



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**Efecto de la urbanización sobre la distribución y densidad
de *Sceloporus grammicus* (Phrynosomatidae) en la Ciudad
de México**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

PRESENTA:

DULCE KAREN JUAREZ HERRERA



Director de tesis: Dr. Zenón Cano Santana

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

Noviembre, 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

1. Datos del alumno
Apellido paterno
Apellido materno
Nombre(s)
Teléfono
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Carrera
Número de cuenta

2. Datos del tutor
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno
3. Datos del sinodal 1
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno
4. Datos del sinodal 2
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno
5. Datos del sinodal 3
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno
6. Datos del sinodal 4
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

7. Datos del trabajo escrito.
Título

Número de páginas
Año

1. Datos del alumno
Juarez
Herrera
Dulce Karen
5570971480
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
315041897

2. Datos del tutor
Dr.
Zenón
Cano
Santana
3. Datos del sinodal 1
Dr.
Ludmila Hebe
Mizerit
Trivi
4. Datos del sinodal 2
M. en C.
Yajaira
García
Feria
5. Datos del sinodal 3
M. en C.
Edmundo
Pérez
Ramos
6. Datos del sinodal 4
M. en C.
Yury
Glebskiy

7. Datos del trabajo escrito
Efecto de la urbanización sobre la distribución y densidad de *Sceloporus grammicus* (Phrynosomatidae) en la Ciudad de México
96 pp.
2022

A mi hermano

y a mi tío

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis no podría haberse terminado sin la ayuda de tres personas muy importantes en mi vida: mis papás y mi hermana.

Quiero agradecerle a mi mamá, el que siempre me esté escuchado, me tenga paciencia, me motive al decirme que yo lo puedo todo y al decirme que cualquier obstáculo lo puedo vencer. Gracias, mami; te amo.

A mi papá le agradezco por ser el pilar que me ha sostenido y guiado durante tantos años. Te amo, papá.

A mi hermana, que es la luz que ilumina mis días. Quiero seguir siendo un buen modelo a seguir para ti. Te adoro con todo mi corazón.

Esta investigación fue realizada gracias al apoyo del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM IN212121 "El efecto de la urbanización sobre el tlacuache *Didelphis virginiana* en un matorral xerófilo de la Ciudad de México".

Agradezco al doctor Zenón Cano Santana por ser paciente conmigo y aguantarme durante este proceso. Además de ser mi mentor y enseñarme cosas de ecología que me maravillaron e hicieron que abriera y cambiara mi panorama completamente.

También agradezco a los demás profesores del Taller "Ecología terrestre y manejo de recursos bióticos", a la M. en C. Irene Pisanty Baruch, el M. en C. Yury Glebsky y en especial al M. en C. Iván Castellanos Vargas quien ofreció apoyo técnico durante todo el proyecto, profesores que me ayudaron, me dieron consejos y me hicieron reír.

Agradezco a mis amigos de la carrera.

A Ángel le doy las gracias por siempre hacerme compañía y acompañarme a todos lados, por ser el mejor amigo que se pueda pedir y por ser como mi hermano. Te mereces el cielo.

A Alejandra le agradezco el haberla conocido y por apoyarme en todo, escucharme y darme su cariño. Te quiero Ale.

A Ivonne y Gina les doy las gracias por aconsejarme, preguntarme y motivarme acerca de este trabajo; por ser tan lindas conmigo durante este proceso.

También le agradezco a una persona que me apoyó en innumerables ocasiones y me proporcionó su ayuda durante este proceso. A Alan, quiero agradecerle tu amistad, tu ayuda y tus ideas. Gracias por apoyarme durante este proceso.

No pude haber tenido mejores amigos y compañeros de carrera. Los quiero a todos con todo mi corazón.

De igual forma agradezco a mis amigos Nancy, Aram, Mariana, Mich y Paco. A Aram y Nancy les doy las gracias por estar conmigo durante tanto tiempo, por escucharme y darme consejos. A los cinco, gracias por estar para mí cuando los necesitaba, por ser mis amigos durante nuestros estudios en el CCH, por verme crecer y crecer con ustedes. Gracias por comprender que estaba ocupada y por motivarme a seguir. Los llevo siempre en mi corazón.

A Aide, Metz, Pedro y Chino les agradezco por ser mis amigos y acompañarme durante tanto tiempo; por compartir tantos buenos momentos y que aunque no estuviéramos juntos. Que siempre encontráramos una manera de seguir viéndonos y pasar un rato agradable. Los llevo siempre en mis pensamientos, chicos.

A la Dr. Diana Lilia le agradezco infinitamente guiarme y ayudarme durante el proceso final de esta tesis, con su apoyo pude terminar de la mejor manera este proceso, gracias por su tiempo y palabras, la llevo en mi corazón.

Agradezco al Dr. Omar Hernández Ordóñez por dejarme aprender en el Instituto de Biología y presentarme a su alumno Alejandro González Medina, quien me ayudó y me brindó su tiempo para poder enseñarme cosas que desconocía respecto a las lagartijas. De igual manera, agradezco a Vanesa De La Cruz Rico por su ayuda en la búsqueda de artículos científicos para la realización de esta tesis.

Agradezco a los profesores que me formaron durante la carrera, en especial a la profesora Mariana Guadalupe Cartajena Alcántara y al profesor David Melquíades Medina Pérez. A ustedes, además de ser mis profesores, los

considero mis amigos. Ustedes me formaron como estudiante, me aconsejaron y me apoyaron como persona.

Por último, le agradezco sobre todo a una persona muy importante en mi vida, que, aunque ya no está aquí con nosotros, siempre estará en mis pensamientos y en mi corazón: mi hermano, el cual es mi motor y motivación siempre que me pasa o dudo en algo. Sé que me estás viendo en algún lugar y que estás orgulloso de mí. Esta tesis te la dedico a ti.

ÍNDICE

RESUMEN

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| 1.1. Ecología urbana: La ciudad como ecosistema | 11 |
| 1.2. Las lagartijas silvestres | 14 |
| 1.3. Las lagartijas silvestres en las ciudades | 17 |
| 1.4. Justificación..... | 18 |
| 2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS..... | 20 |
| 3. MÉTODOS | 22 |
| 3.1. Especie estudiada | 22 |
| 3.2. Región de estudio..... | 24 |
| 3.3. Factores que afectan la densidad..... | 27 |
| 3.4. Análisis de la distribución..... | 33 |
| 3.5. Análisis de datos..... | 34 |
| 4. RESULTADOS..... | 35 |
| 4.1. Factores que afectan la densidad..... | 35 |
| 4.2. Estudios de distribución | 45 |
| 5. DISCUSIÓN..... | 50 |
| 5.1. Factores ambientales que afectan la densidad de <i>Sceloporus grammicus</i> | 50 |
| 5.1.1. Las ardillas..... | 50 |
| 5.1.2. La temperatura | 51 |
| 5.1.3. Densidad de personas..... | 52 |
| 5.1.4. Las áreas verdes | 53 |
| 5.1.5. El ruido | 54 |
| 5.1.6. Área basal de los árboles | 55 |

| | |
|---|-----------|
| 5.1.7. La humedad | 55 |
| 5.2 Relación entre las variables ambientales..... | 56 |
| 5.3. El papel de la competencia y depredación | 59 |
| 5.4 Distribución de <i>S. grammicus</i> en la Ciudad de México | 59 |
| 5.5. Recomendaciones | 60 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 63 |
| LITERATURA CITADA..... | 64 |
| APÉNDICE 1 | 84 |
| Lista de lagartijas de la Ciudad de México..... | 84 |
| APÉNDICE 2 | 87 |
| Lista de parques públicos seleccionados para el muestreo de lagartijas <i>Sceloporus grammicus</i> | 87 |
| APÉNDICE 3 | 90 |
| Formato utilizado en el cuestionario realizado a miembros de la Facultad de Ciencias de la UNAM..... | 90 |
| APÉNDICE 4 | 93 |
| Lista de parques de Ciudad de México donde fueron observados zanate mexicano, perros y gatos..... | 93 |
| APÉNDICE 5 | 94 |
| Acústica..... | 94 |

Juarez-Herrera, D. K. (2022). Efecto de la urbanización sobre la distribución y densidad de *Sceloporus grammicus* (Phrynosomatidae) en la Ciudad de México. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 96 pp.

RESUMEN

La ecología urbana es el estudio de las ciudades como sistemas ecológicos, en donde coexisten ecosistemas naturales remanentes y los seres humanos. Las modificaciones al ambiente que implica la urbanización afectan directamente a los organismos que allí viven, tales como las lagartijas, las cuales pueden ser buenas indicadoras ambientales del gradiente urbano, ya sea por contaminación, destrucción o alteración de los hábitats. Este trabajo busca conocer la distribución y densidad de *Sceloporus grammicus*, así como explorar los factores de urbanización que la afectan. Para ello, se realizó un muestreo en 75 transectos distribuidos en 25 parques públicos ubicados al suroeste de la zona urbana de la entidad. También se realizaron observaciones directas, una encuesta en línea y una revisión de geoposiciones de ejemplares de colecciones, con el fin de crear un mapa con la distribución y de abundancia de esta especie de lagartija en la entidad. Se reportan 1092 registros en las 16 alcaldías de la entidad. Las lagartijas fueron observadas en catorce de los veinticinco parques muestreados. Encontrándose en el 56% de los parques visitados, siendo los que presentaron mayor densidad y abundancia: Bosque de Chapultepec (Miguel Hidalgo), parque de Las Arboledas (Benito Juárez), parque Las Américas (Benito Juárez) y Bioparque Urbano San Antonio (Álvaro Obregón). La densidad de lagartijas varió entre 0 ind/100 m² (registrada en 11 parques) a 2.20 ind/100 m² (en el Parque Arboledas). La densidad de lagartijas está directamente relacionada de manera

positiva con la temperatura del aire, la frecuencia de hierbas y arbustos, la densidad de personas y el área verde; por otro lado, está afectada negativamente con el ruido, la humedad, el área basal de árboles y la abundancia de las ardillas arborícolas *Sciurus aureogaster*. Se concluye que *S. grammicus* tiene presencia en las 16 alcaldías de la Ciudad de México, encontrándose mayor número de registros en las alcaldías Coyoacán (264), Tlalpan (202) y Xochimilco (118). Es de suma importancia seguir encaminando estudios de ecología urbana, para así apreciar de mejor manera las relaciones del entorno, con los organismos que habitan las ciudades.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Ecología urbana: La ciudad como ecosistema

La ecología urbana es una disciplina relativamente joven (Forman 2010) que estudia los ecosistemas urbanos y el papel de las actividades humanas sobre los sistemas biológicos (Terradas 2001, Marzluff *et al.* 2008). Los entornos urbanos son tipos de comunidades humanas que poseen una alta densidad de personas, viviendas y construcciones (Niemelä 1999). La ecología urbana integra las ciencias sociales y naturales para estudiar patrones y procesos de las ciudades, así como los rasgos de los sistemas biológicos y del ambiente de este tipo de ecosistemas (Grimm *et al.* 2008). Sus principales enfoques en la actualidad son: el mapeo de hábitat, la riqueza y tipos de especies, el gradiente urbano-rural, el modelado y los flujos de materiales bioquímicos, los sistemas humanos biofísicos acoplados y los cambios de estructura de la región urbana (Forman 2010).

Las ciudades son sistemas ecológicos centrados en el ser humano, pero habitados por otros seres vivos, constituyendo así parte de la biosfera (Terradas 2001). Los humanos alteran ecosistemas naturales y crean nuevos para poder vivir, como es el caso de los ecosistemas urbanos (Stearns y Montag 1974). Una aproximación ecológica a su estudio abarca tres cuestiones: movimientos de materia y energía, efecto de estructura espacial de la ciudad sobre los procesos ecológicos y el papel que desempeñan las personas para mejorar la calidad del ambiente (Terradas *et al.* 2011).

Terradas (2001) discute que las ciudades son sistemas heterotróficos que dependen de la producción primaria generada en otros sitios, ya que no producen sus propios recursos, tales como agua, alimento y energía, por lo que necesitan

de un suministro externo. Las personas que habitan zonas urbanas ocupan estos recursos, que son retornados al medio en un estado de mala calidad, ya sea como energía disipada en forma de calor y en emisiones de gases dañinos a la atmósfera.

Algunos de los rasgos principales de las ciudades modernas son el crecimiento demográfico y la expansión física, procesos que consumen extensas superficies de suelo, grandes volúmenes de agua y enormes cantidades de recursos naturales, lo que ha llevado a las ciudades urbanizadas a su límite en términos de operatividad física (Graizbord 2014). Se tiene la idea que la relación entre lo natural y lo artificial no se favorece, lo cual se ve totalmente contrariado en los espacios urbanizados, ya que el ecosistema urbano puede ser definido como el lugar en el que existe una estrecha relación entre el hábitat natural que existía ahí y lo construido por el hombre, por lo que la ciudad puede ser vista como medio ambiente parcialmente natural y parcialmente artificial (Amaya 2005).

Es por eso que las áreas verdes de las ciudades mejoran el hábitat al regular el microclima, lo cual incrementa la calidad de vida de las personas que ahí se encuentran (Terradas *et al.* 2011). El diseño y mantenimiento de las áreas verdes resulta ser un proceso con grandes efectos positivos, entre los que se pueden recalcar beneficios sociales y ambientales. En el ámbito ambiental, las áreas verdes coadyuvan a la reducción de temperatura (Akbari *et al.* 1992, Souch y Souch 1993, Padullés Cubino *et al.* 2015, Napoli *et al.* 2016, Massetti *et al.* 2019), la reducción del ruido (Aylor 1972, Nowak *et al.* 1997, Fang y Ling 2003), la conectividad de los hábitats naturales (Colding 2007, Valdés y Foulkes 2016), el aprovisionamiento de recursos (como hábitat y alimento; Jones y Leather 2012,

Guiry y Buckley 2018) y la escorrentía de aguas superficiales (Padullés Cubino *et al.* 2015, Xiao y McPherson 2002). En cuanto al ámbito social, las personas pueden, al hacer uso de estas áreas, obtener relajación, reducción de estrés (Chiesura 2004), sensibilización ambiental y acercamiento a valores de los ecosistemas naturales (Padullés Cubino *et al.* 2015).

Los humanos provocan un proceso conocido como “conversión del paisaje”, que es acompañado por un incremento en la población humana y la generación de un gradiente rural-urbano que provoca una pérdida de biota y de hábitats naturales asociado a un aumento en la densidad de viviendas, edificios y construcciones, así como en evidentes cambios microclimáticos (Cabido *et al.* 2008). La urbanización generalmente conlleva una concentración de CO₂ y de cambios en los ciclos bioquímicos (Chapin III *et al.* 2000). En este sentido, la urbanización es uno de los procesos de mayor importancia a nivel global (Terradas *et al.* 2011).

En 1900 solamente el 9% de la población humana del planeta vivía en ambientes urbanos, en 1980 esto se incrementó al 40%, en 2000 llegó al 50% y en 2020 al 55%, es decir, 4 200 millones de habitantes; asimismo, se estima que esta población se duplique en 2050 y que 7 de cada 10 personas vivan en ciudades (World Bank 1984, Banco Mundial 2020). Esta población urbana mundial consume dos terceras partes de la energía y emite al menos el 70% del CO₂ (Terradas *et al.* 2011).

El alto crecimiento poblacional de los seres humanos es el resultado de la combinación de dos componentes: natural y social, en el primero debido a la diferencia que hay entre nacimientos y muertes, y en el segundo debido a la diferencia entre inmigrantes y emigrantes (Sobrino 2012).

El Antropoceno (Crutzen y Stoermer 2000) es una nueva época de la Tierra que define un periodo de tiempo asociado al desarrollo de sistemas como el urbano, el industrial y de la agricultura a una escala mundial, las cuales se dan conjuntamente con el incremento de la población a nivel global, lo cual conlleva grandes cambios ambientales (Fernández Durán 2011). En el Antropoceno el planeta está en riesgo debido a la agudización de los problemas ambientales, tales como la destrucción de la capa de ozono, el incremento del efecto invernadero, el agotamiento de diversos recursos, la contaminación, el acelerado crecimiento poblacional humano, la creciente urbanización, la degradación de ecosistemas y el alto consumismo, entre otros (Crutzen y Stoermer 2000, Vilches y Gil Pérez 2011).

1.2. Las lagartijas silvestres

Las lagartijas son reptiles pertenecientes al orden Squamata, el cual es considerado el grupo más diverso de reptiles (Fontanillas *et al.* 2000). La mayoría se caracterizan por presentar cuatro extremidades (las cuales pueden estar reducidas o ausentes), párpados móviles (o sin ellos) y una abertura auricular; cada segmento muscular entre costillas adyacentes tiene dos o más hileras entrecruzadas de placas o escamas ventrales y las mitades derecha e izquierda de la mandíbula inferior están firmemente adheridas en la parte anterior; su cola varía de corta a larga y prensil, y algunas especies pueden desprenderse de ésta para escapar de los depredadores; poseen una buena visión y ojos poco móviles (a excepción de los camaleones) (Reid Dunn 1994, Fontanillas *et al.* 2000). Por otra parte, sus aparatos digestivo, urinario y reproductor comparten una abertura común: la cloaca (Lanka y Vit 1991). Habitan diversos hábitats terrestres y se

consideran cosmopolitas, pues se les encuentra en todas las superficies terrestres, con excepción de Groenlandia, Islandia y Antártida (Flores-Villela y García-Vázquez 2014).

De las 864 especies de reptiles registradas en México, 417 son lagartijas (Flores-Villela y García-Vázquez 2014). En la Ciudad de México García Vázquez y Méndez de la Cruz (2016) registran 39 especies de reptiles: 14 lagartijas, 23 serpientes y dos tortugas. Adicionalmente, Pérez-Ramos (2018) registra un avistamiento de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en Ciudad Universitaria. Estos autores mencionan que las familias de lagartijas que alberga la Ciudad de México son Anguillidae, Phrynosomatidae, Scincidae y Teiidae (ver Apéndice 1) y el género más diverso es *Sceloporus* (Phrynosomatidae), que cuenta con nueve especies: *S. aenus*, *S. anahuacus*, *S. grammicus*, *S. mucronatus*, *S. palaciosi*, *S. torquatus*, *S. scalaris*, *S. spinosus* y *S. sugillatus* (García Vázquez y Méndez de la Cruz 2016). No obstante, CONABIO (2022) registra 113 especies: 43 lagartijas, 65 serpientes y cinco tortugas y añaden a las siguientes familias de lagartijas: Corytophanidae, Dactyloidae, Gekkonidae, Iguanidae y Phyllodactylidae, (ver Apéndice 1).

Las lagartijas juegan un papel importante en los ecosistemas terrestres, ya que comen gran cantidad de insectos, algunos de los cuales son dañinos para los cultivos (García Vázquez y Méndez de la Cruz 2016), además de que representan un alimento importante para aves y mamíferos medianos (Hickman *et al.* 2002). Estos reptiles, además, registran una alta eficiencia en la producción secundaria (Pough 1980), pues su metabolismo ectotermo les confiere la capacidad de producir energía más rápido durante breves periodos sin tener el costo de tener

altas tasas de metabolismo en reposo y, en general, tienen una baja demanda de energía, lo que les ha permitido estar en zonas que tienen un limitado suministro de recursos (Pough 1980).

Las estrategias de forrajeo de las lagartijas son variadas: pueden esperar a una presa (con bajo gasto de energía) o bien buscarlas activamente (con alto gasto de energía) (Lemos-Espinal y Ballinger 1995). Su dieta se basa principalmente en insectos, hormigas, escarabajos, mariposas y chinches y, en particular, *S. grammicus* registra canibalismo (Lemos-Espinal y Ballinger 1995).

Las lagartijas del género *Sceloporus* son vivíparas, a excepción de ciertos grupos que presentan los dos modos de reproducción (ovíparos y vivíparos; Ramírez-Bautista *et al.* 2021). Las lagartijas vivíparas presentan una reproducción en el otoño y el desarrollo embrionario en el invierno, de modo que los nacimientos ocurren en la primavera (Guillette 1981, Casas-Andreu *et al.* 1985). Por otra parte, el tamaño de las camadas en las lagartijas Phrynosomatidae está directamente relacionado con el tamaño del cuerpo, tanto a nivel intra- como interespecífico (Ramírez-Bautista 1995, Ramírez-Bautista *et al.* 2009).

Woolrich-Piña *et al.* (2006) encontraron que las lagartijas *Sceloporus grammicus* mantienen una temperatura corporal aproximada de $31.4 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$, de manera que utilizan la temperatura del aire y la temperatura del sustrato para poder regular su temperatura corporal. Estos autores observaron que se mueven del sol a la sombra para mantener constante su temperatura corporal en la luz, y son los machos los que dependen más de la temperatura del microhábitat en comparación a las hembras. Por otra parte, algunas lagartijas usan la luz solar y la intensidad de la luz como señales para la elección de hábitats (Tiebout III y

Anderson 2001). Son vulnerables a cambios prolongados en el clima, en especial del frío y las sequías, las cuales pueden ocasionar que la reproducción no se lleve a cabo en uno o varios años; del mismo modo en ambientes con climas inciertos puede ocurrir una extinción local de ciertas especies (Márquez y Lizana 2002).

Muchos factores asociados con las actividades humanas afectan de manera negativa a las poblaciones de lagartijas silvestres, tales como la urbanización, el turismo, la pérdida de los hábitats y su conectividad, la introducción de especies exóticas, la introducción de patógenos, los atropellamientos, la quema de pastizales, la contaminación química y sonora y la actividad humana (Márquez y Lizana 2002, Cabido *et al.* 2008, García Vázquez y Méndez de la Cruz 2016).

1.3. Las lagartijas silvestres en las ciudades

Las lagartijas son buenas bioindicadoras pues son sensibles a los cambios locales del ambiente y a la destrucción, alteración o contaminación de su hábitat y, además, tienen una limitada capacidad para desplazarse (Márquez y Lizana 2002). Los ambientes urbanos pueden beneficiar a ciertas especies de lagartijas debido a una menor abundancia de depredadores y una mayor disponibilidad de microhábitats que ofrecen las construcciones humanas (Cabido *et al.* 2008), así como a que pueden alargar su época reproductora (Yeh y Price 2004). A pesar de lo anterior, los ambientes urbanos suponen desafíos para las lagartijas, pues éstas tienen que enfrentar elevados niveles de actividad humana, ruido y contaminación, factores que pueden desanimar a la fauna silvestre a vivir en los hábitats urbanos (Beissinger y Osborne 1982). Aunque las poblaciones urbanas de lagartijas suelen ser grandes, la salud media de los individuos adultos podría ser más baja del que

tienen en hábitats rurales, lo cual puede ser debido, en parte, a los niveles contaminación (Cabido *et al.* 2008).

Las lagartijas que colonizan hábitats urbanos ajustan sus respuestas de escape a la presencia de las personas y al uso de estructuras artificiales como es el caso de las paredes (Avilés-Rodríguez y Kolbe 2019). Por ejemplo, Germaine y Wakeling (2001) observaron que las lagartijas arborícolas son las especies más adaptadas a la ciudad, en tanto que Herrel *et al.* (2002) discuten que las lagartijas que viven en los árboles y en el suelo, que tienen cuerpos y cabezas más planas, y las que habitan en lugares rocosos son favorecidas por los ambientes urbanos.

1.4. Justificación

El impacto de las ciudades sobre la fauna silvestre es un tema que se está estudiando mucho a nivel mundial (Gómez Figueroa y Monge-Nájera 2000, Arroyave *et al.* 2006, Bedoya *et al.* 2018); sin embargo, se sabe muy poco acerca de cómo la contaminación y otros factores asociados con la urbanización afectan a los reptiles silvestres (González *et al.* 2011, Sierra Vásquez 2012, López Aizpuru 2015).

La lagartija de pared o espinosa del mezquite, *Sceloporus grammicus* (Wiegmann) (Phrynosomatidae) es un reptil que actualmente se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, clasificada como sujeta a protección especial (Pr) y de distribución no endémica. Debido a la susceptibilidad que tienen los reptiles en general a los cambios en el ambiente, y a que particularmente *S. grammicus* presenta una amplia distribución en la Ciudad de México y en el resto del país, y que se le puede encontrar a elevaciones que van de 1400 a 3500 m (Ramírez-

Bautista *et al.* 2009), ésta puede resultar un buen sistema de estudio para verificar el efecto de la urbanización sobre su distribución y abundancia.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo general de este trabajo es conocer cómo afectan distintos factores del ambiente urbano (como: ruido, temperatura, humedad, densidad de personas, densidad de árboles, área basal de árboles, frecuencia de hierbas y arbustos, área verde y abundancia de ardillas) a la densidad de *Sceloporus grammicus* en áreas verdes urbanas de la Ciudad de México. Adicionalmente se formulan los siguientes objetivos particulares:

1. Determinar la densidad de *S. grammicus* en varios parques de las alcaldías Álvaro Obregón, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo de la Ciudad de México.
2. Analizar la distribución de los registros de esta especie en la entidad.

Se plantea como hipótesis que los factores que afecten positivamente a la densidad de lagartijas sean la temperatura, la frecuencia de hierbas y arbustos, la superficie cubierta por áreas verdes (es decir, terreno ocupado por vegetación de cualquier tipo), el área basal de árboles y la densidad de árboles. La temperatura es de gran importancia para organismos ectotermos como las lagartijas; además, tanto la frecuencia de hierbas y arbustos como el área verde, podrían ser importantes ya que podrían ser utilizados como refugios por estos organismos. Respecto a la densidad y área basal de árboles, se espera que estas variables estén relacionadas con la disponibilidad de refugios y de alimento para las lagartijas, así como para regular la temperatura de los parques.

Además, se espera que los factores que afecten negativamente a la densidad de lagartijas sean el ruido, la humedad, y la densidad de personas, debido a que el ruido podría ser un factor estresante para las lagartijas, mientras

que la humedad podría tener un efecto negativo en la termorregulación de los reptiles; por otro lado, la densidad de personas podría afectar al comportamiento de las lagartijas, ya que estas últimas podrían ser perturbadas por la actividad humanas, incluso como posibles elementos que les pueden causar daño.

3. MÉTODOS

3.1. Especie estudiada

Sceloporus grammicus (Wiegmann 1828) (Phrynosomatidae) es una lagartija que, según Uribe-Peña *et al.* (1999), tienen una longitud hocico-cloaca (LHC) de 48.9 ± 3.5 mm (44.0-54.0 mm, $n = 35$) y longitud de la cola de 57.0 ± 4.6 mm (38.0-70.0 mm, $n = 35$); Jiménez-Cruz *et al.* (2005) reporta que las hembras sexualmente maduras tienen una LHC de $55.2 \pm e.e. 0.45$ mm, mientras que los machos sexualmente maduros tienen una LHC de 56.9 ± 0.68 mm. Los machos presentan un par de parches azulados en el vientre con dos franjas negras al centro, mientras que las hembras presentan dos parches ventrales que pueden llegar a ser de color amarillo claro, azul claro o naranja claro (Uribe-Peña *et al.* 1999).

Smith (1939) y Uribe-Peña *et al.* (1999) describen su morfología como sigue. Tiene una coloración verde oscuro a gris oscuro y presentan puntos de color negro o blanco que tienen el tamaño de una escama en la región gular. Las escamas dorsales del cuerpo son del tipo quillado, débilmente mucronadas y denticuladas, en tanto que las escamas ventrales son más pequeñas que las de la parte lateral y son lisas con muesca. En los machos las escamas ventrales son de color azul, las de la parte posterior de los muslos son granulares, las preanales lisas y las postanales son agrandadas. Tienen 13 a 16 poros femorales.

Es una especie vivípara reproductivamente activa en otoño, que es cuando ocurre el desarrollo gonadal, la ovulación y la fertilización; en julio y principios de septiembre comienza la vitelogénesis; las hembras dan a luz de mayo a junio, pues presentan un periodo de gestación de 8 meses; el tamaño de la camada es de tres a siete y los machos registran su actividad reproductiva y el crecimiento

testicular en primavera (Guillette y Casas-Andreu 1980, Ortega y Barbault 1984). Su desarrollo embrionario y la vitelogénesis están asociados al aumento del fotoperiodo, la temperatura y la precipitación; asimismo, se sugiere que la LHC, el tamaño de la camada y las épocas reproductivas pueden variar entre estudios, ya que las lagartijas podrían estar respondiendo a diferentes ambientes y presiones selectivas (Jiménez-Cruz *et al.* 2005).

Su distribución geográfica abarca desde el sur de Estados Unidos en Texas, hasta el Istmo de Tehuantepec en México (Altamirano Álvarez *et al.* 2015). Ramírez-Bautista *et al.* (2009) las registran a altitudes de 1400-3500 m, en tanto que Montoya-Ciriaco *et al.* (2020) las reportan a un intervalo de 2600-4150 m. Se puede encontrar en una vegetación de bosques de pino, encino, pino-encino, enebro y en matorral xerófilo, en montañas de ambientes templados y en lugares urbanos con presencia humana, viviendo en bardas, casas abandonadas, árboles y arbustos de jardines (Leyte-Manrique *et al.* 2005, Ramírez-Bautista *et al.* 2009).

Su estrategia de forrajeo es sentarse y esperar, y presenta una actividad diurna; en días soleados pueden ser observadas en la mañana hasta el atardecer (9:00 a 16:00 h); es de hábitos terrestres y su alimentación se basa en arácnidos y hormigas, coleópteros y sus larvas, himenópteros, dípteros, lepidópteros, hemípteros y homópteros, lo cual la hace una controladora de plagas en las ciudades, incluyendo la Ciudad de México (Uribe-Peña *et al.* 1999, Ramírez-Bautista *et al.* 2009). Su temperatura corporal promedio es de $31.43 \pm e.e. 0.1$ °C y pueden observarse expuestos al sol, en sombra y en días nublados (Woolrich-Piña *et al.* 2006).

S. grammicus pertenece a un complejo de lagartijas del mismo nombre, que, por su morfología, incluye a las especies *S. shannonorum*, *S. lemosespinali*, *S. heterolepis*, *S. grammicus*, *S. microlepidotus*, *S. anahuacus*, *S. palaciosi*, *S. disparilis* (con dos subespecies: *S. disparilis disparilis* y *S. disparilis tamaulipensis*) (Lara-Góngora 2004, Leyte-Manrique 2011). Arévalo *et al.* (1991), por su parte, proponen ocho razas cromosómicas. Dichas propuestas se han tomado en cuenta para delimitar a los miembros de este complejo, sin embargo, la mayoría de especies de este complejo presentan problemas taxonómicos, morfológicos y moleculares para distinguirlas (Leyte-Manrique *et al.* 2005).

3.2. Región de estudio

La Ciudad de México es una entidad federativa de la república mexicana; tiene una extensión de 1485 km² (Reygadas Prado 2016) y se localiza a 19°2'53"-19°35'34" N y 98°56'25"-99°21'53" O, a elevaciones que van de los 2240 a 3939 m.s.n.m (INEGI 2010). Su área urbana constituye una de las ciudades más pobladas del mundo, con 9.21 millones de personas (INEGI 2020). Domina el clima templado subhúmedo (87%), aunque también registra el clima seco y semiseco (7%) y el templado húmedo (6%), con una temperatura promedio anual de 16°C (INEGI 2010; Fig. 3.1). La precipitación en las zonas más secas llega a 600 mm, mientras que en las zonas más húmedas es de 1200 mm, la mayor cantidad de lluvia se presenta en los meses de junio a septiembre, en tanto que los meses más secos se encuentran entre noviembre y marzo (INEGI 2010, Hernández Cerda *et al.* 2016).

Alberga 16 alcaldías: Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuajimalpa, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan, Venustiano Carranza y Xochimilco (GCM 2020). Su área de desarrollo urbano comprende el 41% de extensión del territorio y el 59% restante es área de conservación ecológica (SEDEMA 2015a; Fig. 3.2).

La flora y fauna que habita en la Ciudad representa una gran riqueza natural, se tienen registradas 2,254 especies de animales y 1,607 de plantas (SEDEMA 2015b), esto se debe a la ubicación de la Ciudad de México (forma parte de la Faja Volcánica Transmexicana, presenta diferentes formaciones geológicas, diferentes relieves, diferentes climas y edades de material volcánico), la cual le confiere una gran diversidad biológica con endemismos y especies que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT (Cram Heydrich *et al.* 2016, Reygadas Prado 2016).



Figura 3.1. Distribución de los diferentes climas de la Ciudad de México. (INEGI 2010).

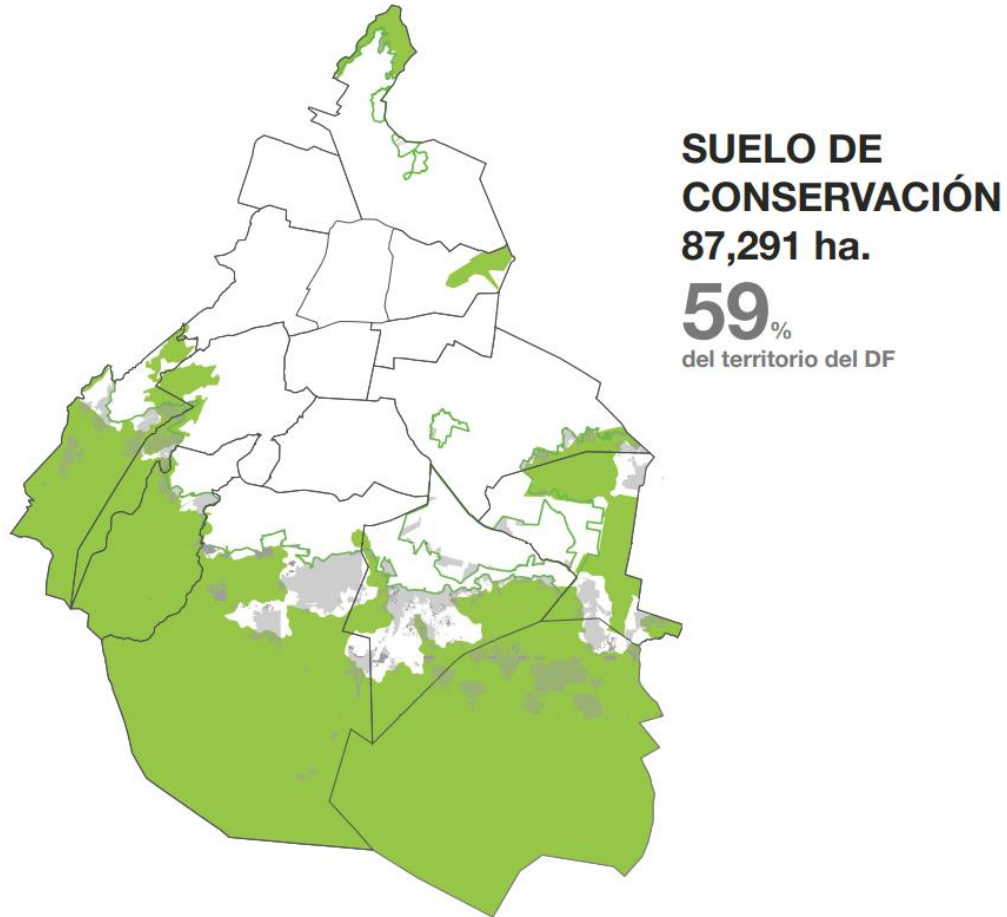


Figura 3.2. Distribución del suelo de conservación de la Ciudad de México (SEDEMA 2013).

3.3. Factores que afectan la densidad

Para conocer los factores que afectan la densidad de lagartijas *S. grammicus* se escogieron 25 parques ubicados al suroeste del centro de la entidad repartidos en cinco alcaldías: Álvaro Obregón (dos parques), Benito Juárez (14), Coyoacán (dos), Cuauhtémoc (cuatro) y Miguel Hidalgo (tres) (ver Apéndice 2; Fig. 3.3). Los criterios para seleccionar los parques a muestrear fueron que estuvieran cerca de mi domicilio y Ciudad Universitaria (la zona donde se ubica el laboratorio) y que éstos tuvieran niveles de urbanización o deterioro contrastantes.

En cada parque se trazaron tres líneas preferentemente paralelas de 30 m de largo, cada una separada por 15 m de distancia, situados en la parte más central y arbórea del parque, evitando los bordes de éstos (ver, p. ej., la Fig. 3.4). Estas líneas sirvieron de base para contar a las lagartijas, las variables ambientales, la actividad de personas y el registro de plantas.

Al ser *S. grammicus* una lagartija diurna, los muestreos se llevaron a cabo de las 9:00 a las 16:00 horas. Debido a la reducción de actividades y movilidad por la pandemia por Covid-19, los muestreos se extendieron entre septiembre de 2020 y junio de 2021.

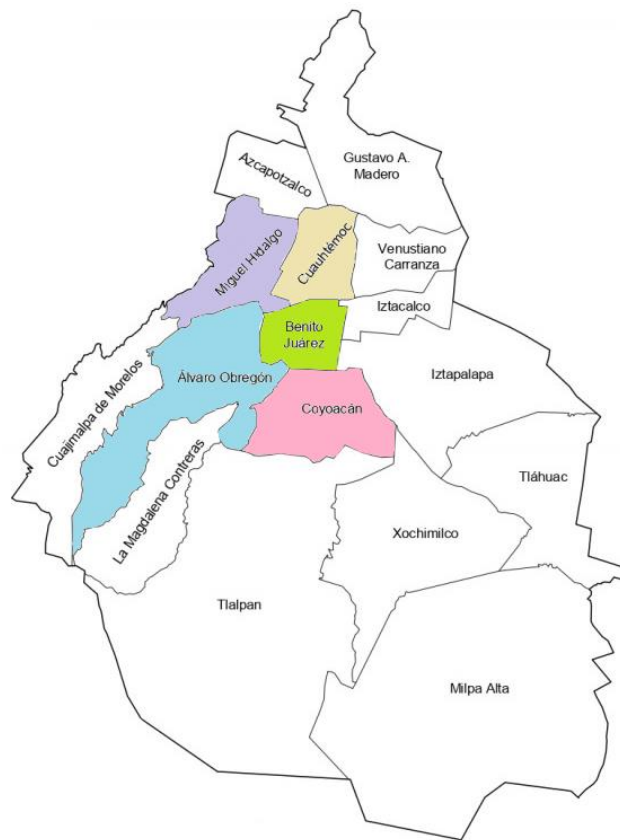


Figura 3.3. Localización de las alcaldías seleccionadas de la Ciudad de México para muestrear lagartijas de pared, *Sceloporus grammicus*.

Para estimar la densidad (D) de las lagartijas se llevó a cabo el método de Gates (Gates *et al.* 1996): se caminó sobre la línea de 30 m de largo (L) y se contaron todas las lagartijas vistas a ambos lados de la línea, y se registraron las distancias (F) a la cual se encontraba cada ejemplar respecto a la línea. Posteriormente, se hizo lo mismo regresando por el mismo transecto y contando las lagartijas que no se registraron la primera vez, así como las distancias al observador. La densidad de lagartijas se estimó mediante la ecuación:

$$D = (2n - 1) / (2LF_{prom}),$$

donde n es el número de lagartijas avistadas, y F_{prom} es la distancia radial promedio (Gates 1969, Gates *et al.* 1996). Dado que estas lagartijas huyen para esconderse, la probabilidad de que una misma lagartija sea vista y registrada dos veces es poco probable.

La densidad de personas se registró contando el número de personas que se vieron a lo largo de cada transecto de 30 m de largo \times 4 m de ancho, un observador caminó a lo largo de éste a velocidad constante. El conteo se hizo dos veces, primero del metro 0 al 30 y, después de regreso del metro 30 al 0 contando siempre a las personas que se encuentran al lado izquierdo de la línea.

Se registró la abundancia y el diámetro a la altura del pecho (d.a.p.; a 1.3 m de altura) de los árboles con una cinta métrica flexible, así como la presencia de arbustos y hierbas dentro del transecto de 30 m \times 10 m (5 m a cada lado de la línea trazada inicialmente). En cada transecto se trazaron seis cuadros de 5 \times 10 m (Fig. 3.5), en cada uno de los cuales se contó el número de árboles, su d.a.p. y la cobertura (%) del cuadro que está cubierta por plantas (árboles, arbustos y hierbas).

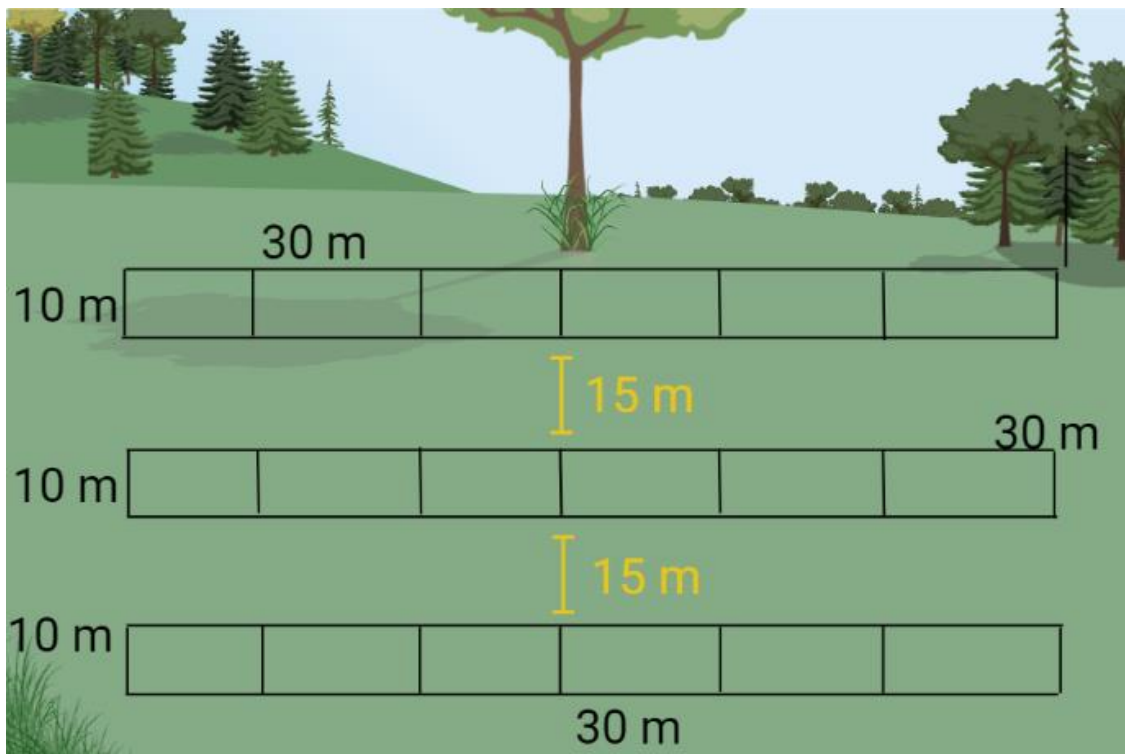


Figura 3.4. Ejemplo de ubicación de líneas de 30 m de largo separadas 15 m, en parques para determinar la densidad de lagartijas de pared *S. grammicus* y los factores que la afectan. Elaboración propia (BioRender 2022).

Se midió el ruido en decibeles de ponderación A [dB(A)] con un decibelímetro MT-SDMETER (ver Apéndice 5), así como la temperatura y la humedad relativa del aire con un termohigrómetro. Estas tres medidas se registraron cada 10 min durante todo el tiempo en que se realizó el muestreo en cada transecto. Asimismo, se contaron las ardillas avistadas durante la estancia en cada parque, dado que durante los muestreos se detectó una posible interferencia entre éstas y las lagartijas de estudio.

El porcentaje de área verde se calculó con ayuda de QGIS3 en un área de 15 m alrededor de cada transecto de 30 m (ver Fig. 3.6).

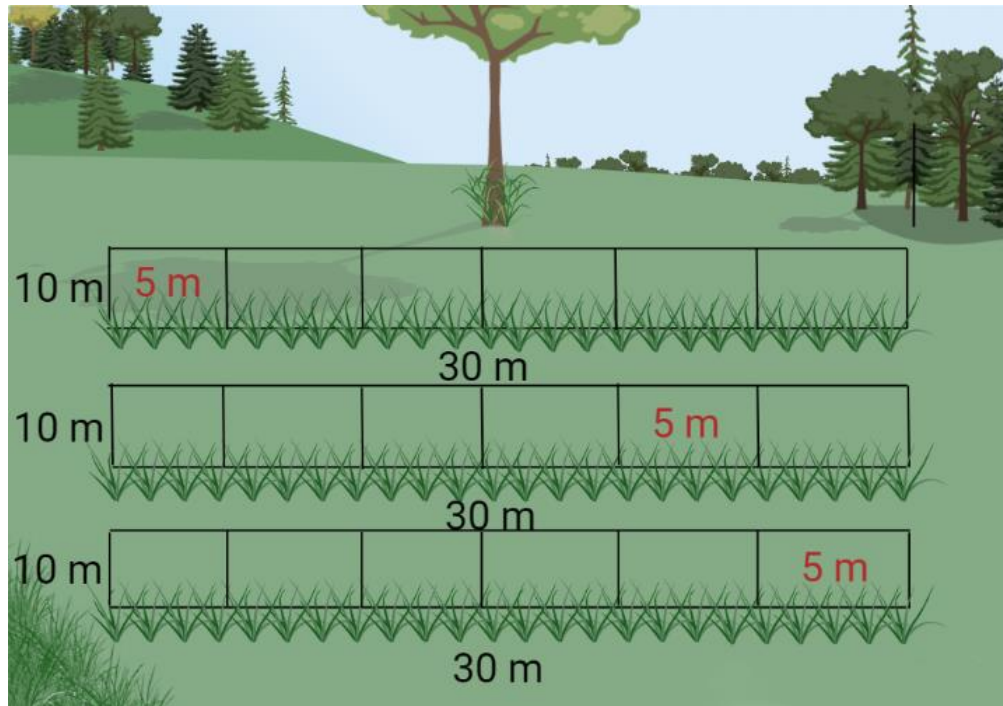


Figura 3.5. Ejemplo de la ubicación de transectos y cuadros para muestrear la vegetación. Elaboración propia (BioRender 2022).

Durante los muestreos se buscó coleccionar especímenes mediante la técnica de captura de vara lazo (Eakin 1957; Fig. 3.7). Sólo se coleccionó un ejemplar al que se le registró su sexo, la cantidad de ácaros presentes y la LHC (Longitud hocico-cloaca) y LT (Longitud total) con ayuda de un vernier digital.

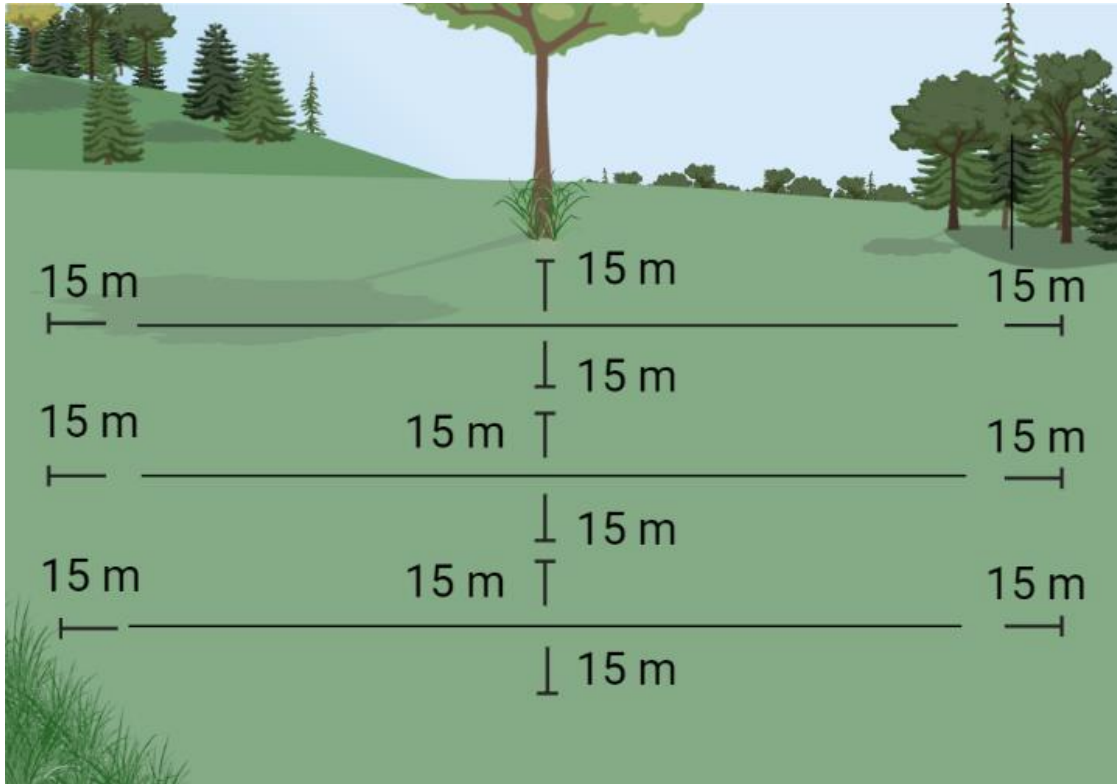


Figura 3.6. Ejemplo del área en que se midió el porcentaje de área verde alrededor de cada transecto. Elaboración propia (BioRender 2022).

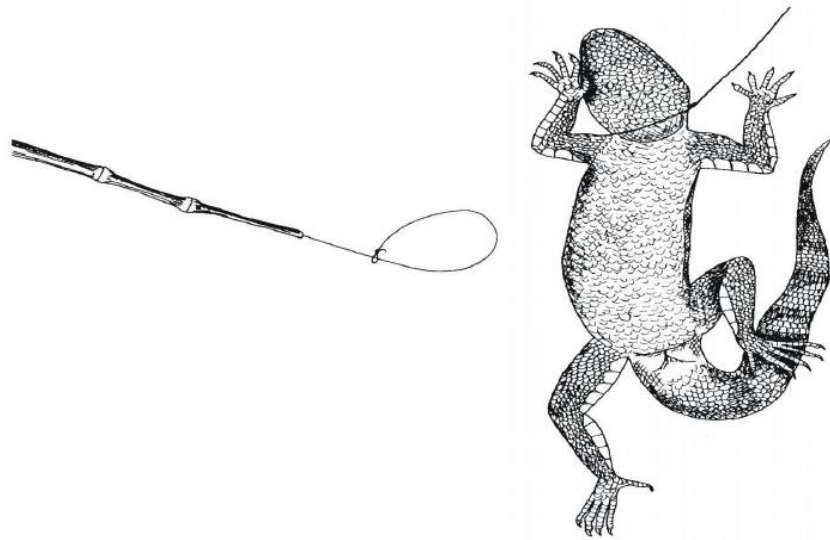


Figura 3.7. Método de captura de vara lazo. La lagartija queda lazada del cuello. Tomado de Vanzolini y Nelson (1990).

El parque Lincoln fue muestreado dos veces debido a que durante la primera toma de muestra no se tomó la variable de sonido. El primer muestreo se hizo en septiembre de 2020 y el segundo en junio de 2021. Para las pruebas estadísticas se tomaron en cuenta solo los valores del segundo muestreo. Los datos del primer muestreo se usaron para generar un mapa de abundancias relativas de *S. grammicus*.

3.4. Análisis de la distribución

Para conocer la distribución de *S. grammicus* en la Ciudad de México se hicieron observaciones directas, entrevistas a especialistas, una encuesta, una búsqueda en la red y una revisión de los datos de ejemplares depositados en la colección herpetológica del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (FC-UNAM).

La encuesta se realizó en línea a estudiantes de la FC-UNAM en donde se preguntaron qué lagartijas habían observado. Se incluyeron fotografías de las diferentes especies que se encuentran en la Ciudad de México. Se preguntó también los lugares en los cuales las personas han observado lagartijas (escuelas, trabajos, casas, centros comerciales o parques) y se pidió que indicaran la ubicación precisa de dichos lugares (calle, número, alcaldía, y colonia). Esta encuesta fue subida a la página de Facebook de la Facultad de Ciencias en dos ocasiones: julio de 2020 y junio de 2021 (ver Apéndice 3).

La búsqueda de internet se basó en el uso de la página Naturalista de CONABIO (<https://www.naturalista.mx/>).

3.5. Análisis de datos

Se realizaron dos análisis GLM con una distribución de Poisson y una función de ligamiento log para verificar cuáles variables tomadas explican mayor devianza (es decir, la medida de la variación de los datos estimada para distribuciones no normales y modelos no lineales) de la densidad de lagartijas detectada: fracción de área verde, valor promedio de ruido, temperatura, humedad relativa, carga de personas, abundancia de ardillas, área basal acumulada de árboles y número de árboles. El primer análisis se realizó considerando los 25 parques muestreados en donde se incluyó la variable de abundancia de ardillas, debido a que sólo se contaba con el número de ardillas observadas por parque y no por transecto. El segundo análisis se realizó tomando en cuenta los datos de los 75 transectos muestreados, sólo que en este caso se excluyó la variable de abundancia de ardillas.

Por otra parte, se construyeron dos matrices de correlación de Spearman, una con las variables tomadas para los 25 parques (incluyendo abundancia de ardillas) y una segunda con las variables tomadas en los 75 transectos (sin la variable de abundancia de ardillas). Con los datos de ambas matrices y con los de los GLM, se realizó un esquema que muestra la relación de las variables con la densidad de lagartijas y la relación de las variables unas con otras.

Finalmente, con base en los muestreos, las encuestas en línea, la búsqueda en la colección de la FC-UNAM y los registros personales se generó un mapa de distribución de *S. grammicus* dentro de la Ciudad de México y se realizó un segundo mapa que incluyó los datos de lagartijas señalando las abundancias relativas en cada parque.

4. RESULTADOS

4.1. Factores que afectan la densidad

En los muestreos de los 25 parques y 75 transectos se registraron 49 lagartijas. En el texto se usarán nombres cortos de cada parque; los nombres completos pueden verse en el Apéndice 2. En 14 parques (56%) se registró la presencia de *S. grammicus*. El número de avistamientos por parque varió de 0 (registrada en 11 parques) a 14 (reportado en Chapultepec) (Tabla 4.1). No se avistaron lagartijas en los parques San Lorenzo, Venados, República de Líbano, España, Zarco, Ménez, Ciudadela, Rubio, Acacias, Miraflores y Moderna (Tabla 4.2). La densidad de lagartijas (estimada con el método de Gates) varió de 0 (registrada en 11 parques) a $2.20 \pm e.e. 2.20$ ind/100 m² (reportada en Arboledas).

Solo se logró capturar un individuo de *S. grammicus* con la técnica de captura de vara con lazo. Esto ocurrió en el parque México, el cual era un macho con 70.6 mm de LHC y 152 mm de LT, y no presentaba ácaros en su cuerpo. Aunque la gran mayoría de especímenes huían del observador o colector, dos ejemplares posados en árboles mantuvieron en su posición y posteriormente bajaron de éstos aproximándose al observador (hasta una distancia de 0.5 m, cada uno).

La abundancia de ardillas *Sciurus aerogaster* en los parques muestreados varió entre 0 y 7 (registrado en Ohira). Al correlacionar este dato con el de abundancia de *S. grammicus* se encontró una correlación negativa y significativa ($r_s = -0.620$, g.l. = 24, $P = 0.004$; Tabla 4.2).

Tabla 4.1. Tabla de abundancia y densidad de lagartijas. Se muestran valores promedio \pm e.e. de 3 transectos. Los rangos de valores se muestran entre paréntesis. La densidad fue estimada con el índice de Gates.

| Parque | Presencia | N° avistadas total | Promedio abundancia | Promedio densidad (No./100 m ²) |
|----------------|-----------|--------------------|-----------------------|---|
| Acacias | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Américas | + | 4 (1) ¹ | 1.33 \pm 0.67 (0-2) | 1.33 \pm 0.97 (0-3.22) |
| Arboledas | + | 4 | 1.3 \pm 1.09 (0-4) | 2.20 \pm 2.20 (0-6.59) |
| Chapultepec | + | 14 | 4.66 \pm 1.86 (1-7) | 1.51 \pm 0.67 (0.33-2.66) |
| Chávez | + | 0 (1) ¹ | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Ciudadela | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| España | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Hundido | + | 3 | 1.0 \pm 0.82 (0-3) | 0.34 \pm 0.34 (0-1.03) |
| Líbano | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Lincoln (2020) | + | 0 (1) ¹ | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Lincoln (2021) | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Ménez | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| México | + | 1 (3) ¹ | 0.33 \pm 0.33 (0-1) | 0.28 \pm 0.28 (0-0.83) |
| Miraflores | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Moderna | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Nápoles | + | 0 (1) ¹ | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Ohira | + | 0 (1) ¹ | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Orozco | + | 2 | 0.67 \pm 0.67 (0-2) | 0.28 \pm 0.28 (0-0.83) |
| P. Miranda | + | 1 | 0.33 \pm 0.33 (0-1) | 0.11 \pm 0.11 (0-0.33) |
| Rubio | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| San Antonio | + | 5 | 1.6 \pm 1.36 (0-5) | 0.63 \pm 0.63 (0-1.89) |
| San Lorenzo | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Velarde | + | 2 (2) ¹ | 0.67 \pm 0.33 (0-1) | 0.35 \pm 0.25 (0-0.83) |
| Venados | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Viveros | + | 0 (3) ¹ | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |
| Zarco | - | 0 | 0 \pm 0 (0-0) | 0 \pm 0 (0-0) |

¹Avistadas fuera de los transectos

Tabla 4.2. Relación entre la abundancia de ardillas *Sciurus aureogaster* y lagartijas *Sceloporus grammicus* en parques de la Ciudad de México.

| Parque | No. ardillas | No. lagartijas ¹ |
|----------------|----------------|-----------------------------|
| Álvaro Obregón | | |
| P. Miranda | 2 | 1 |
| San Antonio | 0 | 5 |
| Benito Juárez | | |
| Américas | 0 | 5 |
| Arboledas | 0 | 4 |
| Hundido | 2 | 3 |
| Miraflores | 3 | 0 |
| Nápoles | 0 | 1 |
| Orozco | 0 | 2 |
| Rubio | 2 | 0 |
| San Lorenzo | 5 | 0 |
| Velarde | 2 | 4 |
| Venados | 3 | 0 |
| Coyoacán | | |
| Ohira | 7 | 1 |
| Viveros | 5 | 3 |
| Cuauhtémoc | | |
| Chávez | 0 | 1 |
| España | 2 | 0 |
| México | 0 | 4 |
| Miguel Hidalgo | | |
| Chapultepec | 0 ² | 14 |
| Líbano | 2 | 0 |
| Lincoln (2020) | 3 | 1 |
| Lincoln (2021) | 6 | 0 |

¹Ver tabla 4.1.

²En la sección muestreada.

Los factores ambientales registrados en los parques se muestran en la tabla 4.3. El parque más ruidoso y caluroso fue Acacias, mientras que Viveros fue el menos ruidoso y San Lorenzo el que registró la menor temperatura. El que presentó la mayor humedad fue Miraflores, mientras que el que presentó menor valor de este parámetro fue Chapultepec. Américas registró la mayor densidad de personas, mientras que San Antonio, San Lorenzo, Vendados, Ohira, Líbano, Chapultepec, México y España no registraron presencia de personas durante los muestreos. Viveros registró el mayor número de árboles y Venados el dato más bajo. El que presentó una mayor área basal de árboles fue España y el que presentó menor valor de este parámetro fue San Antonio. Finalmente, el que presentó mayor frecuencia porcentual de cuadros con hierbas y arbustos fue Hundido y el que presentó el menor valor de este parámetro fue Líbano.

De acuerdo al primer GLM que considera los datos de 25 parques y la abundancia de las ardillas *S. aureogaster* (Tabla 4.4) se encontró que la densidad de *S. grammicus* es afectada significativamente y de manera positiva por la superficie de área verde, la frecuencia de hierbas y arbustos, la densidad de personas y la temperatura (Fig. 4.1), y de manera negativa por la abundancia de ardillas, los niveles de ruido y el área basal de árboles (Fig. 4.2). El valor del AIC del modelo fue de 412.25.

Tabla 4.3. Rasgos ambientales de 25 parques de la Ciudad de México (datos promedio \pm e.e.). En negritas se señalan los valores más altos y en subrayado se observan los valores más bajos. Rango y tamaño de muestra en paréntesis. El tamaño de muestra de la densidad de personas es 3, y el de árboles, área basal y frecuencia de hierbas y arbustos: 18.

| Parque | Ruido (Decibeles) | Temperatura (°C) | Humedad (%) | Densidad de Personas (No./100 m ²) | Árboles (No./100 m ²) | Área basal arboles (m ² /100 m ²) | Frecuencia de hierbas y arbustos (%) |
|----------------|---|---|--|---|-----------------------------------|--|--|
| Acacias | 72.0 \pm 2.31 (63.8-84.7, 8) | 36.2 \pm 2.98 (50.9-28.7, 8) | 17 \pm 0.01 (10-20, 8) | 0.14 \pm 0.14 (0-0.42) | 1.44 \pm 0.3 (1-2) | 0.17 \pm 0.06 (0.06-0.3) | 61.1 \pm 0.06 (0-1) |
| Américas | 59.9 \pm 1.19 (55.6-64.9, 8) | 28.9 \pm 0.26 (28-30.4, 8) | 23 \pm 0.0 (20-29, 8) | 1.3 \pm 0.24 (0.83-1.67) | 2.33 \pm 0.51 (1.33-2.66) | 0.14 \pm 0.04 (0.05-0.19) | 52.77 \pm 0.07 (0-1) |
| Arboledas | 60.8 \pm 2.09 (53.3-72, 11) | 31.1 \pm 1.93 (21.4-40.8, 11) | 24 \pm 0.0 (15-41, 11) | 0.3 \pm 0.1 (0-0.42) | 2.5 \pm 0.6 (1.3-3.6) | 0.2 \pm 0.03 (0.1-0.2) | 80.5 \pm 0.07 (0-1) |
| Chapultepec | 53.3 \pm 0.79 (50.1-61.2, 13) | 35.2 \pm 1.34 (26.5-43, 13) | <u>16 \pm 0.5</u> (14-20, 13) | <u>0 \pm 0</u> (0-0) | 2.7 \pm 0.2 (2.3-3) | 0.2 \pm 0.05 (0.1-0.3) | 22.2 \pm 0.06 (0-1) |
| Chávez | 54.2 \pm 1.29 (48.2-58.4, 7) | 27.1 \pm 0.28 (26.2-27.9, 7) | 19 \pm 0.0 (19-20, 7) | 0.42 \pm 0.24 (0-0.83) | 3.3 \pm 0.83 (1.6-4.3) | 0.23 \pm 0.09 (0.09-0.41) | 30.5 \pm 0.05 (0-1) |
| Ciudadela | 58.5 \pm 1.91 (48.2-67.3, 8) | 26.3 \pm 0.64 (23.6-28.4, 8) | 20 \pm 0.0 (19-21, 8) | 0.14 \pm 0.14 (0-0.42) | 1.55 \pm 0.8 (0-2.6) | 0.154 \pm 0.077 (0-0.23) | 44.4 \pm 0.05 (0-1) |
| España | 60.5 \pm 1.06 (55.4-63.6, 7) | 24.1 \pm 0.47 (22.6-25.9, 7) | 23 \pm 0.0 (21-28, 7) | <u>0 \pm 0</u> (0-0) | 2.2 \pm 0.3 (1.6-2.6) | 0.6 \pm 0.36 (0.21-1.35) | 44.4 \pm 0.03 (0-1) |
| Hundido | 54.1 \pm 1.61 (47.7-69.9, 14) | 28.4 \pm 1.27 (21.7-35, 14) | 19 \pm 0.0 (16-22, 14) | 0.14 \pm 0.14 (0-0.42) | 3.1 \pm 0.1 (3-3.3) | 0.1 \pm 0.03 (0.06-0.18) | 91.7 \pm 0.04 (0.5-1) |
| Líbano | 60.6 \pm 1.09 (56.8-66.4, 9) | 27.8 \pm 1.79 (20-36.3, 9) | 19 \pm 0.6 (16-22, 9) | <u>0 \pm 0</u> (0-0) | 2.1 \pm 0.3 (1.7-2.7) | 0.1 \pm 0.01 (0.1-0.2) | <u>8.3 \pm 0.04</u> (0-1) |
| Lincoln (2020) | - | 20 \pm 0.18 (18.9-24.4, 33) | 52 \pm 0.0 (43-60, 33) | 0.97 \pm 0.50 (0-1.67) | 2.3 \pm 0.33 (1.7-2.7) | 0.2 \pm 0.027 (0.2-0.3) | 52.7 \pm 0.05 (0.5-1) |
| Lincoln (2021) | 53.7 \pm 0.96 (49.4-57.7, 8) | 25.4 \pm 0.32 (24.3-26.7, 8) | 32 \pm 0.01 (27-36, 8) | 0.28 \pm 0.28 (0-0.83) | 2.11 \pm 0.78 (0.66-3.3) | 0.15 \pm 0.09 (0.06-0.3) | 69.4 \pm 0.08 (0-1) |
| Ménez | 59.1 \pm 2.41 (50.8-72.5, 8) | 33.7 \pm 1.56 (27.1-38.5, 8) | 17 \pm 0.0 (15-22, 8) | 0.14 \pm 0.14 (0-0.42) | 2 \pm 0.38 (1.3-2.6) | 0.22 \pm 0.032 (0.16-0.27) | 80.5 \pm 0.06 (0.5-1) |
| México | 54.6 \pm 1.24 (48.6-65.1, 13) | 22.1 \pm 1.36 (18.4-37.7, 13) | 32 \pm 0.01 (16-37, 13) | <u>0 \pm 0</u> (0-0) | 1.9 \pm 0.11 (1.7-2) | 0.3 \pm 0.07 (0.2-0.4) | 50 \pm 0 (0.5-1) |

Tabla 4.3. (Continúa).

| Parque | Ruido (Decibeles) | Temperatura (°C) | Humedad (%) | Densidad de Personas (No./100 m ²) | Árboles (No./100 m ²) | Área basal arboles (m ² /100 m ²) | Frecuencia de hierbas y arbustos (%) |
|-----------------|--|--|---------------------------------------|--|------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Miraflores | 64.9 ± 2.22 (51.7-73.2, 9) | 20.9 ± 0.66 (18.9-25.5, 9) | 55 ± 0.01 (45-62, 9) | 0.28 ± 0.28 (0-0.83) | 3 ± 1.15 (1-5) | 0.28 ± 0.04 (0.21-0.35) | 47.2 ± 0.06 (0-1) |
| Moderna | 64.5 ± 2.8 (55.4-79.1, 8) | 25.9 ± 0.36 (24.9-28, 8) | 36 ± 0.0 (34-38, 8) | 0.69 ± 0.14 (0.42-0.83) | 2.33 ± 0.19 (2-2.66) | 0.21 ± 0.02 (0.17-0.24) | 55.5 ± 0.08 (0-1) |
| Nápoles | 69.3 ± 0.72 (64.8-72.3, 10) | 24.7 ± 0.33 (23.6-26.4, 10) | 36 ± 0.0 (30-41, 10) | 0.28 ± 0.14 (0-0.42) | 4.67 ± 0.88 (3.33-4.33) | 0.26 ± 0.05 (0.18-0.35) | 52.7 ± 0.02 (0.5-1) |
| Ohira | 58.2 ± 2.21 (47.7-85.4, 16) | 19.7 ± 0.17 (18.7-20.7, 16) | 35 ± 0.0 (29-43, 16) | <u>0 ± (0-0)</u> | 2.4 ± 0.7 (1-3.3) | 0.2 ± 0.06 (0-0.3) | 63.9 ± 0.07 (0-1) |
| Orozco | 71.4 ± 2.26 (62.3-82.6, 8) | 28.8 ± 0.46 (26.4-30.3, 8) | 27 ± 0.01 (22-34, 8) | 0.14 ± 0.14 (0-0.42) | 3.33 ± 0.19 (3-3.66) | 0.19 ± 0.03 (0.11-0.24) | 63.88 ± 0.06 (0-1) |
| P. Miranda | 59.9 ± 2 (50.3-71.2, 8) | 28.6 ± 1.1 (25.3-35.3, 8) | 37 ± 0.02 (24-45, 8) | 0.28 ± 0.28 (0-0.83) | 3.4 ± 2.02 (3.3-7) | 0.22 ± 0.11 (0-0.33) | 83.3 ± 0.05 (0.5-1) |
| Rubio | 70.3 ± 2.38 (58.1-80, 9) | 29.7 ± 0.76 (25.3-31.8, 9) | 24 ± 0.0 (20-30, 9) | 0.42 ± 0.24 (0-0.83) | 2.22 ± 0.73 (1.33-3.66) | 0.26 ± 0.17 (0.08-0.59) | 88.8 ± 0.05 (0.5-1) |
| San Antonio | 61.9 ± 1.29 (52.2-71.7, 18) | 30.9 ± 1.07 (24.1-37.7, 18) | 37 ± 0.01 (24-50, 18) | <u>0 ± 0 (0-0)</u> | 5 ± 1.5 (2-6.3) | <u>0.08 ± 0.01 (0.01-0.11)</u> | 63.9 ± 0.05 (0.5-1) |
| San Lorenzo | 58.4 ± 1.09 (52.8-67.6, 16) | <u>15.9 ± 0.24</u> <u>(14.3-17.5, 16)</u> | 35 ± 0.0 (29-41, 16) | <u>0 ± 0 (0-0)</u> | 4.2 ± 0.3 (3.6-4.6) | 0.2 ± 0.04 (0.12-0.3) | 72.2 ± 0.06 (0.5-1) |
| Velarde | 57.4 ± 2.16 (52.8-73.6, 9) | 26.1 ± 0.39 (24.3-27.6, 9) | 29 ± 0.0 (24-32, 9) | 0.56 ± 0.56 (0-1.67) | 3.78 ± 0.62 (3-5) | 0.27 ± 0.01 (0.24-0.28) | 88.8 ± 0.05 (0.5-1) |
| Venados | 59.9 ± 1.28 (53-70, 16) | 23.2 ± 0.67 (18.4-27.9, 16) | 41 ± 0.01 (30-48, 16) | <u>0 ± (0-0)</u> | <u>1.2 ± 0.4</u> <u>(0.3-2)</u> | 0.1 ± 0.04 (0.02-0.2) | 69.4 ± 0.08 (0-1) |
| Viveros | <u>44.9 ± 0.75</u> <u>(43-50.1, 10)</u> | 23.1 ± 0.79 (21.1-28.6, 10) | 53 ± 0.01 (44-60, 10) | 0.28 ± 0.28 (0-0.83) | 7.2 ± 2.2 (4-11.3) | 0.24 ± 0.03 (0.18-0.29) | 41.6 ± 0.06 (0-1) |
| Zarco | 58.2 ± 1.22 (52.2-65.4, 10) | 28.3 ± 0.26 (27-29.9, 10) | 24 ± 0.0 (21-30, 10) | 0.42 ± 0.42 (0-1.25) | 2.7 ± 0.3 (2-3) | 0.3 ± 0.07 (0.15-0.39) | 69.4 ± 0.05 (0.5-1) |
| PROMEDIO | 60.02 (43-85.4) | 26.9 (14.5-50.9) | 29 (10-62) | 0.37 (0-4) | 2.9 (0-14) | 0.21 (0-1.83) | 59.85 (0-1) |

Tabla 4.4. Factores que afectan significativamente la densidad de lagartijas en 25 parques de la Ciudad de México. Las variables están ordenadas de manera decreciente según su importancia dado su AIC en el modelo. El AIC del modelo completo fue de 412.25. La densidad de árboles fue marginalmente significativa ($P = 0.064$) y la humedad fue no significativa.

| Factores | AIC del modelo sin factor | Estimado | <i>P</i> |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Abundancia de ardillas | 940.41 | -2.0368 | < 0.001 |
| Área verde (m ²) | 870.55 | 0.0027 | < 0.001 |
| Frecuencia de hierbas y arbustos | 752.41 | 0.0615 | < 0.001 |
| Ruido (Decibeles) | 593.58 | -0.1548 | < 0.001 |
| Densidad de personas | 570.36 | 1.5903 | < 0.001 |
| Temperatura | 556.64 | 0.1834 | < 0.001 |
| Área basal de árboles | 427.36 | -3.4649 | < 0.001 |

Por otro lado, de acuerdo con el GLM que consideró los datos por separado de los 75 transectos se encontró que la densidad de *S. grammicus* es afectada significativamente y de manera positiva por la temperatura por la densidad de personas, la frecuencia de hierbas y arbustos y la superficie de área verde, y de manera negativa por el ruido, el área basal de árboles y la humedad (Tabla 4.5). El valor del AIC del modelo fue de 5981.02.

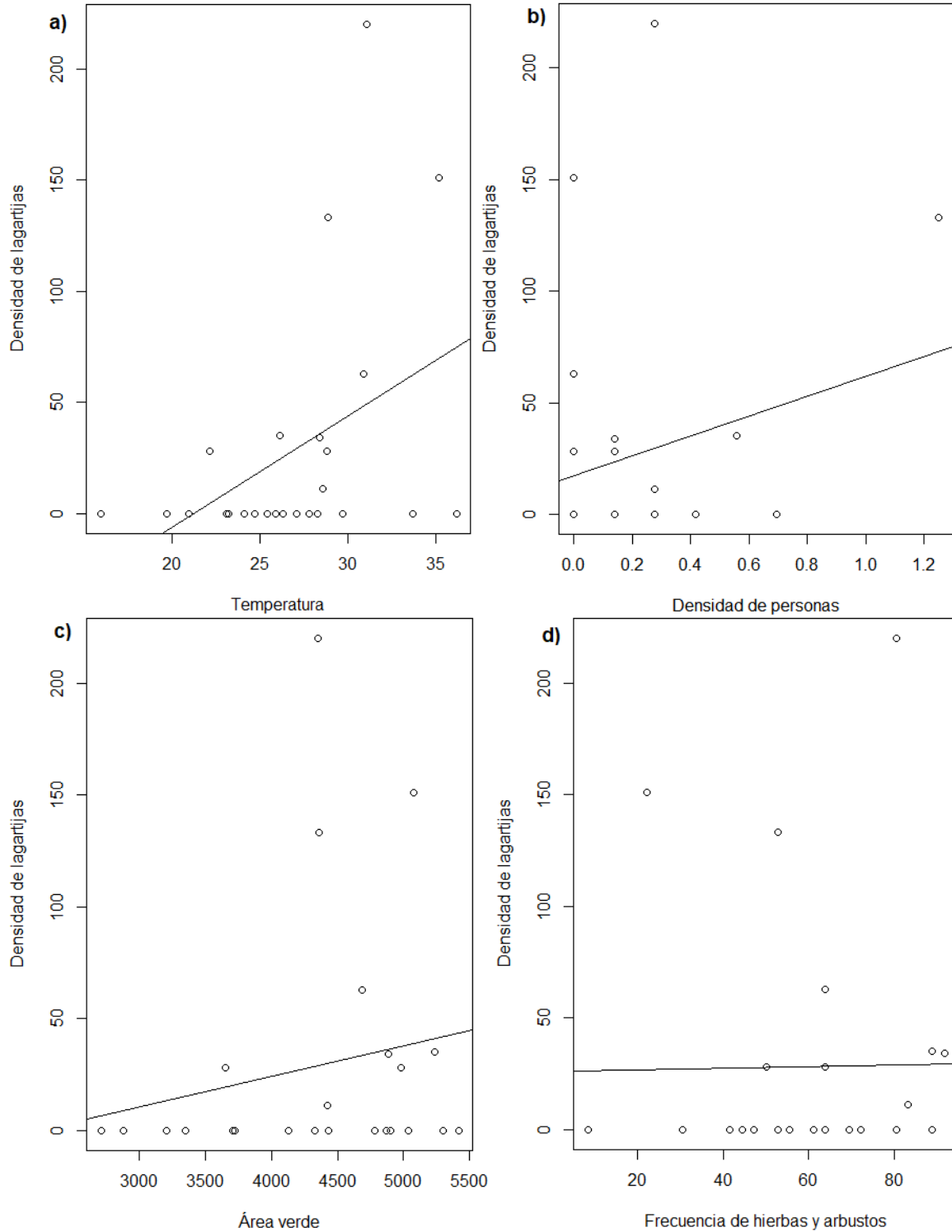


Figura 4.1. Factores que afectan positivamente a la densidad de la lagartija *S. grammicus* en la Ciudad de México. a) Temperatura, b) densidad de personas, c) superficie de área verde y d) frecuencia de hierbas y arbustos. Datos de 25 parques.

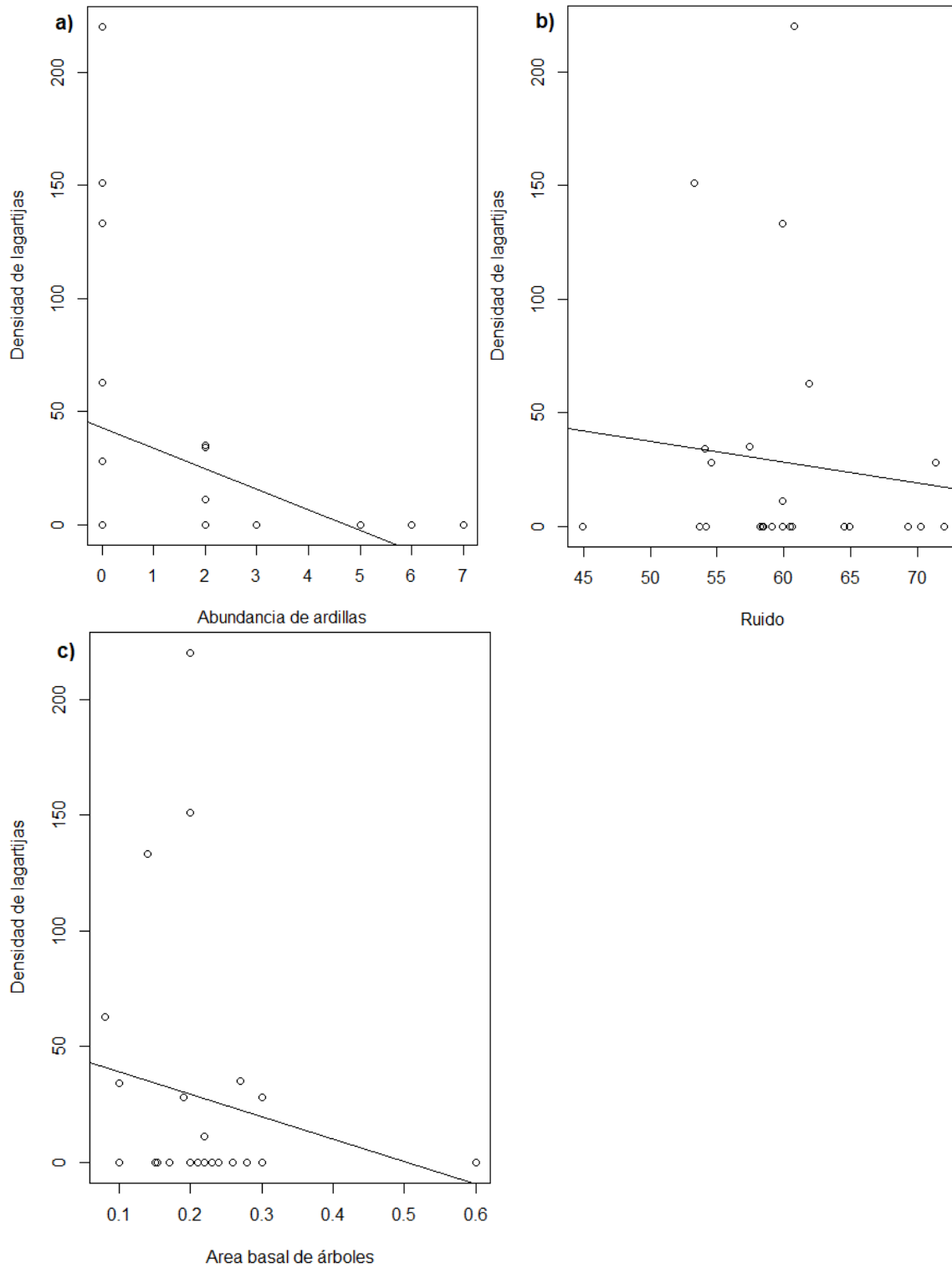


Figura 4.2 Factores que afectan negativamente a la densidad de la lagartija *S. grammicus* en la Ciudad de México. a) Abundancia de ardillas *Sciurus aerogaster*, b) ruido, y c) área basal de los árboles. Datos de 25 parques.

Tabla 4.5. Factores que afectan significativamente la densidad de la lagartija *S. grammicus* en los 75 transectos repartidos en 25 parques de la Ciudad de México. Las variables están ordenadas de manera decreciente según su importancia dado su AIC en el modelo. El AIC del modelo completo fue de 5981.02. La densidad de árboles no fue significativa.

| Factores | AIC del modelo sin factor | Estimado | P |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------|
| Temperatura | 7429.8 | 0.2004 | < 0.001 |
| Ruido (Decibeles) | 6875.5 | -0.1209 | < 0.001 |
| Densidad de personas | 6413.4 | 1.106 | < 0.001 |
| Frecuencia de hierbas y arbustos | 6195.4 | 0.0432 | < 0.001 |
| Área verde (m ²) | 6027.2 | 0.0005 | < 0.001 |
| Área basal de árboles | 6007.4 | -1.169 | < 0.001 |
| Humedad | 5994.3 | -0.0125 | < 0.001 |

Al observar los índices de correlación entre las variables ambientales registradas a nivel de parque (Tabla 4.6; $n = 25$) se encontró que el área verde está correlacionada negativamente con el ruido y la densidad de personas; en tanto que la abundancia de ardillas correlacionó negativamente con la temperatura y positivamente con la humedad. Asimismo, la temperatura y la humedad están correlacionadas negativamente, en tanto que esta última variable correlacionó positivamente con la densidad de árboles.

Por otra parte, al analizar los índices de correlación entre las variables ambientales registradas a nivel de transecto (Tabla 4.7; $n = 75$), además de las correlaciones negativas entre el área verde con el ruido y la densidad de

personas, se encontró una correlación negativa con la temperatura. También se volvió a encontrar una correlación negativa entre humedad y temperatura y una correlación positiva entre la densidad de árboles y humedad relativa del aire. Por último, se registró una correlación positiva y lógica entre la densidad de árboles y el área basal de los mismos.

Tabla 4.6. Matriz de correlación entre las variables bióticas y abióticas tomadas a nivel de parque (n = 25). *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$ (en rojo). Temp.: temperatura

| | Ruido | Temp. | Humedad | Densidad de personas | Densidad de árboles | Área basal | Frecuencia de hierbas y arbustos | Área verde |
|----------------------------------|----------------|------------------|---------------|----------------------|---------------------|------------|----------------------------------|------------|
| Temp. | 0.259 | | | | | | | |
| Humedad | 0.115 | -0.610** | | | | | | |
| Densidad de personas | 0.070 | 0.155 | 0.071 | | | | | |
| Densidad de árboles | -0.121 | -0.105 | 0.402* | 0.220 | | | | |
| Área basal | -0.049 | -0.310 | 0.150 | 0.300 | 0.172 | | | |
| Frecuencia de hierbas y arbustos | 0.061 | 0.190 | 0.118 | 0.204 | 0.099 | -0.071 | | |
| Área verde | -0.397* | -0.232 | 0.057 | -0.476* | 0.169 | -0.040 | -0.167 | |
| Abundancia de ardillas | -0.279 | -0.618*** | 0.451* | -0.185 | 0.094 | -0.017 | 0.197 | 0.374 |

4.2 Estudios de distribución

Se obtuvo un mapa de distribución de *S. grammicus* en la Ciudad de México (Fig. 4.3.) a partir de 1092 direcciones obtenidas de: cuestionarios en línea (34 registros), direcciones extraídas de Naturalista (1027), parques muestreados en la parte noroeste de la entidad (14), observaciones personales y de colegas (11) y

geoposiciones obtenidas de ejemplares depositados en la colección científica de la FC-UNAM (6).

Tabla 4.7. Matriz de correlación entre las variables bióticas y abióticas tomadas a nivel de transecto ($n = 75$). *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$ (en rojo). Temp.: temperatura, HR: humedad relativa.

| | Ruido | Temp. | HR | Densidad de personas | Densidad de árboles | Área basal | Frecuencia de hierbas y arbustos |
|----------------------------------|----------------|------------------|---------------|----------------------|---------------------|------------|----------------------------------|
| Temp. | 0.167 | | | | | | |
| HR | 0.020 | -0.701*** | | | | | |
| Densidad de personas | 0.122 | 0.040 | 0.044 | | | | |
| Densidad de árboles | -0.123 | -0.115 | 0.255* | -0.008 | | | |
| Área basal | -0.115 | -0.097 | 0.064 | -0.017 | 0.414*** | | |
| Frecuencia de hierbas y arbustos | 0.056 | 0.094 | 0.094 | 0.016 | 0.125 | -0.021 | |
| Área verde | -0.270* | -0.280* | 0.119 | -0.245* | 0.151 | 0.080 | -0.193 |

La especie está distribuida en 16 alcaldías, los registros se concentran en la zona urbana y suburbana (Tabla 4.8); la parte norte cuenta con 702 registros, mientras que la parte sureste de la entidad cuenta con 390, siendo Tláhuac la alcaldía que posee menos registros contando con cuatro. Asimismo, se detectaron 581 registros en zonas de suelo de conservación y 511 en suelo urbano.

Por otra parte, a partir de los resultados obtenidos en campo se generó un mapa con las abundancias de lagartijas de esta especie en los 25 parques muestreados localizados en cinco alcaldías del centro-poniente de la entidad (Fig.

4.4). Los parques con lagartijas ausentes se concentran en la alcaldía Benito Juárez, sobre todo al sur y este de la misma.

Tabla 4.8. Registros de *S. grammicus* por alcaldía en la parte norte y sur de la Ciudad de México.

| Zona Norte | |
|-----------------------|-----|
| Álvaro Obregón | 81 |
| Azcapotzalco | 22 |
| Benito Juárez | 49 |
| Coyoacán | 264 |
| Cuajimalpa de Morelos | 16 |
| Cuauhtémoc | 46 |
| Gustavo A. Madero | 45 |
| Iztacalco | 8 |
| Iztapalapa | 49 |
| Miguel Hidalgo | 113 |
| Venustiano Carranza | 9 |
| Zona Sur | |
| Magdalena Contreras | 50 |
| Milpa Alta | 4 |
| Tláhuac | 16 |
| Tlalpan | 202 |
| Xochimilco | 118 |

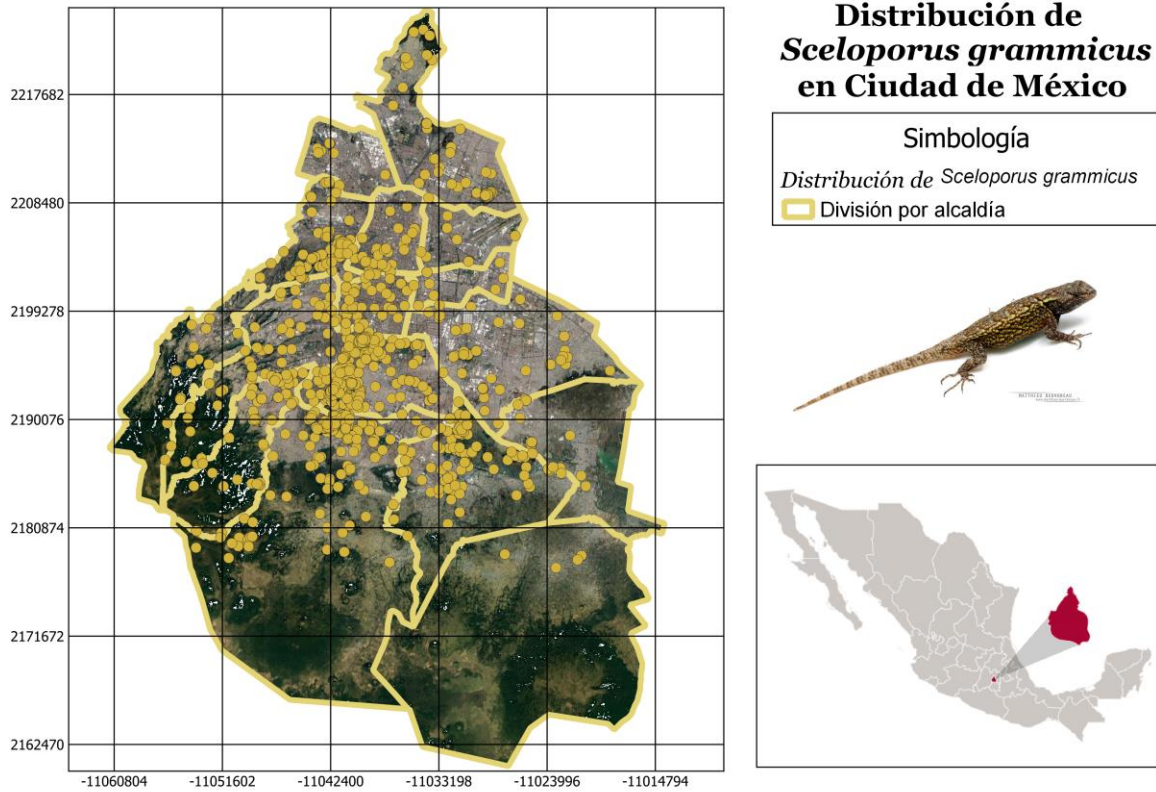


Figura 4.3. Mapa de la distribución de *Sceloporus grammicus* en las 16 alcaldías de la Ciudad en México. Fuente: elaboración propia con datos de Naturalista (<https://www.naturalista.mx/>), encuesta en línea a miembros de la Facultad de Ciencias, observaciones personales y de ejemplares de la colección herpetológica del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”.

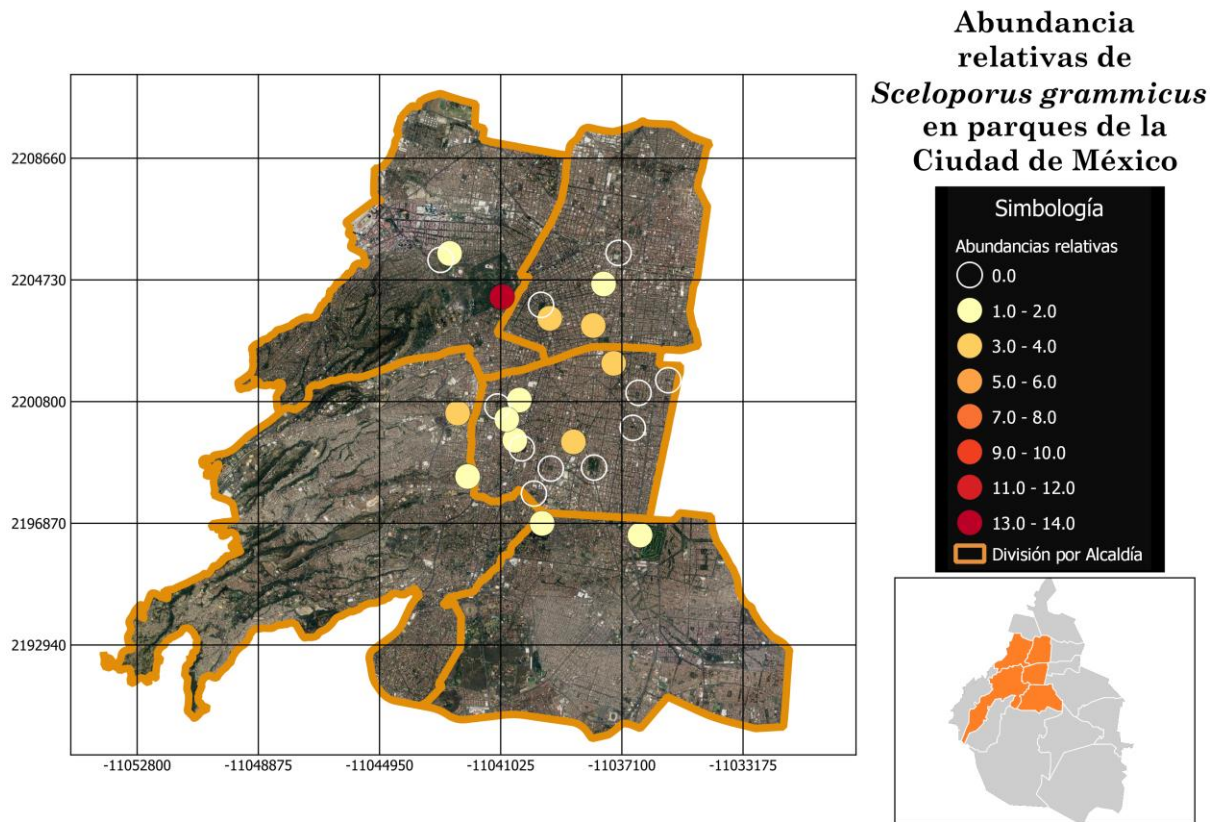


Figura 4.4. Abundancias relativas de *Sceloporus grammicus* en 25 parques ubicados en cinco alcaldías de la zona centro poniente de la Ciudad en México.

Fuente: elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

5.1. Factores ambientales que afectan la densidad de *Sceloporus grammicus*

De acuerdo con los resultados de los GLM casi todos los factores evaluados (siete de nueve a nivel de parque y siete de ocho a nivel de transecto) afectan significativamente la densidad de *S. grammicus* (ver Fig. 5.1). La densidad de árboles afecta marginalmente.

5.1.1. Las ardillas. Un factor que afecta negativamente a la densidad de lagartijas es la abundancia de la ardilla *Sciurus aureogaster* (Tabla 4.4.), la cual registra densidades poblacionales relativamente altas en zonas urbanas (Mora Ascencio *et al.* 2010). Esta especie se alimenta principalmente de semillas, bellotas (*Quercus*) y piñones (*Pinus*) (Steele *et al.* 2001), aunque también puede comer hongos, insectos, huevos y polluelos (Estrada *et al.* 2002, Koprowski *et al.* 2017a). Se piensa que ésta compite por comida con mamíferos granívoros, frugívoros y aves (López-Barrera *et al.* 2005). Al igual que *S. grammicus*, esta ardilla es diurna y se puede encontrar principalmente en los árboles, pero puede bajar al suelo para alimentarse o moverse de árbol en árbol (Koprowski *et al.* 2017b). Es posible que la relación que podrían tener ardillas y lagartijas sea amensalista, es decir, de cierta manera las ardillas desplazan a las lagartijas de los árboles al asustarlas. No parece haber relaciones ni registro bibliográfico que indique otro tipo de interacción entre esta especie y *S. grammicus*; sin embargo existen algunos estudios los cuales mencionan que algunas especies de ardillas, como *Tamias merriami*, *Funambulus pennantii* y *Spermophilus beecheyi* llegan a alimentarse de reptiles como lagartijas y geckos, entre los que se cuentan *Sceloporus occidentalis*

y *Hemidactylus flaviridis* (Trulio *et al.* 1985, Best y Granai 1994, Meena *et al.* 2012) y, aunque éste no parece ser el caso de la interacción entre *Sci. grammicus* y *Sci. aureogaster*, se sugiere hacer estudios más detallados sobre las interacciones que ocurren entre lagartijas y ardillas.

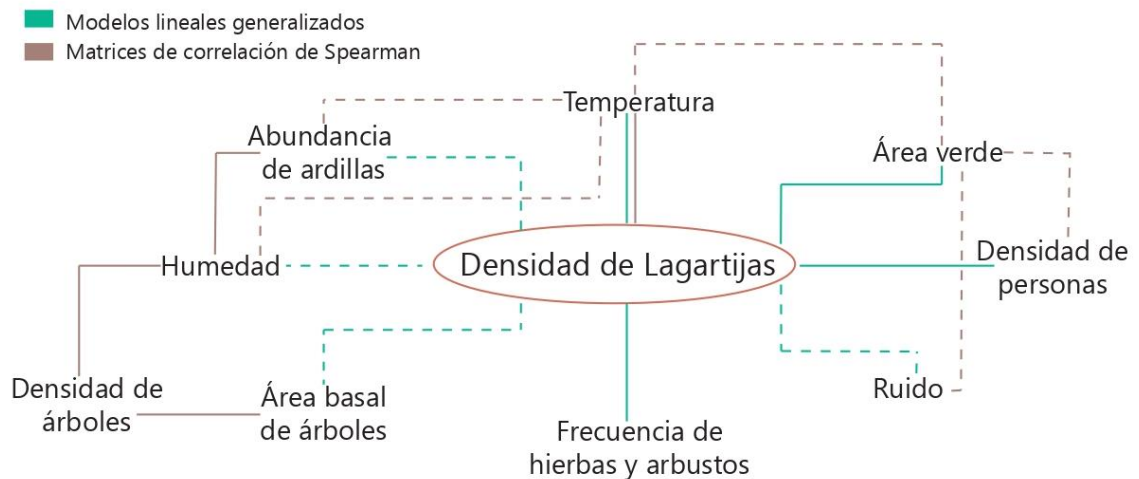


Figura 5.1. Esquema que representa la relación entre la densidad de lagartijas y las variables muestreadas. La línea punteada indica un efecto negativo mientras que la línea continua indica un efecto positivo. Realizada con los resultados de los GLM y las matrices de correlación.

5.1.2. La temperatura. La temperatura fue otro factor que afectó la densidad de lagartijas registradas, pero ésta de manera positiva (Fig. 5.1). Al respecto, diversos autores coinciden que la temperatura es un factor importante debido a que afecta el crecimiento, la fecundidad, supervivencia, rendimiento fisiológico y tiempo de actividad de las lagartijas (Altamirano Álvarez *et al.* 2015). La temperatura ambiental afecta el nivel de actividad de estos animales, pues de esta variable depende su temperatura corporal (Beuchat y Ellner, 1987).

Sceloporus grammicus es una lagartija tanto heliotherma (gana calor por radiación directa con el sol) como tigmoterma (está en contacto con algún sustrato caliente), de modo que regula su temperatura realizando movimientos de sol a sombra para mantener su temperatura corporal constante cuando hay sol; en este sentido, gana calor por la intercepción de la energía térmica solar que incide sobre su cuerpo y, cuando su temperatura aumenta mucho, éstas buscan refugio a la sombra, en sustratos con temperaturas más bajas, de modo que buscan mantener una temperatura corporal constante (Woolrich-Piña *et al.* 2006).

5.1.3. Densidad de personas. Otro factor que afecta positivamente a la densidad de lagartijas es la densidad de personas (Fig. 5.1). De cierta forma, algunos animales adaptados a las ciudades están acostumbrados a la afluencia de personas, e incluso entran en estrecho contacto con las personas. Un ejemplo es la paloma *Columba livia*, la cual se ha logrado adaptar a las ciudades al encontrar alimento gracias a la actividad de las personas (Ángel Flores 2021). De igual forma, se ha observado que las dietas de algunos animales como las ratas (*Rattus spp.*) que habitan en áreas densamente pobladas por humanos tienen dietas que son de mayor calidad, más homogéneas y estables, en comparación con sus contrapartes que habitan sitios rurales, traduciéndose en una mayor fecundidad y un mejor desempeño (Guiry y Buckley 2018). Estudios como el de Littleford-Colquhoun *et al.* (2017) realizado en lagartijas que habitan parques de ciudades muestran que estos lugares podrían favorecer una rápida evolución en cuanto a su morfología (tamaño relativo del cuerpo), esto debido al aislamiento que puede generar cada parque, ya que cada uno además de estar aislado uno de otro, también difieren en cuanto a estructura, tamaño y complejidad. En este

sentido, las lagartijas pueden verse beneficiadas de las construcciones humanas al tener la capacidad de colonizar estos nuevos microhábitats (Cabido *et al.* 2008) y no se puede descartar que obtengan alimento asociado a los depósitos de desechos orgánicos que generan las personas, los cuales pueden atraer insectos. Por otro lado también es probable que entre más personas las lagartijas tengan que estarse moviendo más de los sitios donde toman el sol y esto podría influir en que sean más visibles a la hora del muestreo. Es necesario encaminar estudios detallados en este sentido para entender esta relación positiva entre la presencia humana y la densidad de lagartijas.

5.1.4. Las áreas verdes. El área cubierta por espacios verdes (en m²), así como la frecuencia relativa de cuadros con presencia de hierbas y arbustos afectaron de manera positiva a la densidad de *S. grammicus* (Fig. 5.1). Un proceso asociado a la urbanización es el cambio en la estructura del hábitat, en el que se percibe que la vegetación es modificada (Battles *et al.* 2018) y en muchos casos destruida. Al parecer, la presencia de vegetación es importante porque ésta puede determinar el tipo de estrategia antidepredatoria empleada por las lagartijas. Además, ayuda a cumplir con los requerimientos específicos para la alimentación de las lagartijas; la especie estudiada, por ejemplo, se alimenta principalmente de himenópteros y coleópteros pues es, sobre todo, insectívora (Leyte-Manrique y Ramírez-Bautista 2010, Durán Servín 2012, Leyte-Manrique *et al.* 2016). En este sentido, las áreas verdes representan hábitats adecuados para diversas especies de invertebrados (Jones y Leather 2012). Específicamente, en la Ciudad de México, los grupos taxonómicos con mayor número de especies y subespecies son los lepidópteros, dípteros, himenópteros y coleópteros (Cano-Santana *et al.* 2016). Además, los

himenópteros, en especial las abejas, parecen tener una alta riqueza de especies en las ciudades (Theodorou *et al.* 2020). Del mismo modo, los coleópteros son frecuentes en las ciudades (Iuliano 2008, Theodorou *et al.* 2020).

La vegetación también puede ser zona para que esta lagartija pueda refrescarse a las horas de mayor calor (Sorensen *et al.* 1998, Frutos y Esteban 2009), así como para protegerse de los depredadores (Snell *et al.* 1988) (sobre todo, gatos domésticos; ver Carrión Avilés 2012).

Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Hernández Mundo *et al.* (2017), quienes registran que una reducción en la vegetación y en las áreas verdes reduce la amplitud de distribución espacial y la abundancia de lagartijas del género *Aspidoscelis*. Por otra parte, Amo *et al.* (2007) registran un aumento del riesgo de depredación, una mayor carga parasitaria en la sangre y una pérdida de peso en las hembras de *Psammmodromus algirus* asociados a hábitats carentes de vegetación. Esto sugeriría que la ausencia de vegetación también afectaría negativamente los tamaños poblacionales de esta lagartija, tal como lo encontramos en este estudio con *S. grammicus*.

5.1.5. El ruido. Otro factor que afectó la densidad avistada de lagartijas fue el ruido (Fig. 5.1); sin embargo, en la literatura esta variable parece no ser un factor de perturbación importante para los reptiles, a excepción de algunas serpientes (Vargas-Salinas 2011). Esto está relacionado con el hecho de que la eficiencia de los oídos de los reptiles es relativamente baja (Peterson 1966). Por ejemplo, el umbral auditivo de algunas lagartijas está entre 35 y 40 dB (Morales Martínez y Solís Ortiz 1999; Morales Martínez *et al.* 2002), en comparación con el umbral auditivo del ser humano el cual es 0 dB (siendo este el mínimo necesario para

que el sonido pueda ser percibido) (Rodríguez Valiente 2015). En la Ciudad de México el límite máximo establecido en áreas de juego son 55 dB(A) (ALDF 1982), pero algunos de los parques muestreados sobrepasaban estos niveles. En este trabajo se encontró que los parques que no presentaron lagartijas mostraron niveles de ruido de 58.2 a 72 dB(A) y los que sí albergaban lagartijas registraron niveles de 44.9 a 71.4 dB(A). Sería interesante probar el efecto de diferentes niveles de ruido a la respuesta individual de lagartijas *S. grammicus* para conocer su nivel de audición.

5.1.6. Área basal de los árboles. Por otra parte, el área basal de los árboles afectó negativamente a la densidad de *S. grammicus*. Algunos estudios, como los de Napoli *et al.* (2016) y Massetti *et al.* (2019) sugieren que la sombra de los árboles influye en la temperatura debajo de éstos, ya que los árboles interceptan la radiación solar impidiendo que se caliente el suelo y consecuentemente la del aire, modificando la temperatura y reduciendo los flujos de calor. La sombra de los árboles reduce la temperatura tanto en superficies artificiales (asfalto) como en superficies naturales (hierba), y siendo *S. grammicus* una especie tanto helioterma como tigmoterma (Woolrich-Piña *et al.* 2006), esto podría afectar su temperatura corporal.

5.1.7. La humedad. La humedad parece estar afectando de manera negativa a las lagartijas. Macip-Ríos y Muñoz-Alonso (2008) encontraron que altos niveles de humedad limitan la presencia de lagartijas con comportamientos termorreguladores como lo tiene *S. grammicus*. No obstante, Hall y Root (1930) sugieren que los reptiles responden muy poco a la variación de la humedad relativa. Por otra parte, al parecer, los requerimientos hídricos de *S. grammicus*

son mínimos, pues de las presas adquieren la mayor parte y no es frecuente ver a las lagartijas beber; además, en la región de estudio prevalece un clima templado húmedo, por lo tanto, la humedad no es limitante (E. Pérez Ramos com. pers.). Por todo lo anterior, se sugiere realizar más estudios sobre el efecto de este factor.

5.2 Relación entre las variables ambientales

En este trabajo se encontró que el área verde está correlacionada de manera negativa con el ruido. Diversos estudios mencionan que las áreas verdes pueden amortiguar los niveles de ruido. Por ejemplo, las hojas y ramas reducen el sonido dispersándolo (frecuencias medias y altas), mientras que el suelo lo absorbe (frecuencias bajas) (Aylor 1972), aunque Fang y Ling (2003) discuten que la densidad, altura, longitud y ancho de los cinturones de árboles son los factores más importantes para reducir el sonido, en lugar del tamaño de las hojas y los rasgos de la ramificación. De igual forma, las áreas verdes pueden amortiguar el ruido al generar su propio sonido, por ejemplo cuando el viento que mueve las hojas de los árboles o cuando las aves que perchan en los árboles cantan (Nowak *et al.* 1997).

La correlación entre la densidad árboles y la humedad relativa del aire está asociada a la transpiración de árboles (Rodríguez Wildghem 2017). Souch y Souch (1993) encuentran, como sugiere en presente trabajo, que la humedad relativa debajo del follaje de los árboles es más alta que en áreas abiertas. También se sabe que, en general, la presencia de vegetación amortigua las oscilaciones de temperatura y de humedad (Rodríguez Wildghem 2017).

La correlación negativa entre el área verde y la temperatura del aire (Fig. 5.1) se debe a que la radiación solar es absorbida por el follaje de las plantas de las áreas verdes, la mayoría controla su temperatura mediante el proceso de evapotranspiración, el cual reduce la temperatura del aire (Akbari *et al.* 1992, Nowak *et al.* 1997). Además, la sombra producida por las plantas de diversas tallas de las áreas verdes tiende a reducir la temperatura del aire (Akbari *et al.* 1992). Debajo de los árboles, por ejemplo, la temperatura del aire a una altura de 1.5 m se encuentra 1°C más bajo que la temperatura del aire en áreas abiertas desprovistas de vegetación (Souch y Souch 1993).

En cuanto a la correlación negativa entre las ardillas y la temperatura podemos decir que esta podría tener un efecto sobre los patrones de actividad de estos organismos. Mora-Ascencio *et al.* (2010) observaron que la actividad de *S. aureogaster* se reduce en las horas más cálidas del día. Adicionalmente, se piensa que la temperatura y la duración del día pueden ayudar a explicar variaciones en el tiempo de actividad de las ardillas arborícolas (Wauters 2000, Mora-Ascencio *et al.* 2010). Pulliainen (1973), por su parte, encontró que, durante el invierno, cuando las temperaturas son más bajas, las ardillas *Sciurus vulgaris* reducen su movilidad a niveles bajos, para así evitar la pérdida de calor. Por esto, es posible que las ardillas *S. aureogaster* hayan sido observadas con menos frecuencia durante el muestreo en horas que pudieran ser más cálidas para ellas.

La humedad también podría afectar los patrones de actividad de las ardillas (McCarley 1966, Váczi *et al.* 2006). Williams *et al.* (2014) y Váczi *et al.* (2006) mencionan que la actividad de las ardillas podría verse reducida por un aumento de la humedad relativa; sin embargo, McCarley (1966) indica que el aumento de la

humedad podría estimular la aparición de ardillas durante ciertos meses. Es necesario realizar más estudios para aclarar el efecto de la temperatura y la humedad sobre los patrones de actividad de ardillas arborícolas, como *Sciurus aerogaster*.

La correlación negativa entre el área verde y la densidad de personas (Fig. 5.1) podría deberse a las dificultades que pueden tener las personas para moverse en zonas dominadas por áreas verdes. Hay estudios que sugieren que la reducción de la actividad de personas en áreas verdes se debe a la sensación de inseguridad, el deterioro de las áreas verdes y las instalaciones y andadores que los circundan, la presencia de animales (como perros callejeros, ratas e insectos), así como el depósito de residuos en las mismas (Barboza Guzmán 2013, Cruz-Rodríguez y Pérez-Ramírez 2019).

Finalmente, la correlación negativa entre la humedad y la temperatura (Fig. 5.1) se reconoce en los estudios de meteorología, pues conforme la temperatura decrece, la humedad relativa aumenta (Dorighello Tomás 2002, Huertas 2008). La humedad relativa puede ser definida como el cociente expresado en porcentaje entre la masa de vapor de agua contenido en un volumen dado de aire y la masa de vapor de agua que contendría ese mismo volumen si estuviera saturado (Zúñiga López y Crespo del Arco 2015). Viéndolo de esta forma, al subir o bajar la temperatura del aire, se puede cambiar la cantidad máxima de agua que el aire pueda contener; de esta manera, si se enfriara una masa de aire húmedo, pero no dejáramos que saliera el vapor de agua, la humedad relativa aumentaría hasta dar como resultado que se sobresaturara (Shonk 2020).

5.3. El papel de la competencia y depredación

Otros factores bióticos no abordados en este trabajo podrían estar afectando la densidad de *S. grammicus* en la Ciudad de México. Un potencial depredador es el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*, Passeriformes: Icteridae). Esta especie se llegó a encontrar aproximadamente en el 32% de los parques de la Ciudad de México (ver Apéndice 4). Se trata de un ave oportunista que llega a consumir lagartijas y otros reptiles, incluyendo los del género *Sceloporus* (Sánchez-Soto 2015, Cupul-Magaña *et al.* 2017). Se sugiere realizar investigaciones puntuales acerca de la posible relación de depredación entre los zanates y *S. grammicus*.

Otros animales que pudieron haber afectado la densidad y actividad de *S. grammicus* son los domésticos, como los gatos (observado en el 8% de los parques; ver citas Alarcos y Flechoso 2012, Galán 2013) y los perros (observados en el 76%; ver citas Franklin *et al.* 2021, Guedes *et al.* 2021), ya que éstos pueden atacar a los reptiles y se han reportado como de preocupación primordial en jardines urbanos (Koenig *et al.* 2002). Los perros avistados fueron paseados tanto con correas como en libertad (perros caseros). Se sugiere tomar en consideración esta variable, ya que, si bien muchas veces las lagartijas estaban posadas en los árboles, éstas suelen bajar y moverse sobre el suelo bajo arbustos y entre hierbas, donde pueden ser presa fácil de los animales domésticos.

5.4 Distribución de *S. grammicus* en la Ciudad de México

La lagartija *S. grammicus* se encuentra en todas las alcaldías de la Ciudad de México. Aunque no se detectó actividad de esta especie en algunos parques estudiados, otras fuentes de datos reportaban su presencia allí, tal como fue el

caso de los parques Acacias (Cuestionario realizado a miembro de la Facultad de Ciencias) y España (Naturalista). Esto pudo deberse a limitaciones del muestreo debido a que los especímenes podrían haber sido pasados por alto (De la Maza *et al.* 2013), o bien, a la variabilidad temporal en su actividad (Rabinovich 1981). El sesgo de la calidad de identificación en la especie de lagartija se sugiere que es bajo, dado que *S. grammicus* es la que mejor tolera vivir dentro de la ciudad y la que mejor ha logrado adaptarse a vivir entre las personas (Altamirano Álvarez *et al.* 2015). En un estudio sobre esta especie en Ciudad Universitaria se encontró que esta lagartija se concentra sobre las bardas de los alrededores de esta zona y menos en las áreas naturales del matorral xerófilo (Z. Cano-Santana, com. pers.). Por lo anterior, es posible que las poblaciones de *S. grammicus* también sean más exitosas en hábitats dominados por construcciones humanas, siempre y cuando haya alimento disponible y pocos depredadores. Se recomienda hacer estudios en zonas más urbanizadas de la Ciudad de México. En este proyecto se planeaba analizar la abundancia de lagartijas en cruces de vialidades, lo cual no fue posible por la reducción de movilidad en la Ciudad por la pandemia de Covid-19.

5.5. Recomendaciones

El muestreo presentó dificultades como el atrapar lagartijas debido a la inexperiencia de la colectora. El método de captura vara lazo es recomendable en ambientes con vegetación abundante donde se puede ocultar el observador y donde es más difícil que la lagartija pueda ver la vara. En este trabajo se encontró que en los ambientes urbanos las lagartijas observan la vara y al colector, lo que provoca que ésta huya y no pueda ser capturada. De hecho, la mejor manera de

atraparlas es esperar a que éstas bajen de los árboles y atraparlas con las manos, de igual forma estar atentos a cualquier grieta en donde se puedan esconder. Las lagartijas tienden a refugiarse debajo de las rocas, en la base de los árboles o a subirse en ellos, ocultándose del lado contrario del tronco de donde se ubica el colector.

En cuanto a los métodos de recolección de datos se recomienda mejorar algunos aspectos de posibles futuros cuestionarios, ya que si bien se obtuvieron bastantes geoposiciones útiles para el estudio, fueron descartadas algunas respuestas que no eran del todo claras o no proporcionaban nada de información, a lo cual sería mejor remarcar al encuestado que los datos recabados serán de suma importancia para una investigación. Por su parte, recalcó la importancia de este tipo de datos, así como de páginas de uso público como lo es Naturalista, la gran cantidad de geoposiciones que se extrajeron de ahí ayudo bastante a la construcción del mapa de distribución de *S. grammicus* (1027 datos) y a darle a la autora un mejor panorama de la distribución de esta lagartija en la Ciudad, por todo esto creo realmente importante tomar el apoyo de este tipo de fuentes en estudios de distribución de organismos, los datos proporcionados por diferentes tipos de personas pueden ayudar a construir un mejor estudio.

Para futuras investigaciones se sugiere tomar en consideración lo siguiente:

1. Registrar los animales que están estrechamente en contacto con las lagartijas y que puedan llegar a tener cualquier tipo de interacciones con éstas.
2. Se recomienda encaminar más estudios de este tipo de áreas en la ciudad, ya sean áreas grandes como bosques o bioparques, así como áreas más pequeñas, parques, jardines, camellones o glorietas, ya que parecen estar

afectando de manera positiva no solo a los organismos de este estudio, sino también a otro tipo de organismos en diferentes estudios a lo largo del mundo.

3. Se sugiere realizar más estudios sobre el efecto de la humedad en las áreas más secas de la Ciudad de México para ver si es o no un factor limitante que afecte a la densidad *S. grammicus*.
4. En este estudio no se trabajó específicamente con las ardillas *Sciurus aureogaster*, sin embargo, gracias a los resultados obtenidos pudimos ver una posible relación negativa entre las lagartijas y estos organismos, además de observar correlaciones entre éstas y factores como la temperatura y la humedad. Se sugiere hacer estudios más detallados sobre las interacciones que ocurren entre estos animales, así como observar cómo los diferentes factores ambientales afectan a esta especie de ardilla.
5. Se recomienda hacer estudios en zonas más urbanizadas de la Ciudad de México.
6. Es de suma importancia encaminar más estudios detallados sobre el efecto de la densidad de personas. No solo la relación positiva que muestran con las lagartijas en este estudio, sino con otros organismos que viven ciudades. Esta relación positiva muestra la adaptabilidad de especies silvestres a las actividades e infraestructura urbana.

6. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que:

1. La densidad de lagartijas está afectada de manera positiva por la temperatura, el área verde, la frecuencia porcentual de hierbas y arbustos y la densidad de personas y de manera negativa por la abundancia de ardillas, el ruido, el área basal de árboles y la humedad. La densidad de árboles no afectó la densidad de lagartijas.
2. La densidad promedio de lagartijas en los 25 parques muestreados fue de 0.28 ind/100 m², y los parques que registraron mayor densidad de estas lagartijas fueron Arboledas (2.20 ind/100 m²), Chapultepec (1.51 ind/100 m²) y Américas (1.33 ind/100 m²).
3. Las lagartijas fueron observadas en 14 (56%) de los 25 parques muestreados.
4. Las ardillas *Sciurus aureogaster* podrían ser un factor perturbador de los espacios que ocupan las lagartijas en los parques, desplazándolas de los árboles.
5. Si bien algunos estudios como el de Argaez Márquez (2015) indican que la urbanización no parece favorecer la supervivencia de *S. grammicus*, este estudio muestra evidencias de que variables como la densidad de personas parecen estar favoreciendo a la densidad de estos organismos.

Es de gran importancia mantener las áreas verdes en las ciudades ya que se demuestra la importancia de éstas no sólo para lagartijas *S. grammicus*, sino también para otros organismos. Es importante conocer la diversidad de la biota silvestre que aún persiste en las áreas naturales y verdes de las grandes urbes del mundo, como la Ciudad de México.

LITERATURA CITADA

- Akbari, H., Davis, S., Dorsano, S., Huang, J. y Winnett, S. (1992). *Cooling our communities. A guidebook to tree planting and light colored surfacing*. Environmental Protection Agency, Office of Policy Analysis, Climate Change Division, Pittsburg, Pensilvania, EE. UU.
- Alarcos, G. y Flechoso, F. (2012). Nota sobre depredación de reptiles por gatos y gallinas. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 23: 74-75.
- ALDF, Asamblea Legislativa del Distrito Federal (1982). Reglamento para la protección de ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido. *Diario Oficial de la Federación*, 6 diciembre, 1982.
- Altamirano Álvarez, T. A., Keer García, K. y Soriano Sarabia, M. (2015). Distribución y uso de microhábitats de *Sceloporus grammicus* Wiegmann (Sauria: Phrynosomatidae) en la F.E.S. Iztacala. *Revista de Zoología*, 26: 11-19.
- Amaya, C. A. (2005). El ecosistema urbano: simbiosis espacial entre lo natural y lo artificial. *Revista Forestal Latinoamericana*, 37: 1-16.
- Amo, L. López P. y Martí, J. (2007). Habitat deterioration affects antipredatory behavior, body condition, and parasite load of female *Psammodromus algirus* lizards. *Canadian Journal of Zoology*, 85: 743-751.
- Ángel Flores, L. F. (2021). Estimación de la población de palomas en tres zonas residenciales de la ciudad de Guayaquil y percepción de riesgo zoonótico. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

- Arévalo, E., Porter, C. A., González, A., Mendoza, F., Camarillo, J. L. y Sites Jr., J. W. (1991). Population cytogenetics and evolution of the *Sceloporus grammicus* complex (Iguanidae) in Central Mexico. *Herpetological Monographs*, 5: 79-115.
- Argaez Márquez, V. E. (2015). Selección sexual en un gradiente de urbanización en la lagartija del mezquite (*Sceloporus grammicus microlepidotus*). Tesis de maestría (ciencias biológicas). Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal, México.
- Arroyave, M. P., Gómez, C., Gutiérrez, M. E., Munera, D. P., Zapata P. A., Vergara I. C., Andrade, L. M. y Ramos, K. C. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*, 5: 45-57.
- Avilés López, R. y Martín Perera, R. (2017). Manual de acústica ambiental y arquitectónica. Paraninfo, Madrid, España.
- Avilés-Rodríguez, K. J. y Kolbe, J. J. (2019). Escape in the city: urbanization alters the escape behavior of *Anolis* lizards. *Urban Ecosystems*, 22: 733-742.
- Aylor, D. (1972). Noise reduction by vegetation and ground. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 51: 197-205.
- Banco Mundial (2020). Desarrollo urbano. En: <<https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#1>>, última consulta: 15 de enero de 2022.
- Barboza Guzmán, R. (2013). Diagnóstico de la percepción ambiental de las comunidades vecinas del parque metropolitano La Libertad, San José, Costa Rica. *Biocenosis*, 27: 28-36.

- Battles, A. C., Moniz, M. y Kolbe, J. J. (2018). Living in the big city: preference for broad substrates results in niche expansion for urban *Anolis* lizards. *Urban Ecosystems*, 21: 1087-1095.
- Bedoya, M. M., Arias, A. A. y Delgado, C. A. (2018). Atropellamientos de fauna silvestre en la red vial urbana de cinco ciudades del Valle de Aburrá (Antioquía, Colombia). *Caldasia*, 40: 335-348.
- Beissinger, S. R. y Osborne, D. R. (1982). Effects of urbanization on avian community organization. *Condor*, 84:75-83.
- Best, T. L. y Granai, N. J. (1994). *Tamias merriami*. *Mammalian Species*, 476: 1-9.
- Beuchat, C. A. y Ellner, S. (1987). A quantitative test of life history theory: thermoregulation by a viviparous lizard. *Ecological Monographs*, 57: 45-60.
- BioRender (2022). Virtual Background [Imagen]. En: <<https://app.biorender.com/biorendertemplates/figures/5c65c7b6bce1963300935374/t-6008bfe639842e02275d7236-virtual-background-golf-course>>.
- Cabido, C., Gonzalo, A., López, P. y Martín, J. (2008). *Poblaciones urbanas de la lagartija ibérica: Uso como bioindicador de los efectos del ambiente urbano*. XIX Premio de Medio Ambiente. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia/Caja Segovial/Obra Social y Cultural, Segovia, España.
- Cano-Santana, Z., Castellanos-Vargas, I. y López-Gómez, V. (2016). Diversidad de invertebrados. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México, vol. II*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Ciudad de México, México, pp. 195-202.

- Casas-Andreu, G., Ramírez-Bautista, F., Méndez, F., Arévalo, E. y Martínez, R. (1985). Observaciones sobre *Sceloporus grammicus microlepidotus* (Lacertilia: Iguanidae) provenientes de diferentes localidades del Eje Neovolcánico Central de México. *Resúmenes del. VIII Congreso Nacional de Zoología*. Saltillo, Coahuila, México.
- Carrión Avilés, P. L. (2012). Depredación de gatos domésticos y ferales sobre las lagartijas de Lava de San Cristóbal (*Microlophus bivittatus*), Galápagos. Tesis de licenciatura (Ecología Aplicada). Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Chapin III, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., Hooper, D. U., Lavorel, S., Sala, O. E., Hobbie, S. E. Mack, M. C. y Díaz, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405: 234-242.
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 15: 129-138.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2022). Geoportal. Reptiles. En: <<http://geoportal.conabio.gob.mx/#!l=reptiles:1@m=mixto@f=estados.mx:9>>, última consulta: 15 de agosto de 2022.
- Colding, J. (2007). Ecological land-use complementation for building resilience in urban ecosystems. *Landscape and urban planning*, 81: 46-55.
- Cram Heydrich, S., Reygadas Prado, D. D. y Fernández-Lomelín, M. del P. (2016). Resumen ejecutivo. Contexto físico. En: La biodiversidad en la Ciudad de México, vol. I. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

- Biodiversidad/Secretaría del Medio Ambiente, Ciudad de México, México, pp. 25-28.
- Crutzen, P. J. y Stoermer, E. F. (2000). The Anthropocen. *Global Change Newsletter*, 41: 17-18.
- Cruz-Rodríguez, M. V. y Pérez-Ramírez, C. A. (2019). Impacto ambiental y percepción social en el parque urbano Matlazincas, Toluca, México. *Proyección Estudios Geográficos y de Ordenamiento Territorial*, 26: 41-59.
- Cupul-Magaña, F. G., Mc Cann, F. y Escobedo-Galván, A. H. (2017). Observaciones generales de la dieta del zanate mexicano *Quiscalus mexicanus* en Puerto Vallarta, México. *Huitzil*, 19: 96-99.
- De la Maza, M., Leichtle, J., Beltrami, E., Gálvez, N., Hernández, F., Guarda, N., Altamirano, T. y Muñoz, A. (2013). Técnicas de monitoreo de fauna. En: De la Maza Musalem, M. y Bonacic Salas, C. (eds.). *Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, pp. 55-130.
- Dorighello Tomás, D. (2002). Estudio del comportamiento de la humedad relativa del aire en centros urbanos. *Boletín de la Asociación Española de Geografía*, 33: 159-170.
- Durán Servín, S. L. (2012). Contribución al conocimiento de la alimentación de la lagartija *Sceloporus grammicus* (Reptilia: Phrynosomatidae) en la localidad de la Palma, Municipio de Isidro Fabela, Estado de México. *Revista de Zoología*, 23: 9-20.
- Eakin, R. M. (1957). Use of copper wire in noosing lizards. *Copeia*, 2: 148.

- Estrada, A., Rivera, A. y Coates-Estrada, R. (2002). Predation of artificial nest in a fragmented landscape in the tropical region of Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*, 106: 199-209.
- Fang, C. F., y Ling, D. L. (2003). Investigation of the noise reduction provided by tree belts. *Landscape and Urban Planning*, 63: 187–195.
- Fernández Durán, R. (2011). *El Antropoceno. La expansión del capitalismo global choca con la biosfera*. Virus Editorial, Barcelona, España.
- Flores-Villela O. y García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 467-475.
- Fontanillas Pérez, J. C., García Artiga, C. y De Gaspar Simón, I. (2000). *Los reptiles. Biología, comportamiento y patología*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Forman, R. T. (2010). Urban ecology and the arrangement of nature in urban regions. En: Mostafavi, M. y Doherty, G. (eds.). *Ecological urbanism*. Lars Müller Publishers, Baden, Suiza, pp. 312-323.
- Franklin, M., Rand, J., Marston, L. y Morton, J. (2021). Do pets cats deserve the disproportionate blame for wildlife predation compared to pet dogs? *Frontiers in Veterinary Science*, 8: 1-22.
- Frutos, P. y Esteban, S. (2009). Estimación de los beneficios generados por los parques y jardines urbanos a través del método de valoración contingente. *Revista de Economía Pública Urbana*, 10: 13-51.
- Galán, P. (2013). Depredación de gato doméstico sobre reptiles en Galicia. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 24: 103-107.

- García Vázquez, U. O. y Méndez de la Cruz, F. (2016). Reptiles. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México, vol. II*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, México, Distrito Federal, México, pp. 390-397.
- Gates, C. E. (1969). Simulation study of estimators for the line transect sampling method. *Biometrics*, 25: 317-328.
- Gates, C. E., Valverde, C. R., Mo, C. L., Chávez, A. C., J., Ballesteros, J. y Peskin, J. (1996). Estimating arribada size using a modified instantaneous count procedure. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 1: 275-287.
- GCM, Gobierno de la Ciudad de México (2020). Organízate, todo lo que necesitas saber para venir a la Ciudad de México. Alcaldías CDMX. En: <<http://cdmxtravel.com/es/organizate/delegaciones>>, última consulta: 10 de abril de 2020.
- Germaine, S. S. y Wakeling, B. F. (2001). Lizard species distributions and habitat occupation along an urban gradient in Tucson, Arizona, USA. *Biological Conservation*, 97: 229-237.
- Gómez Figueroa, P. y Monge-Nájera, J. (2000). Fauna silvestre víctima de las carreteras: el caso de Costa Rica. *Repertorio Científico*, 6: 47-50.
- González, A., Moncada, J. A., y Aranguren, J. (2011). Actitudes y comportamientos hacia la fauna silvestre de los visitantes del parque Bararida, Barquisimeto, Venezuela. *Investigación y Postgrado*, 26: 227-248.
- Graizbord, B. (2014). *Metrópolis. Estructura urbana, medio ambiente y política pública*. El Colegio de México, México, Distrito federal, México.

- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X. y Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319: 756-760.
- Guedes, J. J. M., Assis, C. L., Feio, R. N. y Quintela, F. M. (2021). The impacts of domestic dogs (*Canis familiaris*) on wildlife in two Brazilian hotspots and implications for conservation. *Animal Biodiversity and Conservation*, 44: 45-58.
- Guillette, L. J. y Casas-Andreu, G. (1980). Fall reproductive activity in the high altitude mexican lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *Journal of Herpetology*, 14: 143-147.
- Guillette, L. J. (1981). On the occurrence of oviparous and viviparous forms of the Mexican lizard *Sceloporus aeneus*. *Herpetologica*, 37: 11-15.
- Guiry, E. y Buckley, M. (2018). Urban rats have less variable, higher protein diets. *Proceedings of the Royal Society B*, 285: 1- 7.
- Hall, F. G. y Root R. W. (1930). The influence of humidity on the body temperature of certain poikilotherms. *The Biological Bulletin*, 58: 52-58.
- Hernández Cerda, M. E., Villicaña Cruz, F. J. y Azpra Romero, E. (2016). Clima. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México, vol. I*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, México, pp. 36-55.
- Hernández Mundo, V., Balderas Plata, M. A., Némiga, X. A. y Manjarrez Silva, J. (2017). La degradación de hábitats y sus efectos en los sitios de refugio de las lagartijas del género *Aspidoscelis*, en el sur del Estado de México. En: Carrasco-Gallegos, B. V. (coord.). *Megaproyectos urbanos y productivos*.

- Impactos socio-territoriales*. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México, pp. 259-265.
- Herrel, A., Meyers, J. J. y VanHooydonck, B. (2002). Relations between microhabitat use and limb shape in phrynosomatid lizards. *Biological Journal of the Linnean Society*, 77: 149-163.
- Hickman Jr., C. P., Roberts L. S. y Larson, A. (2002). *Principios integrales de zoología*. McGraw Hill Interamericana, Madrid, España.
- Huertas, L. (2008). El control ambiental en invernaderos: humedad relativa. *Hortícola*, 205: 52-54.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Censo General de Población y Vivienda 2010. Resumen Ciudad de México. En: <<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/default.aspx?tema=me&e=09>>, última consulta: 10 de abril de 2020.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Población total. Número de habitantes en Ciudad de México. En: <<https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/poblacion/>>, última consulta: 7 de septiembre de 2022.
- Iuliano, B. (2018). Insects and the city: socio-ecological trends in urban agroecosystems. Tesis de licenciatura (Ciencias). Ann Arbor, Universidad de Michigan, Michigan, EE.UU.
- Jaramillo Jaramillo, A. M. (2007). *Acústica: la ciencia del sonido*. Fondo Editorial Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia.
- Jiménez-Cruz, E., Ramírez-Bautista, A., Marshall, J. C., Lizana-Avia, M. y Nieto-Montes de Oca, A. (2005). Reproductive cycle of *Sceloporus grammicus*

- (Squamata: Phrynosomatidae) from Teotihuacán, México. *Southwestern Naturalist*, 50: 178-187.
- Jones, E. L. y Leather, S. R. (2012). Invertebrates in urban areas: A review. *European Journal of Entomology*, 109: 463-478.
- Koenig, J., Shine, R. y Shea, G. (2002). The dangers of life in the city: patterns of activity, injury and mortality in suburban lizards (*Tiliqua scincoides*). *Journal of Herpetology*, 36: 62-68.
- Koprowski, J. L., Nieto-Montes de Oca, A., Palmer, G. H., Ramos-Lara, N. y Timm, R. M. (2017a). *Sciurus aureogaster* (Rodentia: Sciuridae). *Mammalian Species*, 49: 81-92.
- Koprowski, J., Roth, L., Reid, F., Woodman, N., Timm, R. y Emmons, L. (2017b). *Sciurus aureogaster*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. En: <<https://www.iucnredlist.org/species/20006/22248035>>, última consulta: 25 de julio de 2021.
- Lanka, V. y Vit, Z. (1991). *Anfibios y reptiles*. Susaeta, Madrid, España.
- Lara-Góngora, G. (2004). A new species of *Sceloporus* (Reptilia, Sauria: Phrynosomatidae) of the *grammicus* complex from Chihuahua and Sonora, México. *The Maryland Herpetological Society*, 40: 1-41.
- Lemos-Espinal, J. y Ballinger, R. E. (1995). Ecology of the growth of the high altitude lizard *Sceloporus grammicus* on the Eastern slope of Iztaccíhuatl Volcano, Puebla, México. *Transactions of the Nebraska Academy of Sciences*, 22: 77-85.
- Leyte-Manrique, A., Hernández-Salinas, U., Chávez-Calzada, E., Sánchez, M. C., Marshall, J. C. y Ramírez-Bautista, A. (2005). El complejo *Sceloporus*

- grammicus*, un grupo de lagartijas en especiación. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 14: 18-24.
- Leyte-Manrique, A. y Ramírez-Bautista, A. (2010). Diet of two populations of *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Hidalgo, México. *The Southwestern Naturalist*, 55: 98-103.
- Leyte-Manrique, A. (2011). Especiación en el complejo *Sceloporus grammicus*: evidencias morfológicas y ecológicas. Tesis de doctoral. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo, México.
- Leyte-Manrique, A., Ramírez-Bautista, A., Lara-Parra, I. y Hernández-Jiménez, R. (2016). Estudio comparativo del uso del microhábitat y dieta de tres razas cromosómicas del complejo *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) en Hidalgo, México. En: Gutiérrez-Mayén, M. G., Ramírez-Bautista, A. y Pineda-Arredondo, E. (eds.). *Ecología y conservación de anfibios y reptiles de México*. Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C., México, pp. 61-75.
- Littleford-Colquhoun, B. L., Clemente, C., Whiting, M. J., Ortiz-Barrientos, D. y Frère, C. H. (2017). Archipelagos of the Anthropocene: rapid and extensive differentiation of native terrestrial vertebrates in a single metropolis. *Molecular Ecology*, 26: 2466-2481.
- López Aizpuru, J. (2015). Poblaciones urbanas de anfibios y reptiles de Bilbao: inventario y estudio del estado de salud de *Podarcis muralis*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco, Bilbao, España.

- López-Barrera, F., Newton A. y Manson, R. (2005). Edge effects in a tropical montane forest mosaic: experimental test of post-dispersal acorn removal. *Ecological Research*, 20: 31-40.
- Macip-Ríos, R. y Muñoz-Alonso, A. (2008). Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 9: 185-195.
- Márquez, R. y Lizana, M. (2002). Resumen de amenazas para poblaciones actuales. En: Pleguezuelos, J. M., Márquez, R. y Lizana, M. (eds.). *Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid, España, pp. 423-427.
- Marzluff, J. M., Schulenberger, E., Endlicher, W., Alberti, M., Bradley, G., Ryan, C., ZumBrunnen, C. y Simon, U. (2008). *Urban ecology. An international perspective on the interaction between humans and nature*. Springer, Nueva York, Nueva York, EE. UU.
- Masseti, L., Petralli, M., Napoli, M., Giada, B., Simone, O. y Pearlmutter, D. (2019). Effects of deciduous shade trees on surface temperature and pedestrian thermal stress during summer and autumn. *International Journal of Biometeorology*, 63: 467-479.
- McCarley, H. (1966). Annual cycle, population dynamics and adaptive behavior of *Citellus tridecemlineatus*. *Journal of Mammalogy*, 47: 294-316.
- Meena, S. S., Koli, V. K., Bhatnagar, C., Sharma, S. K. (2012). Predation on northern house gecko *hemidactylus flaviviridis* Rüppell by female northern palm squirrel *funambulus pennantii* Wroughton. *Journal of the Bombay Natural History Society*, 109: 198-199.

- Millán Esteller, J. M. (2013). Instalaciones de megafonía y sonorización. Paraninfo, Madrid, España.
- Montoya-Ciriaco, N., Gómez-Acata, S., Muñoz-Arenas, L. C., Dendooven, L., Estrada-Torres, A., Díaz de la Vega-Pérez, A. H. y Navarro-Noya, Y. E. (2020). Dietary effects on gut microbiota of the mesquite lizard *Sceloporus grammicus* (Wiegmann, 1828) across different altitudes. *Microbiome*, 8: 1-19.
- Mora-Ascencio, P., Mendoza-Durán, A. y Chávez, C. (2010). Densidad poblacional y daños ocasionados por la ardilla *Sciurus aureogaster*: implicaciones para la conservación de Los Viveros de Coyoacán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 14: 7-22.
- Morales Martínez, J. J. y Solís Ortiz, H. (1999). Comparación de la respuesta auditiva del tallo cerebral entre *Rana catesbiana* (Anura: Ranidae) y *Sceloporus torquatus* (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 76: 103-112.
- Morales Martínez, J. J., Solís Ortiz, H. y Ayala Guerrero, F. (2002). Hallazgos auditivos en cuatro especies de vertebrados terrestres a través de la comparación de los potenciales provocados auditivos del tallo cerebral. *Anales de Otorrinolaringología Mexicana*, 47: 22-26.
- Möser, M. y Barros, J. L. (2009). Percepción del sonido. Springer, Berlín, Heidelberg, Alemania.
- Napoli, M., Massetti, L., Brandani, G., Petralli, M. y Orlandini, S. (2016). Modeling tree shade effect on urban ground surface temperature. *Journal of Environmental Quality*, 45: 146-156.

- Niemelä, J. (1999). Ecology and urban planning. *Biodiversity and Conservation*, 8: 119-131.
- Nowak, D. J., Dwyer, J. F. y Childs, G. (1997). Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. En: Krishnamurthy, L. y Nascimento, R. (eds.). *Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe*. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México, pp. 17-38.
- Ortega, A. y Barbault, R. (1984). Reproductive cycles in the mesquite lizard *Sceloporus grammicus*. *Journal of Herpetology*, 18: 168-175.
- Padullés Cubino, J., Vila Subirós, J., Barriocanal Lozano, C. (2015). Biodiversidad vegetal y ciudad: aproximaciones desde la ecología urbana. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 68: 83-107.
- Pérez-Ramos, E. (2018). La iguana negra, un nuevo habitante en la UNAM. *Revista Digital Universitaria*, 19: 1-8.
- Peterson, E. A. (1966). Hearing in the lizard: some comments on the auditory capacities of a nonmammalian ear. *Herpetologica*, 22: 161-171.
- Pough, F. H. (1980). The advantage of ectothermy for tetrapods. *American Naturalist*, 115: 99-112.
- Pulliainen, E. (1973). Winter ecology of the red squirrel (*Sciurus vulgaris* L.) in northeastern Lapland. *Annales Zoologici Fennici*, 10: 487-494.
- Ramírez-Bautista, A. (1995). Demografía y reproducción de la lagartija arborícola *Anolis nebolosus* de la región de Chamela, Jalisco. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal, México.

- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., García-Vázquez U. O., Leyte-Manrique A., y Canseco-Márquez, L. (2009). *Herpetofauna del Valle de México: diversidad y conservación*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pachuca, Hidalgo, México.
- Ramírez-Bautista, A., Cruz-Elizalde, R., Martínez-Falcón, A. P., Hernández-Salinas, U. y Berriozábal-Islas, C. (2021). ¿Por qué la retención de los huevos en especies ovíparas es un paso a la viviparidad?: un ejemplo con lagartijas. *Cuadernos de Biodiversidad*, 60: 26-32.
- Rabinovich, J. E. (1981). *Introducción a la ecología de poblaciones animales*. Compañía Editorial Continental, México, Distrito Federal, México, pp. 37-56.
- Reid Dunn, E. (1994). Los géneros de anfibios y reptiles de Colombia, II. Segunda parte: reptiles, orden de los saurios. *Caldasia*, 11: 73-110.
- Reygadas Prado, D. D. (2016). Delimitación del área de estudio y regionalización. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México, vol. I*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Secretaría del Medio Ambiente, Ciudad de México, México, pp. 30-35.
- Rodríguez Valiente, A. (2015). Determinación de los umbrales de audición en la población española. Tesis doctoral. Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
- Rodríguez Wildghem, B. (2017). Los árboles y la importancia de los espacios verdes públicos. *Arquitectura*, 2: 22-33.
- Sánchez-Soto, S. (2015). Depredación de *Hemidactylus frenatus* (Reptilia) por *Quiscalus mexicanus* (Aves). *Zeledonia*, 19: 125-127.

SEDEMA, Secretaría de Medio Ambiente. (2013). Suelo de conservación y biodiversidad. En: SEDEMA. *Primer informe 2013*. Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, D.F., México, pp. 34-49.

SEDEMA, Secretaría de Medio Ambiente. (2015a). Biodiversidad CDMX. Suelo urbano y de conservación. En: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/biodiversidadcdmx/suelos.html>, última consulta: 9 de junio de 2020.

SEDEMA, Secretaría de Medio Ambiente. (2015b). Biodiversidad CDMX. Especies de fauna de la CDMX. En: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/biodiversidadcdmx/fauna.html>, última consulta: 9 de junio de 2020.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental–Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio–Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 diciembre, 2010.

Shonk, J. (2020). *Introducing meteorology. A guide to weather*. Dunedin Academic Press, Edimburgo, Escocia.

Sierra Vásquez, M. A. (2012). Ciudad y fauna urbana. Un estudio de caso orientado al reconocimiento de la relación hombre, fauna y hábitat urbano en Medellín. Tesis de maestría. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Smith, H. M. (1939). The Mexican and Central American lizards of the genus *Sceloporus*. *Field Museum of Natural History, Zoological Series*, 26: 1-397.

- Snell, H. L., Jennings, R. D., Snell, H. M. y Harcourt, S. (1988). Intrapopulation variation in predator-avoidance performance of Galápagos lava lizards: the interaction of sexual and natural selection. *Evolutionary Ecology*, 2: 353-369.
- Sobrino, J. (2012). La urbanización en el México contemporáneo. En: Martínez Gómez, C., Martínez, J., Bay, G., Popolo, F., Huenchuan, S., Jaspers Faijer, D., Miller, T., Rodríguez, J., Ruiz, M., Saad, P., Silva, A., Villa, M., Winer, O. y Cuevas, L. (eds.). *Notas de población*. Publicación de las Naciones Unidas, Santiago de Chile, Chile, pp. 93-122.
- Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K. y Williams, J. (1998). Manejo de las áreas verdes urbanas, documento de buenas prácticas. División de Medio Ambiente, Departamento de Desarrollo Sostenible, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D.C., EE.UU.
- Souch, C. A. y Souch, C. (1993). The effect of trees on summertime below canopy urban climates: a case study Bloomington, Indiana. *Journal of Arboriculture*, 19: 303-312.
- Stearns, F. y Montag, T. (1974). *The urban ecosystem. A holistic approach*. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pensilvania, EE.UU.
- Steele, M. A., Gregory, T., Smallwood, P. D., Wolf, J. O. y Radillo, J. (2001). management by small mammals: Experimental evidence for the significance of acorn-embryo excision. *Journal of Mammalogy*, 82: 35-42.
- Terradas, J. (2001). *Ecología urbana*. Rubes, Barcelona, España.
- Terradas, J., Franquesa, T., Parés, M. y Chaparro, L. (2011). Ecología urbana. Considerar una ciudad como un ecosistema ayuda a entender su

- funcionamiento y resulta esencial para diseñar estrategias de futuro y vigilar su desarrollo. *Investigación y Ciencia*, 422: 52-60.
- Theodorou, P., Radzevičiūtė, G. L., Kahnt, B., Hussemann, M., Bleidorn, C., Settele, J., Schweiger, O., Grosse, I., Wubet, T. Murray, T. E. y Paxton, R. J. (2020). Urban areas as hotspots for bees and pollination but not a panacea for all insects. *Nature Communications*, 11: 1-13.
- Tiebout III, H. M y Anderson, R. A. (2001). Mesocosm experiments on habitat choice by an endemic lizard: Implications for timber management. *Journal of Herpetology*, 35: 173-185.
- Trulio, L. A., Loughry, W. J., Hennessy, D. F. y Owings, D. H. (1985). Infanticide in California ground squirrels. *Animal Behavior*, 34: 291-294.
- Uribe-Peña, Z., Ramírez-Bautista, A. y Casas-Andreu, G. (1999). Anfibios y reptiles de las serranías del Distrito Federal, México. *Cuadernos del Instituto de Biología*, 32: 1-119.
- Vácz, O., Koósz, B., y Altbäcker, V. (2006). Modified ambient temperature perception affects daily activity patterns in the European ground squirrel (*Spermophilus citellus*). *Journal of Mammalogy*, 87: 54-59.
- Valdés, P., Foulkes, M. D. (2016). La infraestructura verde y su papel en el desarrollo regional. Aplicación a los ejes recreativos y culturales de resistencia y su área metropolitana. *Cuaderno Urbano*, 20: 45-70.
- Vanzolini, P. E. y Nelson, P. (1990). *Manual de recolección y preparación de animales*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal, México.

- Vargas-Salinas, F. (2011). Mortalidad por atropello vehicular y distribución de anfibios y reptiles en un bosque subandino en el occidente de Colombia. *Caldasia*, 33: 121-138.
- Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2011). El Antropoceno como oportunidad para reorientar el comportamiento humano y construir un futuro sostenible. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3: 394-419.
- Wauters, L. A. (2000). Squirrels – Medium-size granivores in woodland habitats. En: Halle, S. y Stenseth, N. C. (eds.). *Activity patterns in small mammals*, Springer, Berlín, Alemania, pp. 131-143.
- Wiegmann, A. F. (1828) Beiträge zur Amphibienkunde. *Isis von Oken*, 21: 364-383.
- Williams, C. T., Wilsterman, K., Kelley, A. D., Breton, A. R., Stark, H., Humphries, M. M., McAdam, A. G., Barnes, B. M., Boutin, S. y Buck, C. L. (2014). Light loggers reveal weather-driven changes in the daily activity patterns of arboreal and semifossorial rodents. *Journal of Mammalogy*, 95: 1230-1239.
- Woolrich-Piña, G. A., Lemos-Espinal, J. A., Oliver-López, L., Calderón Méndez, M. E., Gonzáles-Espinoza, J. E., Correa-Sánchez, F. y Montoya Anaya, R. (2006). Ecología térmica de una población de lagartija *Sceloporus grammicus* (Iguanidae: Phrynosomatinae) que ocurre en la zona centro-oriente de la Ciudad de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 22: 137-150.
- World Bank. (1984). *World development report*. World Bank Group, Washington, D.C., EE.UU.
- Xiao, Q. y McPherson, E. G. (2002). Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest. *Urban Ecosystems*, 6: 291-302.

Yeh, P. J. y Price, T. D. (2004). Adaptive phenotypic plasticity and the successful colonization of a novel environment. *The American Naturalist*, 164: 531-542.

Zúñiga López, I. y Crespo del Arco, E. (2015). *Meteorología y climatología*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España.

Apéndice 1

Lista de lagartijas de la Ciudad de México (García Vázquez y Méndez de la Cruz 2016, CONABIO 2022). Los registros de García Vázquez y Méndez de la Cruz (2016) se señalan con un asterisco (*).

Familia Anguidae

Abronia taeniata (Wiegmann 1828)

Barisia ciliaris (Smith 1942)

Barisia imbricata (Wiegmann 1828)*

Elgaria multicaudata (Blainville 1835)

Familia Corytophanidae

Basiliscus vittatus (Wiegmann 1828)

Familia Dactyloidae

Anolis sericeus (Hallowell 1856)

Familia Gekkonidae

Hemidactylus frenatus (Duméril y Bibron 1836)

Hemidactylus turcicus (Linnaeus 1758)

Familia Iguanidae

Ctenosaura similis (Gris 1831)

Ctenosaura pectinata (Wiegmann 1834)

Iguana iguana (Linnaeus 1758)

Familia Phrynosomatidae

Phrynosoma cornutum (Harlan 1825)

Phrynosoma orbiculare (Linnaeus 1758)*
Sceloporus aeneus (Wiegmann 1828)*
Sceloporus anahuacus (Lara-Góngora 1983)*
Sceloporus aureolus (Smith 1942)
Sceloporus bicanthalis (Smith 1937)
Sceloporus dugesii (Bocourt 1874)
Sceloporus grammicus (Wiegmann 1828)*
Sceloporus horridus (Wiegmann 1834)
Sceloporus mucronatus (Cope 1885)*
Sceloporus ochoterena (Smith 1934)
Sceloporus palaciosi (Lara-Góngora 1983)*
Sceloporus poinsettii (Baird y Girard 1852)
Sceloporus scalaris (Wiegmann 1828)*
Sceloporus spinosus (Wiegmann 1828)*
Sceloporus sugillatus (Smith 1942)*
Sceloporus teapensis (Günther 1890)
Sceloporus torquatus (Wiegmann 1828)*
Sceloporus variabilis (Wiegmann 1834)
Urosaurus bicarinatus (Duméril 1856)

Familia Phyllodactylidae

Phyllodactylus bordai (Taylor 1942)
Phyllodactylus tuberculosus (Wiegmann 1834)
Thecadactylus rapicauda (Houttuyn 1782)

Familia Scincidae

Marisora brachypoda (Taylor 1956)

Plestiodon brevirostris (Günther 1860)*

Plestiodon copei (Taylor 1933)*

Plestiodon fasciatus (Linnaeus 1758)

Scincella gemmingeri (Cope 1864)

Scincella silvicola (Taylor 1937)

Familia Teiidae

Aspidoscelis gularis (Baird y Girard 1852)*

Aspidoscelis sackii (Wiegmann 1834)

Holcosus undulatus (Wiegmann 1834)

Apéndice 2

Lista de parques públicos seleccionados para el muestreo de lagartijas *Sceloporus grammicus*

| Nombre | Alcaldía | Colonia | Geoposición |
|---------------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|
| Bioparque Urbano San Antonio | Álvaro Obregón | San Pedro de los Pinos | 19.38645-99.196 |
| Parque P. Miranda | Álvaro Obregón | Lomas de platero | 19.3688-99.19327 |
| Jardín Ramón López Velarde | Benito Juárez | C. U. Benito Juárez | 19.40882-99.15589 |
| Parque Acacias | Benito Juárez | Acacias | 19.36404-99.17406 |
| Parque de las Américas | Benito Juárez | Narvarte Oriente | 19.40045-99.14924 |
| Parque de las Arboledas | Benito Juárez | Del Valle Centro | 19.3778-99.16249 |
| Parque de los Venados | Benito Juárez | Santa Cruz Atoyac | 19.37212-99.15633 |
| Parque Francisco Zarco | Benito Juárez | Periodista | 19.3821-99.14501 |
| Parque Hundido | Benito Juárez | Extremadura Insurgentes | 19.37834-99.17872 |

Apéndice 2. (Continúa).

| Nombre | Alcaldía | Colonia | Geoposición |
|--------------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------|
| Parque José Clemente Orozco | Benito Juárez | Ciudad de los Deportes | 19.38437-99.18152 |
| Parque José Refugio Méndez | Benito Juárez | Postal | 19.39069-99.14337 |
| Parque Miraflores | Benito Juárez | San Pedro de los Pinos | 19.38815-99.18425 |
| Parque Moderna | Benito Juárez | Moderna | 19.395-99.13468 |
| Parque Nápoles | Benito Juárez | Nápoles | 19.38966-99.1775 |
| Parque Pascual Ortiz Rubio | Benito Juárez | Del Valle Centro | 19.3709-99.16885 |
| Parque San Lorenzo | Benito Juárez | Tlacoquemécatl del Valle | 19.37603-99.17669 |
| Jardín Dr. Ignacio Chávez | Cuauhtémoc | Doctores | 19.42188-99.1535 |
| Parque de la Ciudadela | Cuauhtémoc | Centro | 19.42990-99.14934 |
| Parque España | Cuauhtémoc | Condesa | 19.4152-99.17123 |
| Parque México | Cuauhtémoc | Hipódromo | 19.41191-99.16959 |

Apéndice 2. (Continúa).

| Nombre | Alcaldía | Colonia | Geoposición |
|--|-----------------|--|--------------------|
| Parque Masayoshi Ohira | Coyoacán | Country Club Churubusco | 19.35244-99.14212 |
| Viveros de Coyoacán | Coyoacán | Del Carmen | 19.35398-99.17157 |
| Bosque de Chapultepec | Miguel Hidalgo | Bosque de Chapultepec | 19.41969-99.18658 |
| Jardín de la República de Líbano | Miguel Hidalgo | Bosque de Chapultepec 1 ^a Sección | 19.42733-99.1994 |
| Parque Lincoln | Miguel Hidalgo | San Francisco Culhuacán de la Magdalena | 19.42956-99.19669 |

Apéndice 3

Formato utilizado en el cuestionario realizado a miembros de la Facultad de
Ciencias de la UNAM

1. ¿Cuáles de estas lagartijas ha visto en la Ciudad de México?

Sceloporus grammicus

(https://calphotos.berkeley.edu/cgi/img_query?enlarge=0000+0000+1207+1085)

Sceloporus palaciosi (<https://www.naturalista.mx/photos/11213577>)

Sceloporus anahuacus (<https://www.naturalista.mx/photos/5456444>)

Sceloporus scalaris (<https://www.naturalista.mx/photos/5050675>)

Sceloporus aeneus (http://www.naherp.com/viewrecord.php?r_id=75781)

Sceloporus mucronatus

(https://www.researchgate.net/publication/272681625_

[Fisiologia_reproductiva_de_la_lagartija_macho_Sceloporus_mucronatus](#))

Sceloporus torquatus (<https://ecuador.inaturalist.org/photos/29425496>)

Sceloporus spinosus

(<https://www.flickr.com/photos/mp7/31789641458/in/photolist-2ciLcL5-29FqiQQ-2c1hFQj-2aNXXGp-Qr9dSw>)

No he visto ninguna de las lagartijas

Otra

2. Casa

¿Ha visto lagartijas en su casa?

Sí

No

En caso de ser afirmativa su respuesta, indique la dirección en que observó a la lagartija (Alcaldía, colonia, calle), de igual forma indicar fecha aproximada (si se ha observado la lagartija o las lagartijas hace más de un año, o en tiempo reciente) y lugar donde se observó (Arbusto, árbol, rocas, etc.).

3. Trabajo

¿Ha visto lagartijas en su trabajo?

Sí

No

No trabajo

En caso de ser afirmativa su respuesta, indique la dirección en que observó a la lagartija (Alcaldía, colonia, calle), de igual forma indicar fecha aproximada (si se ha observado la lagartija o las lagartijas hace más de un año, o en tiempo reciente) y lugar donde se observó (Arbusto, árbol, rocas, etc.).

4. Parque

¿Ha visto lagartijas en algún parque de la Ciudad de México?

Sí

No

En caso de ser afirmativa su respuesta, indique la dirección en que observó a la lagartija (Alcaldía, colonia, calle), de igual forma indicar fecha aproximada (si se ha observado la lagartija o las lagartijas hace más de un año, o en tiempo reciente) y lugar donde se observó (Arbusto, árbol, rocas, etc.).

5. Centro comercial

¿Ha visto lagartijas en algún centro comercial de la Ciudad de México?

Sí

No

En caso de ser afirmativa su respuesta, indique la dirección en que observó a la lagartija (Alcaldía, colonia, calle), de igual forma indicar fecha aproximada (si se ha observado la lagartija o las lagartijas hace más de un año, o en tiempo reciente) y lugar donde se observó (Arbusto, árbol, rocas, etc.).

6. Escuela

¿Ha visto lagartijas en su escuela?

Sí

No

En caso de ser afirmativa su respuesta, indique la dirección en que observó a la lagartija (Alcaldía, colonia, calle), de igual forma indicar fecha aproximada (si se ha observado la lagartija o las lagartijas hace más de un año, o en tiempo reciente) y lugar donde se observó (Arbusto, árbol, rocas, etc.).

Apéndice 4

Lista de parques de Ciudad de México donde fueron observados zanate mexicano
(*Quiscalus mexicanus*), perros y gatos

| Parque/Animal | Zanate mexicano | Perros | Gatos |
|----------------------------------|-----------------|--------|-------|
| Bosque de Chapultepec | | | |
| Parque de la Ciudadela | X | | |
| Jardín Dr. Ignacio Chávez | | X | |
| Parque España | | X | |
| Parque de las Américas | | X | |
| Bioparque Urbano San Antonio | | | |
| Parque Miraflores | | X | |
| Parque Lincoln | | X | |
| Jardín de la República de Líbano | X | | |
| Parque México | X | X | |
| Jardín Ramón López Velarde | X | X | |
| Parque Acacias | | X | |
| Parque Masayoshi Ohira | X | X | |
| Parque Francisco Zarco | | X | |
| Parque José Refugio Méndez | | X | |
| Parque Moderna | | X | X |
| Viveros de Coyoacán | X | | |
| Parque P. Miranda | | | |
| Parque de los Venados | | X | |
| Parque de las Arboledas | X | X | |
| Parque Pascual Ortiz Rubio | X | X | |
| Parque San Lorenzo | | X | |
| Parque Hundido | | X | |
| Parque Nápoles | | X | |
| Parque José Clemente Orozco | | X | X |

^XIndica presencia del organismo

Apéndice 5

Acústica

El sonido puede ser definido como un fenómeno físico que se produce cuando una fuente sonora comienza a vibrar de cierta manera, posteriormente esta vibración se transmite en un medio hasta llegar al receptor (Möser y Barros 2009, Avilés López y Martín Perera 2017). Por otro lado, el ruido también puede definirse como cualquier sonido percibido que puede ser considerado molesto por el receptor (Avilés López y Martín Perera 2017).

Asociado al sonido tenemos algunas magnitudes físicas importantes, como la amplitud, la cual es la variación máxima de la presión que se produce y la frecuencia, que es el número de ciclos que se generan en un segundo, esta se mide en hercios (Hz) (Millán Esteller 2013, Avilés López y Martín Perera 2017).

Espectro audible

El espectro audible es el conjunto de frecuencias que el oído humano puede percibir, en una persona el margen de frecuencia de este espectro va desde los 20Hz a los 20 kHz (las frecuencias debajo de 20 Hz se denominan infrasonidos y las que están por encima de 20kHz se llaman ultrasonidos) (Millán Esteller 2013). En acústica se utiliza una unidad logarítmica como el decibel (dB), debido a que el oído humano responde al sonido de forma logarítmica (sin embargo hay que tener en cuenta que está no es igual de intensa para todas las frecuencias, siendo que el oído humano es más sensible a frecuencias altas de 1000 Hz y 5000 Hz, mientras que por debajo de 100 Hz es menos sensible) (Jaramillo Jaramillo 2007,

Avilés López y Martín Perera 2017), de igual forma el dB tiene la ventaja de manejar cantidades numéricas más sencillas, debido a que el rango de sonido que se puede percibir puede llegar a ser muy amplio (Millán Esteller 2013).

Ejemplo de esto es el SPL (Sound Pressure Level), nivel de presión sonora que puede percibir el oído de una persona, el cual va de $20 \mu\text{Pa}$ a 20Pa , el cual da un margen muy amplio de presiones, lo que haría difícil trabajar con dichas unidades, por otro lado al utilizar los dB este margen se ve reducido, así, el rango audible se reduce a la escala logarítmica que va desde los 0 a 140 dB (Millán Esteller 2013, Avilés López y Martín Perera 2017).

Redes de ponderación A, B, C y D

Las redes de ponderación o curvas de ponderación frecuencial se han desarrollado para relacionar tanto, los niveles de presión sonora medidos de una señal, junto con los de la percepción auditiva (Jaramillo Jaramillo 2007). Dichas curvas dan una valoración al SPL (nivel de presión sonora) para cada frecuencia de acuerdo a la sonoridad que generan (Jaramillo Jaramillo 2007).

Existen diversas curvas de ponderación, entre ellas (Jaramillo Jaramillo 2007, Avilés López y Martín Perera 2017):

-Curvas de ponderación A. La más usada y la que mejor se adapta al oído, se usa principalmente para sonidos de bajo (SPL), tiene fuerte ponderación a frecuencias bajas.

-Curvas de ponderación B. Ponderación no tan significativa en bajas frecuencias, similar a la curva A.

- Curvas de ponderación C. Esta curva se llega a emplear para sonidos de alto (SPL), posee una ponderación mínima a bajas frecuencias y nula para las demás.
- Curvas de ponderación D. Usada para el ruido generado por aeronaves (se basa en criterios de ruidosidad).