igual forma fue la que atrajo a más especies de colibríes (cinco). Mientras las que recibieron menos visitas fueron *Ipomoea arborescens*, *Tecoma stans* y *Wigandia urens* con cuatro visitas cada una. También se observó que las plantas más visitadas en las áreas verdes son introducidas a comparación de las plantas visitadas dentro de los jardines de polinizadores. Y tomando en cuenta los últimos tres meses de monitoreo las áreas verdes presentan más visitas por colibríes que los jardines para polinizadores. Las especies que interactuaron con

más plantas (cuatro) durante los tres meses de monitoreo en las áreas verdes fueron *Cynanthus auriceps* y *Ramosomyia violiceps*. Las plantas visitadas fueron *Lantana camara*, *Leonotis nepetifolia*, *Tecoma stans* y *Wigandia urens*; *Ipomoea arborescens*, *jacaranda mimosifolia*, *Lantana camara* y *Leonotis nepetifolia* respectivamente.

Además, se registra que el número de flores dentro de los jardines no afectan las visitas de colibríes; además, la comparación entre las plantas nativas y las introducidas no es significativa; y se comprobó que en los ocho puntos de observación el ruido ambiental no es significativo por lo tanto no afecta negativamente las visitas de los colibríes, que es el único punto en la hipótesis que se rechaza.

Por último, en el anexo 4 se dejan recomendaciones de plantas nativas de México para atraer a colibríes a tu jardín para polinizadores.

10. LITERATURA CITADA

- Aguado, M. O. L., Fereres, C. A. y Viñuela, S. E. (2015).** Guía de campo de los polinizadores de España.
- Alavez, V., Vega, M., Hernández, T. A., Escalante, A. E., Arroyo, L. D. y Wegier, A. (2019).** Enfrentando el reto de evaluar los daños ambientales ocasionados por organismos genéticamente modificados. Antropización: primer análisis integral, IBUNAM, CONACYT. pp. 125-148.
- Alisson, E. (2015).** El cambio climático provoca alteraciones en el comportamiento de los colibríes. Agência FAPESP. [https://agencia.fapesp.br/el-cambio-climatico-provoca-
alteraciones-en-el-comportamiento-de-los-colibries/21891](https://agencia.fapesp.br/el-cambio-climatico-provoca-alteraciones-en-el-comportamiento-de-los-colibries/21891)
- Anderson, S. H., Kelly, D., Robertson, A. W. y Ladley, J. J. (2016).** Pollination by birds. In Why birds matter: Avian ecological function and ecosystem services (pp. 73-107). The University of Chicago Press.
- Arathi, H. S., Davidson, D., y Mason, L. (2018).** Cómo crear hábitats para polinizadores. Tesis doctoral. Colorado State University.
- Arias, O. R. E., Charpentier, D. R. E., Chaves, J. M. V., Rodríguez, R. D. K. y Villalobos, V. S. J. (2021).** Interpretación ambiental para el Jardín de Polinizadores en la Reserva Natural Madre Verde, Palmares, Costa Rica. 35 p.
- Arizmendi, M. D. C. (2009).** La crisis de los polinizadores. Biodiversitas, 85, 1-5.
- Arizmendi, M. D. C. y Berlanga, G. H. (2014).** Colibríes de México y Norteamérica. Hummingbirds of Mexico and North America. CONABIO. México. 160 pp.
- Arizmendi, M. D. C. y Rodríguez-Flores, C. I. (2012).** How many plant species do hummingbirds visit? ¿Cuántas especies de plantas son visitadas por los colibríes? Ornitología Neotropical, 23, 71-75.
- Arizmendi, M. D. C., Espinosa de los Monteros, A., Ornelas, J. F., Morales, A., Acosta, I., Moreno, J. y Pérez, L. (1994)** Las plantas polinizadas por colibríes en el Pedregal de San Ángel. Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo. Centro de Ecología, UNAM. Ciudad de México.
- Arizmendi, M. D. C., López-Saut, E., Monterrubio-Solís, C., Juárez, L., Flores-Moreno, I. y Rodríguez-Flores, C. (2008).** Efecto de la presencia de bebederos artificiales sobre la diversidad y abundancia de los colibríes y el éxito reproductivo de dos especies de plantas en un parque suburbano de la ciudad de México. Ornitología Neotropical, 19, 491-500.

- Arizmendi**, M. D. C., Nuñez, R. L. E., Meneses, R. M. D. R., Rodríguez-Flores, C. I., Almeida, G., Navarro, L., Prado, H. B. C. y Berlanga, H. (2020). Jardines para polinizadores: una herramienta para la conservación. UNAM, Ciudad de México.
- Ashworth**, L., Quesada, M., Casas, A., Aguilar, R. y Oyama, K. (2009). Pollinator-dependent food production in Mexico. *Biological Conservation*, 142:1050–1057. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320709000512>
- Baldock**, K. C., Goddard, M. A., Hicks, D. M., Kunin, W. E., Mitschunas, N., Morse, H., Osgathorpe, L. M., Potts, S. G., Robertson, K. M., Scott, A. V., Staniczenko, P. P. A., Stone, G. N., Vaughan, I. P. y Memmott, J. (2019). A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities. *Nature ecology & evolution*, 3(3), 363-373.
- Bartomeus**, I. y Bosch, J. (2018). Pérdida de polinizadores: evidencias, causas y consecuencias. *Ecosistemas*, 27(2), 1-2.
- Bradbear**, N. (2005). La apicultura y los medios de vida sostenible. Folleto de la FAO sobre diversificación, 1.
- Braman**, S. K., y Griffin, B. (2022). Opportunities for and impediments to pollinator conservation in urban settings: A review. *Journal of Integrated Pest Management*, 13(1), 6. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmac004>
- Brancaccio-Pérez**, E., y Ortiz-Pulido, R. (2024). Urban noise effects on foraging activity of a hummingbird community. *The Wilson Journal of Ornithology*.
- Cohen**, H., Philpott, S. M., Liere, H., Lin, B. B., y Jha, S. (2021). The relationship between pollinator community and pollination services is mediated by floral abundance in urban landscapes. *Urban Ecosystems*, 24, 275-290.
- Colwell**, R. K. (2013). EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Share Species from Samples (9). purl.oclc.org/estimates.
- Comisión Estatal de Biodiversidad**. (2019). Colibríes de Morelos [Fotografía]. SDS, CONABIO. Morelos.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad**. (2022). Polinización. Biodiversidad mexicana. CONABIO. México. <https://biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesose/polinizacion/>
- Croci**, S., Butet, A., & Clergeau, P. (2008). Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits. *The Condor*, 110(2), 223-240. <https://academic.oup.com/condor/article/110/2/223/5152371?login=false>

- Díaz, V.** (2016). Historia Natural, Ecología, y Análisis de la Interacción Planta-Colibrí en un Paisaje Mexicano, Bajo dos Aproximaciones Teóricas: Escalamiento en Ecología y Redes de Interacciones Complejas. Tesis doctoral. Universidad de Alicante, Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales.
- Dicks, L. V., Viana, B., Bommarco, R., Brosi, B., Arizmendi, M. D. C., Cunningham, S. A., Galetto, L., Hill, R., Lopes, A. V., Pires, C., Taki, H. y Potts, S. G.** (2016). Ten policies for pollinators. *Science*, 354(6315), 975-976.
- Escobar-Ibáñez, J. F. y MacGregor-Fors, I.** (2016). Consecuencias de la urbanización (El caso de las aves). 3E Cultura, Dirección de Comunicación de la Ciencia, UV. Diario de Xalapa. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/48558/119-060916.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Escobar-Ibáñez, J. F. y MacGregor-Fors, I.** (2017). What's new? An updated review of avian ecology in urban Latin America. *Avian ecology in Latin American cityscapes*, 11-31.
- Francis, C. D., Ortega, C. P. y Cruz, A.** (2009). Noise pollution changes avian communities and species interactions. *Current biology*, 19(16), 1415-1419.
- Fuentes, P. G. E.** (2010). Caracterización de la avifauna del jardín botánico de Cali y Ecoparque Rio Cali. Tesis de licenciatura. Universidad del Valle.
- Gallina-Tessaró, S. y López-González, C.** (2012). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE-SEMARNAT. México, D.F. 377 pp.
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J. M., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Carvalheiro, L. G., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Greenleaf, S. S., Holzschuh, A., Isaacs, R., Krewenka, K., Mandelik, Y., Mayfield, M. M., Morandin, L. A., Potts, S. G., Ricketts, T. H., Szentgyörgyi, H., Viana, B. F., Westphal, C., Winfree, R. y Klein, A. M.** (2011). Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honeybee visits. *Ecology Letters*, 14, 1062-1072.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1461-0248.2011.01669.x>
- Gill, F. B., y Conway, C. A.** (1979). Floral biology of *Leonotis nepetifolia* (L.) R. Br. (Labiatae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 244-256. <https://www.jstor.org/stable/4064790>
- Goëau, H. et al.,** (2014). Pl@ntNet Plant Identification. Android port and new features. Demonstration [Aplicación móvil]. <https://identify.plantnet.org/es>

- González-García**, F. (2011). Métodos para contar aves terrestres. En Manual de técnicas para el estudio de la fauna. 1, 86-123.
- GraphPad Software**, Inc. (2007). GraphPad Prism (5.0). www.graphpad.com
- Gutiérrez-Zamora**, E. A. y Rojas-Nossa, S. V. (2001). Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en ecosistemas altoandinos del volcán Galeras, sur de Colombia. Tesis de pregrado. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Hammer**, Ø., Harper, D. A. y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología electrónica*, 4(1), 9.
- Hobbs**, R. J., Arico, S., Aronson, J., Baron, J. S., Bridgewater, P., Cramer, V. A., Epstein, P. R., Ewel, J. J., Klink, C. A., Lugo, A. E., Norton, D., Ojima, D., Richardson, D. M., Sanderson, E. W., Valladares, F., Vilá, M., Zamora, R. y Zobel, M. (2006). Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global ecology and biogeography*. 15(1), 1-7. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1466-822X.2006.00212.x>
- Kahl**, S. (2019). BirdNET sound ID (1.92) [Aplicación móvil]. <http://birdnet.cornell.edu>
- Kremen**, C., Williams, N. M., Aizen, M. A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G. y Minckley, R., Packer, L., Potts, S. G., Roulston, T., Steffan-Dewenter, I., Vázquez, D. P., Winfree, R., Adams, L., Crone, E. E., Greenleaf, S. S., Klein, A. M., Regetz, J. y Ricketts, T. H. (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10, 299-314. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1461-0248.2007.01018.x>
- Lara-Rodríguez**, N. Z., Díaz-Valenzuela, R., Martínez-García, V., Mauricio-López, E., Anaid-Díaz, S., Valle, O. I., Fisher-de León, A. D., Lara, C. y Ortiz-Pulido, R. (2012). Redes de interacción colibrí-planta del centro-este de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(2), 569-577. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532012000200031
- Liang**, H., He, Y. D., Theodorou, P., y Yang, C. F. (2023). The effects of urbanization on pollinators and pollination: A meta-analysis. *Ecology Letters*, 26(9), 1629-1642. <https://doi.org/10.1111/ele.14277>
- MacGregor-Fors**, I. (2011). Misconceptions or misunderstandings? On the standardization of basic terms and definitions in urban ecology. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 347-349.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204611000508>

MacGregor-Fors, I. y Ortega-Álvarez, R. (2013). Ecología urbana: experiencias en América Latina. 130 p.

Magaña, G. A. C. (2020). Diseño, evaluación y monitoreo de un jardín para colibríes (Aves: Trochilidae) en el Instituto de Educación Media Superior (IEMS) Iztacalco, Ciudad de México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

Martínez-Dueñas, W. A. (2010). INRA – Índice Integrador Relativo de Antropización: propuesta técnica-conceptual y aplicación. *Intropica: Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales*, 5(1), 37-46.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3794116>

Mburu, J., Hein, L. G., Gemmill, B., y Collette, L. (2006). Economic valuation of pollination services: review of methods. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 43 p.

Mercado, S. N., De Gortari, E. V., Arizmendi, M. C., Mella-Méndez, I., Flores-Peredo, R., Bolívar-Cimé, B., MacSwiney, G. C. J., Almazán-Núñez, R. C., Mariano-Rendón, A., Rodríguez-Godínez, R., Méndez-Bahena, A., Pineda-López, R., González-Flores, L., Viveros, G. D., Mejía, M. H., Contreras-MacBeath, T., Martínez-Garza, C., Osorio-Beristain, M., Valenzuela-Galván, D., Alcalá-Martínez, R. E., Rivas-Alonso, E., Cortes-Madrigal, H., Montero-Quintana, A. N., Ocampo-Valdez, C. F., Vázquez-Haikin, J. A. y Urquiza, G. H. J. (2021). Manejo y conservación de fauna en ambientes antropizados. Fondo Editorial Universidad Autónoma de Querétaro. 194 p.

Merlin Bird ID by Cornell Lab. (2014). Merlin Bird ID by Cornell Lab (3.0) [Aplicación móvil]. <http://merlin.allaboutbirds.org>

Michel, N. L., Whelan, C. J. y Verutes, G. M. (2020). Ecosystem services provided by Neotropical birds. *The Condor*, 122(3), duaa022.

<https://academic.oup.com/condor/article/122/3/duaa022/5820545?login=false>

Mnisi, B. E., Geerts, S., Smith, C., y Pauw, A. (2021). Nectar gardens on school grounds reconnect plants, birds and people. *Biological Conservation*, 257, 109087. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109087>

Montalvo, E., y Carvajal, V. (2020). Vertebrados polinizadores (Las aves). Departamento de Biología. Escuela Politécnica Nacional. 9 p.

- Morales, C. L., Sáez, A., Garibaldi, L. A. y Aizen, M. A. (2017).** Disruption of pollination services by invasive pollinator species. En M. Vilà y P. E. Hulme (Eds.), *Impact of biological invasions on ecosystem services* (pp. 203-220). Cham: Springer.
- Nates, P. G., Higuera, D. D. y Gómez, H. A. J. (2021).** Plan de acción de la iniciativa colombiana de polinizadores. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia.
- Nieto, O. A. V., y Silva, A. C. F. (2012).** Influencia de la alteración de hábitat en el uso de recursos florísticos por el ensamble de colibríes en bosques altoandinos del sur del Ecuador. Tesis de licenciatura. Universidad del Azuay.
- Olvera, L. (2019).** Animales, básicos en la polinización. Gaceta UNAM. <https://www.gaceta.unam.mx/animales-basicos-en-la-polinizacion/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018).** Es hora de apreciar la labor de los polinizadores. FAO. <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1129811/>
- Ornelas, J. F. (1996).** Origen y evolución de los colibríes. *Ciencias* 42:38-47.
- Parada-Quintero, M., Alarcón-Jiménez, D., y Rosero-Casprilla, L. (2012).** Fenología de las especies ornitófilas de estratos bajos en dos hábitats altoandinos del parque natural municipal ranchería (Paipa-Boyacá-Colombia). *Caldasia. Grupo de Investigación Biología para la Conservación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Boyacá, Colombia*, 34(1), 139-154. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0366-52322012000100010&script=sci_arttext
- Partida, L. R., Enríquez, P. L., Rangel-Salazar, J. L., Lara, C., y Martínez, I. M. (2012).** Abundancia de colibríes y uso de flores en un bosque templado del sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 60(4), 1621-1630. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442012000400019
- Peña, R. M. y Peña, M. A. (2020).** Colibríes, una historia natural de belleza y polinización. *Revista Ambiental ÉOLO*, 1(19), 12. <http://revistaeolo.fconvida.org/index.php/eolo/article/view/881>
- Pineda, M. M. A. (2014).** En: *Colibríes de México y Norteamérica [Fotografía]*. Arizmendi, M. C. y Berlanga, H. CONABIO. México.
- Pírez, P. (2013).** La urbanización y la política de los servicios urbanos en América Latina. *Andamios*, 10(22), 45-67. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632013000200004

- Reguant, S.** (1998). Antropización acelerada. El País. https://elpais.com/diario/1998/07/29/sociedad/901663216_850215.html
- Rodríguez, L. S. A.** (2020). Riqueza y abundancia de colibríes en tres zonas de estudio al sur y oriente de la Ciudad de México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.
- Ruiz, C. D. J.** (2015). Impacto de la urbanización sobre el ensamblaje de aves en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Santiago-Alarcón, D., y Delgado-V, C. A.** (2017). Warning! Urban threats for birds in Latin America. *Avian ecology in Latin American cityscapes*, 125-142.
- Secretaría del Medio Ambiente.** (2013). Guía para la creación de jardines polinizadores. SEDEMA. Gobierno de la Ciudad de México. pp. 66-85.
- Singh, M.** (2022). Polinización en plantas [Fotografía]. Teachoo.
- Sosenski, P., y Domínguez, C. A.** (2018). El valor de la polinización y los riesgos que enfrenta como servicio ecosistémico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(3), 961-970. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2168>
- StatSoft, Inc.** (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- Stiles, G.** (1979). El ciclo anual en una comunidad coadaptada de colibríes y flores en el bosque tropical muy húmedo de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 27(1): 75-101. <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/ojs/index.php/roc/article/view/325>
- Taboada, M., Granjeno C. A. y Oliver R.** (2009). Normales climatológicas (temperatura y precipitación) del estado de Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. 258 p.
- Torres, M. G., y Navarro-Sigüenza, A. G.** (2000). Los colibríes de México, brillo de la biodiversidad. *Biodiversitas*, 28, 1-6.
- United States Department of Agriculture.** (2006). Why is pollination important? Pollinators. USDA Government. United States Forest Service. <https://www.fs.usda.gov/managing-land/wildflowers/pollinators/importance>
- United States Department of Agriculture.** (2021). The importance of pollinators. People Garden. USDA Government. United States. <https://www.usda.gov/peoples-garden/pollinators>

Vanbergen, A. J., e Initiative, T. I. P. (2013). Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(5), 251-259. <https://doi.org/10.1890/120126>

Van Perlo, B. (2006). *Birds of Mexico and central America*. Princeton University Press, New Jersey, EE.UU.

Wallace, K. J. (2007). Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biological conservation*, 139(3-4), 235-246. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.07.015>

11. ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de composición de los jardines.

Jardín: 1		No. De polígonos: 3		Especies nativas: 4	Especies introducidas: 2
Conformación de plantas					
Nombre científico	Nombre común	Polinizador	Forma biológica	Categoría de distribución	Ciclo de vida
<i>Justicia spicigera</i>	Muicle	Colibrí	Arbusto	Nativa	Perenne
<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	Abeja, colibrí y mariposa	Arbusto	Nativa	Perenne
<i>Lantana montevidensis</i>	Verbena	Abeja, colibrí y mariposa	Arbusto	Introducida	Perenne
<i>Pachystachys lutea</i>	Camarón amarillo	Colibrí y mariposa	Arbusto	Introducida	Perenne
<i>Salvia leucantha</i>	Cordoncillo	Abeja y colibrí	Arbusto	Nativa	Perenne
<i>Salvia microphylla</i>	Mirto	Abeja y colibrí	Arbusto	Nativa	Perenne
Jardín: 2		No. De polígonos: 1		Especies nativas: 4	Especies introducidas: 1
Conformación de plantas					
Nombre científico	Nombre común	Polinizador	Forma biológica	Categoría de distribución	Ciclo de vida
<i>Agastache mexicana</i>	Toronjil	Abeja, colibrí y mariposa	Hierba	Nativa	Perenne
<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	Abeja, colibrí y mariposa	Arbusto	Nativa	Perenne
<i>Pentas lanceolata</i>	Penta	Colibrí y mariposa	Arbusto	Introducida	Anual
<i>Salvia leucantha</i>	Cordoncillo	Abeja y colibrí	Arbusto	Nativa	Perenne

<i>Salvia microphylla</i>	Mirto	Abeja y colibrí	Arbusto	Nativa	Perenne
Jardín: 3		No. De polígonos: 20		Especies nativas: 9	Especies introducidas: 0
Conformación de plantas					
Nombre científico	Nombre común	Polinizador	Forma biológica	Categoría de distribución	Ciclo de vida
<i>Agastache mexicana</i>	Toronjil	Abeja, colibrí y mariposa	Hierba	Nativa	Perenne
<i>Dahlia</i> spp.	Dalias	Mariposas	Arbusto	Nativa	Anual
<i>Duranta erecta</i>	Velo de novia	Colibrí y mariposa	Arbusto	Nativa	Perenne
<i>Echeveria</i> spp.	Conchitas	Colibríes	Hierba	Nativa	Perenne
<i>Justicia spicigera</i>	Muicle	Colibrí	Arbusto	Nativa	Perenne
<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	Abeja, colibrí y mariposa	Arbusto	Nativa	Perenne
<i>Salvia coccinea</i>	Mirto coral	Colibrí y mariposa	Hierba	Nativa	Perenne
<i>Salvia leucantha</i>	Cordoncillo	Abeja y colibrí	Arbusto	Nativa	Perenne
<i>Salvia microphylla</i>	Mirto	Abeja, colibrí	Arbusto	Nativa	Perenne
Jardín: 4		No. De polígonos: 1		Especies nativas: 5	Especies introducidas: 2
Conformación de plantas					
Nombre científico	Nombre común	Polinizador	Forma biológica	Categoría de distribución	Ciclo de vida
<i>Agastache mexicana</i>	Toronjil	Abeja, colibrí y mariposa	Hierba	Nativa	Perenne
<i>Asclepias curassavica</i>	Algodoncillo	Mariposa	Hierba	Introducida	Perenne
<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	Abeja, colibrí y mariposa	Arbusto	Nativa	Perenne
<i>Lantana montevidensis</i>	Verbena	Abeja, colibrí y mariposa	Arbusto	Introducida	Perenne
<i>Salvia coccinea</i>	Mirto coral	Colibrí y mariposa	Hierba	Nativa	Perenne
<i>Salvia leucantha</i>	Cordoncillo	Abeja y colibrí	Arbusto	Nativa	Perenne
<i>Salvia microphylla</i>	Mirto	Abeja y colibrí	Arbusto	Nativa	Perenne

Anexo 2. Ejemplos de las tablas de registro empleadas.

Área verde: 5	Especies nativas: 3	Especies introducidas: 2
Conformación de plantas		

Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Categoría de distribución	Ciclo de vida
Jacaranda mimosifolia	Jacaranda	Árbol	Introducida	Anual
Lantana camara	Cinco negritos	Arbusto	Nativa	Perenne
Leonotis nepetifolia	Bola africana del rey	Hierba	Introducida	Perenne
Tecoma stans	Tronador	Árbol	Nativa	Perenne
Wigandia urens	Ortiga de tierra caliente	Arbusto	Nativa	Perenne
Área verde: 6	Especies nativas: 0		Especies introducidas: 1	
Conformación de plantas				
Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Categoría de distribución	Ciclo de vida
Jacaranda mimosifolia	Jacaranda	Árbol	Introducida	Anual
Área verde: 7	Especies nativas: 2		Especies introducidas: 1	
Conformación de plantas				
Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Categoría de distribución	Ciclo de vida
Aloe arborescens	Pulpo	Arbusto	Introducida	Anual
Ipomoea arborescens	Cazahuate	Árbol	Nativa	Anual
Lantana camara	Cinco negritos	Arbusto	Nativa	Perenne
Área verde: 8	Especies nativas: 2		Especies introducidas: 1	
Conformación de plantas				
Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Categoría de distribución	Ciclo de vida
Ipomoea arborescens	Cazahuate	Árbol	Nativa	Anual
Leonotis nepetifolia	Bola africana del rey	Hierba	Introducida	Perenne
Tecoma stans	Tronador	Árbol	Nativa	Perenne

Anexo 3. Ejemplos de las tablas de registro empleadas.

Cuadro de registro de datos tanto para los jardines como para las áreas verdes

Registro de datos				
Jardín:/Punto de observación:	Fecha:	Hora:		Temperatura:
Peatones:	Sonido:			
Observaciones:				
Visitas				
Hora	Visitante	No. de polígono		Spp. de planta

Cuadro de conteo de flores para los jardines

Conteo de flores		
Jardín: 1 (ICE)	No. de polígonos: 3	Fecha:
Planta	No. de flores	Observaciones
<i>Justicia spicigera</i>		
<i>Lantana camara</i>		
<i>Pachystachys lutea</i>		
<i>Salvia leucantha</i>		
<i>Salvia microphylla</i>		

Anexo 4. Plantas para atraer colibríes a los jardines para polinizadores.

Plantas para atraer colibríes a los jardines para polinizadores



Salvia leucantha



Agastache mexicana



Salvia microphylla



Lantana camara



Justicia spicigera



Salvia coccinea



Duranta erecta

Características necesarias en la planta:

- Corolas tubulares
- Abundante néctar
- Carecen de aroma*
- Colores brillantes*
- Colgantes*
- Poco polen

*no es una característica general



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Secretaría de Extensión

Licenciatura en Biología, Programa Educativo de Calidad.

Cuernavaca, Morelos a 21 de marzo de 2024

DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE
DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES

PRESENTE

Por este conducto, los catedráticos suscritos comunicamos a Usted, que hemos revisado el documento que presenta la Pasante de Biólogo: **MARÍA FERNANDA PEÑA PÉREZ**, con el título del trabajo: **Abundancia y uso de flores por colibríes (Trochilidae: Aves) de los jardines para polinizadores establecidos en el campus Norte de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México**. En calidad de miembros de la comisión revisora, consideramos que el trabajo reúne los requisitos para optar por la Modalidad de Titulación por Tesis como lo marca el artículo 6° del Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Atentamente
Por una humanidad culta

JURADO REVISOR

FIRMA

PRESIDENTE: M. EN C. CÉSAR DANIEL JIMÉNEZ PIEDRAGIL

SECRETARIO: DR. ALEJANDRO GARCÍA FLORES

VOCAL: M. EN C. AQUILES ARGOTE CORTÉS

SUPLENTE: DRA. ROSA CERROS TLATILPA

SUPLENTE: M. EN C. ALEJANDRO FLORES MORALES





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ROSA CERROS TLATILPA | Fecha:2024-03-21 14:47:42 | Firmante

dHw5l4Da1+5uBfCcVgZrJY9pMnq+k67APn5Xh5aAgOGj+HYba/1f1GdVij76uGlrDhwi2gMMXb8rO33OB9q9UQFYwv42/vp2Md9UP+JoW20JebE3CzpXnxnFECSp2qzOxS4BAH
FBLDnUctZX7sKEMjOP+TYQ0l2PbHybFYfEAOoqUrsO404A5pZETm085rkSuQxgTh4TqMMW1sOLoqsjnSNQteh3bcy3mQwclHdjDcDF89Jczch8P8++CMwdrs4AtDPFvikzsdUUy
0LFyvr25ZkhPrIHZRE6j4pMIEf+s5gJ287a3UErr2o/0PhYZwk+9DFRaXsU9piqhfMQsnHUzog==

ALEJANDRO FLORES MORALES | Fecha:2024-03-21 14:58:51 | Firmante

PKFMOa5l55iDCztlDa9Ev0tjWQLvoB0ktNf8AntG22i9EmgX9gvsWQrcdoWDyt0PwnHxThXzv3+mUkUckkQx03VaZHemfgDmAXfWq7pKUqqQ3XZENYip+3T9ucKN0raDsueD4v
TYszf/y2UV3fzM0Wk4KbagipRjTKsAgROxMLhOZnwXjuzeQocCPYMEoMAUnX9gJRQtNj7VIHAbCa2ErHlf/qnrdZvHB+2jMq+uk4oB2ZO/LBxLOWgmGxSf8AplDton3ES5uebJm
Elwmzht9lJQgNuT64WSKddrHYUdBSQPMEnclsDMBqGXsk5yJyvBLIFS9do8lWgdli1+dCr5Tg==

AQUILES ARGOTE CORTES | Fecha:2024-03-21 18:52:12 | Firmante

XNP047UyTQNJyleSfAihO3nzWn2AN3/5XbQIR/p5WfXao/M3a/NAy3Se1d+NcWfU7S7TsoV+W1vyYbgMcYw7RmnDqEwjHtwaa6aeyKieaT2hRSY8ncdSfGhsp9lQdsji9TSD1AB/2
PZ8jTmgQqvZc3mmWpq6h5ZzLkdhJMl8aaDBPWCpshcKq56YJXbfR0KzTccnYxSjnSGRDAQko89GjDEh///lGm7s0EKQVDOVrXdfcx+XP9+eF117RWl3rrDdsUHMwous3o6dThZ
EaxXBPgfS/gd4josfu9D5295/MI9W+GSPFGCKQ8Mn5YK4f4mzjegMfWdbnplfM6AKC2mh8Eg==

ALEJANDRO GARCIA FLORES | Fecha:2024-04-08 11:51:26 | Firmante

YUKBCAViFm/KgPHf27upu+xb4GhCgNJqzYhHYQUeDRtReomStN+ck11Md0B8TY2EUb7vyBw+1Lihch2ZDkNjRHCBCOR3/Rqglp7Rfsljpc7Suup3PzNbpKGsc3Kl1eelS+qv5T
QyHzenVucZ4LOk+fahPwcTWPzAsJU4IMUW5xqWCTly9efqox4GiDcajX60mmkYxQ8+7orEUoWkftKjJwJpr1JFgNNQj5yC3RrHvWsgqyYmJT5AX0LahtD0vQdisXugdMSmJ3G
E8yLT2VbDf5onvMK75SaxWeypb61iPMkLkv0M6fRMBKeQFqinAyILBW3vnVpLL7TFi46Adk+Vw==

CESAR DANIEL JIMENEZ PIEDRAGIL | Fecha:2024-04-11 13:59:57 | Firmante

BIHsyTN5nSCMDRWkXoPNm3W0cS7E6SmsEfyvNhgYS57YorCK7jm/yd823p6SL7PdEng7oxLxkMPT+IkllX1+ygtrGdAUOSrDt3nDBMej/7uNch7Su7W3mhQl0Trlk1cQulbPpfujn
Ox2qhmSUxJNd8R8iF16lFIG5wY+FluOzRDDAWSRsmqEBJ2zSprzluw1xB4GkFL3vYGlSkot0iAc2YfDbHMomtTHR8X3BJUFdo7b3ly78d3RECzGn1fJeN0JSyhbqeqZmR/XvF
0JqVK2rt3tBtbHGZWKbKckefEf72fgAD9f9cW8BZp+oxa4svVLqNysMyREUMGRES+PIA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



f4Mv0sJyB

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/6PELZjhXvjJm9fgHpWi4oqGHB87mnl9>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029