



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**EFFECTOS DE LA URBANIZACIÓN EN LA DIVERSIDAD DE
AVES DEL PARQUE ECOLÓGICO ALAMEDA ORIENTE,
CIUDAD DE MÉXICO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

LORENA VANESSA SÁNCHEZ SÁNCHEZ



DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. GUADALUPE BRIBIESCA ESCUTIA

Dr. EZEQUIEL HERNÁNDEZ PÉREZ

FES Zaragoza, Cd. Mx., Febrero, 2020.



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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“ZARAGOZA”

DIRECCIÓN

JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR PRESENTE.

Comunico a usted que la alumna SÁNCHEZ SÁNCHEZ LORENA VANESSA, con número de cuenta 412015883, de la carrera de Biología, se le ha fijado el día 04 de febrero de 2020 a las 15:00 hrs., para presentar examen profesional, el cual tendrá lugar en esta Facultad con el siguiente jurado:

PRESIDENTE Dr. ANTONIO ALFREDO BUENO HERNÁNDEZ

VOCAL M. en C. GUADALUPE BRIBIESCA ESCUTIA

SECRETARIO Dr. EZEQUIEL HERNÁNDEZ PÉREZ

SUPLENTE Dr. ALBERTO MÉNDEZ MÉNDEZ

SUPLENTE M. en C. FABIOLA JUÁREZ BARRERA

Handwritten signatures of the jury members.

El título de la tesis que presenta es: Efectos de la urbanización en la diversidad de aves del Parque Ecológico Alameda Oriente, Ciudad de México.

Opción de titulación: Tesis

Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarle.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Ciudad de México, a 15 de noviembre de 2019

DR. VICENTE JESÚS HERNÁNDEZ ABAD
DIRECTOR
ZARAGOZA
DIRECCIÓN

RECIBÍ
OFICINA DE EXÁMENES
PROFESIONALES Y DE GRADO

Dr. JOSÉ LUIS GÓMEZ MÁRQUEZ
JEFE DE CARRERA

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por brindarme las facilidades, instalaciones y conocimientos para mi formación académica.

A mi directora de tesis, Guadalupe Bribiesca Escutia, por el apoyo y dedicación que nos brinda más que como una profesora como una amiga, por compartirnos de esa fuerza que la caracteriza y dejar huella en nosotros con cada proyecto, forjando amor por el conocimiento. También le agradezco la orientación y motivación que me ha brindado para participar en foros y congresos, por sus consejos y aprendizajes que me deja en cada experiencia.

A mi asesor interno, Ezequiel Hernández Pérez, por los consejos y el conocimiento compartidos que aportaron y enriquecieron este trabajo.

A mis sinodales:

Dr. A. Alfredo Bueno Hernández por las anécdotas compartidas, por el apoyo en las exposiciones de foro y los consejos que ha proporcionado a lo largo de mi estancia en el Museo de Zoología.

M. en C. Fabiola Juárez Barrera por aportar sus conocimientos en pláticas y por las observaciones y sugerencias que facilitaron la redacción de este estudio.

Dr. Alberto Méndez Méndez por sus pláticas y explicaciones que enriquecieron el escrito y por aportar sugerencias, comentarios y observaciones que ayudaron a concretar el estudio.

A los directivos de la Alameda oriente:

M. en C. José Luis Romero García por el apoyo que ha brindado a los proyectos, por su participación entusiasta en las actividades, los consejos para el trabajo de campo, las anécdotas contadas de trabajo, también agradezco que velara por nuestra seguridad y por toda su amabilidad brindada

Lic. María Antonieta Morato Luna, a usted le agradezco la oportunidad que nos brindó de realizar este proyecto en la Alameda Oriente, por su interés en conocer más sobre aves y su importancia y por abrirnos las puertas a compartir con todo aquel interesado en la conservación de las especies.

Sr. Sergio, muchas gracias por permitirnos dar continuidad a los proyectos y estudios dentro del parque

A los elementos de seguridad del parque Alameda Oriente por su amabilidad y cuidarnos dentro de las instalaciones.

Por último, agradezco a los profesores Biol. Luis Samuel Campos Lince (†), Dr. R. Anibal Mateos Nava y Dra. Lucila Álvarez Barrera por el empeño que ponen en que todos sus alumnos aprendan sin importar la dificultad de su materia; también agradezco al Dr. Manuel Feria Ortiz por siempre compartir sus conocimientos y orientarme como a uno de sus alumnos. Gracias a los cuatro por los recuerdos que guardo de sus clases, de sus pláticas, tareas y actividades que sin duda ayudaron a forjar mi aprendizaje, carácter científico y gusto por la investigación.

Dedicatoria

Mamá, gracias por esperarme y por cada pequeño o gran sacrificio que haces por nosotras (tus hijas), muchos de ellos han sido decisiones difíciles, lo sé; pero valdrá la pena el esmero y cariño que empeñas en cada una de nosotras.

Papá, muchas gracias por todo tu esfuerzo, por poner todo de ti para que nunca me faltara nada, me has hecho feliz incluso en los intermitentes momentos de ausencia, gracias por tu comprensión en los momentos más difíciles de mi desarrollo como persona y por todos tus consejos.

A ambos, espero poder darles tanto como ustedes a mí, no estarán solos en un futuro porque yo sostendré sus manos como ustedes sostienen las mías. Los amo.

Alejandro Ramírez mi amor, sólo tú y yo sabemos cuánto hay detrás de todo esto, gracias por las lecciones que me has dado y por sostenernos la mirada ante las adversidades, por los buenos y malos momentos que atravesamos para llegar a nuestras metas.

A mis compañeros y amigos de la carrera, con quienes seguramente compartí clases, prácticas de campo, anécdotas y risas. También quiero dedicar esta contribución a mis compañeros que ya no se encuentran con nosotros, sus sueños viven en la FES Zaragoza nuestro segundo hogar, en cada logro, cada avance y goya ustedes nos acompañan.

Contenido

1	Resumen.....	1
2	Introducción	2
3	Antecedentes	5
4	Justificación.....	8
5	Hipótesis.....	8
6	Objetivos	8
6.1	Objetivo general.....	8
6.2	Objetivos particulares	8
7	Zona de estudio.....	9
7.1	Descripción de Zona de Estudio	9
7.1.1	Localización	9
7.1.2	Clima.....	9
7.1.3	Vegetación.....	10
7.1.4	Lago	10
8	Método.....	11
8.1	Fase de campo.....	11
8.1.1	Caracterización de las muestras (25 m ²) tomadas por transectos.....	12
8.2	Muestreo de aves.....	13
8.3	Variables del gradiente urbano.....	13
8.4	Análisis estadístico.....	14
8.4.1	Estimadores.....	14
8.4.2	Índices de biodiversidad.....	15
8.4.3	Recambio de especies por zona.....	16
8.4.4	Riqueza y dominancia de aves entre cada transecto.....	16
8.4.5	Medición del efecto de la urbanización.....	16
	Regresiones Lineales simples	16
8.4.6	Regresión Lineal múltiple.....	16
9	Resultados.....	17
9.1	Resultados por zona.....	17
9.1.1	Riqueza específica.....	17
9.1.2	Eficiencia de muestreo.....	21
9.1.3	Abundancia de individuos por especie.....	21

9.1.4	Riqueza de especies por zona	22
9.1.5	Índices de diversidad	23
9.1.6	Resultados por transecto	25
9.1.7	Efectos de la urbanización en la diversidad de aves	27
9.1.8	Regresión Lineal Múltiple	29
9.1.9	Análisis Canónico de Coordenadas Principales (CAP).	29
10	Discusión de resultados.....	33
10.1	Riqueza específica.	33
10.2	Abundancia avifaunística.	33
10.3	Especies por zona.	34
10.4	Índices de biodiversidad para el parque en general.	36
10.5	Análisis de la diversidad por zona (Simpson, Diversidad, Coeficiente de Jaccard).	36
10.6	Curvas de rango abundancia	37
10.7	Efectos de la urbanización en la diversidad de aves.	38
11	Conclusiones.....	40
12	Bibliografía.	41

Lista de figuras.

- Figura 1. Vista aérea y delimitación de la alameda oriente, en las coordenadas 19°26'00'' de latitud norte y 99°05'00'' de longitud oeste, a una altitud de 2234 m (Anónimo, 2005). (En la parte inferior se encuentra el Bordo de Xochiaca, parte superior izquierda el aeropuerto) Google earth, 2019.....9
- Figura 2. Fotografía aérea del lago presente en la Alameda Oriente Google earth 2018..... 11
- Figura 3. Croquis aéreo de la Alameda Oriente donde se muestra la delimitación de zonas y transectos para este estudio.....12
- Figura 4. La eficiencia del muestreo determinada mediante curvas de acumulación de especies (a) Chao2 (la relación de especies únicas y duplicadas) e ICE (b) Jacknife1, basado en las especies observadas en una muestra, según la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie.....21
- Figura 5. Número de individuos registrados por especie de ave en la Alameda Oriente.....22
- Figura 6. Riqueza de especies de aves por zona en la Alameda Oriente. Los números indican el número de especies registradas en cada zona.....23
- Figura 7. Curvas de rango-abundancia por transecto, muestran la abundancia por especie dentro de cada transecto de la zona de estudio a)Transecto 1.1, b)Transecto 1.b, c)Transecto 1.3, d)Transecto 1.4, e)Transecto 1.5, f)Transecto 1.6, g)Transecto 1.7, h)Transecto 2.1, i)Transecto 2.2, j)Transecto 2.3, k)Transecto 2.4, l)Transecto 2.5, m)Transecto 2.6, n)Transecto 2.7, o)Transecto 3.1, p)Transecto 3.2, q) Transecto 3.3, r)Transecto 3.4, s)Transecto 3.5, t)Transecto 3.6, u)Transecto 3.7.....26
- Figura 8. Diagrama de ordenamiento del CAP para ilustrar las correlaciones de las especies de aves con los dos primeros ejes del análisis canónico de la coordenada principales en los 21 transectos del Parque Ecológico Alameda Oriente, Ciudad de México.....32
- Figura 9. Aves y recursos de la zona 3; a) *Thamnophis melanogaster* junto a la cerca del lago, b) *Pituophis deppei* a un costado del lago en esclusa 4, c) parvada

de *Spatula clypeata* alimentándose, d) *Himantopus mexicanus* buscando alimento,
e) nido de *Himantopus mexicanus*, f) *Phalaropus tricolor* registrado con plumaje
reproductivo en abril del 2016.....35

Lista de cuadros.

Cuadro 1. Características de las muestras de cada transecto, donde se contabilizaron las variables tomadas en cuenta para este estudio.....	12
Cuadro 2. Modo de evaluación para el gradiente de urbanización marcado en cada muestra de 25m ² de los transecto del parque.....	14
Cuadro 3. Estimadores que se utilizaron en el este estudio para calcular las curvas de acumulación de especies.....	15
Cuadro 4. Listado de la avifauna registrada en el parque Alameda Oriente, se marca el tipo de residencia para cada ave (R-residente, MI-migratoria en invierno, MV-migratoria en verano, T-transitoria, Exo-exótica, En-endémica) y de conservación según la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059) (P-en peligro de extinción, Pr- Sujeta a protección especial, sc-sin categoría) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (LC-preocupación menor).....	18
Cuadro 5. Dominancia y Diversidad (1-D) del parque Alameda Oriente, inferidas con los índices de Simpson y su inverso respectivamente	24
Cuadro 6. Serie de números efectivos de Hill (diversidad verdadera) para la zona de estudio.....	24
Cuadro 7. Breve descripción de las zonas uno, dos y tres, junto con sus respectivas dominancias, diversidades y disimilitud (inverso de Jaccard) del recambio de especie.....	25
Cuadro 8. Resumen estadístico de las regresiones lineales entre el inverso de la dominancia de Simpson (1-D) y las variables de urbanización (Especies depredadoras, riqueza vegetal, abundancia vegetal, etc.), se muestra la correlación de Pearson (r), la pendiente de la recta= β , la ordenada al origen= α , el valor de $p = p$, para cada regresión lineal, se resalta con rojo la correlación de Pearson más alta y con cuadros rojos aquellas variables que tuvieron alta relación	

positiva; con el valor de la pendiente (β) se aprecia la correlación positiva o negativa.....28

Cuadro 9. Según el coeficiente de correlación de Pearson, los valores más cercanos a 1, presentan una alta correlación positiva entre las variables independientes y la variable de respuesta.....28

Cuadro 10: Resumen estadístico de la regresión lineal múltiple, resaltan los P-valores donde se ve claramente el efecto positivo de la riqueza vegetal y diámetro del tronco sobre la diversidad avifaunística del Parque Alameda Oriente.....29

Cuadro 11. Variables de urbanización para la elaboración del Analisis Canónico de Coordenadas Principales; puede observarse que las variables que benefician a la avifauna del Parque Alameda Oriente son: Especies depredadoras, riqueza vegetal, número de árboles muertos, y promedio del DAP (Diámetro del Tronco a la altura del Pecho), por otro lado, las variables que afectan a la avifauna son: Perímetro y área total de la muestra, Perímetro de concreto, y el promedio de la altura de los árboles.....31

Cuadro 12. a) especies más afectadas según el CAP, b) especies más beneficiadas según el CAP.....32

1 Resumen

Los parques urbanos son un conjunto de hábitats que ofrecen albergue a la amplia comunidad avifaunística, ya que actúan como: corredores biológicos, sitios de paso durante la migración y fuente de recursos alimenticios. En la ciudad, la distribución y la diversidad de la ornitofauna están determinadas por la superficie que ocupa la vegetación y su complejidad estructural. Los parques urbanos funcionan como islas con gradientes de vegetación y de urbanización que pueden contener una amplia riqueza de aves, por lo que resulta importante estudiarlos. Se llevaron a cabo 45 muestreos con el método de transectos desde septiembre del 2016 hasta julio del 2018. Para evaluar los parámetros de diversidad, se dividió el parque en tres zonas dependiendo de las superficies de concreto y la complejidad de la vegetación. La riqueza específica fue de 84 especies, distribuidas en 13 órdenes y 35 familias, de las cuales, 52% son residentes, 38% son migratorias de invierno y 4% migratorias de verano, 4 especies están sujetas a protección especial, y 2 están en peligro de extinción. Los estimadores Chao2, ICE y Jackknife 1 indicaron que faltan entre 22, 29 y 35 especies por ser observadas respectivamente. Las especies más abundantes fueron *Haemorhous mexicanus* y *Spatula clypeata*. La zona que presentó la mayor riqueza avifaunística es la zona 3 con 58 especies. Con el índice de Simpson, se obtuvo una alta diversidad en el parque ($D= 0.06$; $1/D= 0.93$) y la mayor similitud avifaunística entre las zonas 1 y 2 a través del coeficiente de Jaccard. Se detectó con regresiones lineales simples que las variables que están correlacionadas con una baja diversidad avifaunística ($1-D$) son cantidad de metros cuadrados de concreto y cantidad de personas, y la variable que tiene una correlación positiva con la avifauna es la riqueza vegetal. Por otra parte, se analizó la riqueza ponderada, con una regresión lineal múltiple, donde se observa con un P-valor de 0.03 que la riqueza vegetal tiene un efecto estadísticamente significativo. El Análisis Canónico de Coordenadas Principales (CAP), muestra que las especies más afectadas dentro del parque son especies ciudadinas, mientras que las más beneficiadas son las especies acuáticas y migratorias.

2 Introducción

La urbanización se define como uno de los impactos antrópicos sobre los ecosistemas naturales, dicho impacto es proporcional a la densidad poblacional, es decir, cuanto más elevada es la población, mayor es la demanda de zonas verdes, de servicios, suministros energéticos y de telecomunicaciones (Nieto, 2015). Este proceso ocurre cada vez más rápido debido a la alta natalidad de las poblaciones humanas (Faeth *et al.*, 2011), lo que provoca el crecimiento de las ciudades y como consecuencia disminuyen las zonas rurales, que implican repercusiones ambientales y socioeconómicas (Romero, *et al.* 2014). En este sentido, la urbanización es la actividad humana que genera más impacto sobre los ecosistemas naturales y está considerada como una de las principales causas de pérdida de la biodiversidad (Sala *et al.*, 2000). Este proceso provoca la fragmentación, el aislamiento y la degradación de los hábitats naturales; como consecuencia, los efectos generados en la flora y la fauna a largo plazo son apenas reversibles. Además, los efectos asociados a la urbanización causan cambios ambientales a distintas escalas, incluso, modificación de los ciclos biogeoquímicos y cambio climático (Acevedo *et al.*, 1999; Andersson, 2006; Chace y Walsh, 2006). La sustitución de hábitats naturales por la infraestructura antrópica puede llevar a la homogenización biótica y posteriormente a la extinción de las especies nativas (McKinney, 2002).

La urbanización es una amenaza generalizada para las poblaciones aviares a nivel mundial. Se ha señalado que este proceso provoca cambios en la composición de las comunidades de aves, con una pérdida significativa en la riqueza de especies (MacGregor-Fors *et al.*, 2009; Freeman y Buck, 2003; Fuller *et al.*, 2009, Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors, 2011). Otros estudios señalan que la disminución de la cobertura vegetal, tiende a simplificar la estructura de la comunidad de aves y frecuentemente causa la dominancia de algunas especies adaptadas al medio urbano (Melles *et al.*, 2003), favoreciendo a las especies granívoras, insectívoras y a las residentes (Allen y O'Conner, 2000; Kluza *et al.*, 2000; Poague *et al.*, 2000). Según Croci *et al.*, (2008), la urbanización actúa como

filtro ambiental, dando como resultado una mayor similitud funcional de la comunidad de aves.

Ballús *et al.* (2015) y Bojorges (2009), indican que la presencia de un área verde, como parques y arbolado urbano, cercano a las ciudades, mejoran considerablemente la diversidad avifaunística. Los espacios verdes en el interior de las ciudades, permiten la presencia de especies nativas, manteniendo un paisaje heterogéneo para la flora y fauna remanente (Biadun, 1994; Fernández, 2002). Estas áreas actúan como corredores biológicos, refugios, sitios de paso durante la migración de algunas especies de aves y fuente temporal de recursos alimentarios (Jiménez, 1988; Manhaes y Ribeiro, 2005). Sin embargo, la existencia de un área verde por sí sola no garantiza una mayor riqueza de especies, ya que ésta depende también de otros factores tales como: el tamaño de los fragmentos de vegetación, la estructura y composición florística de los fragmentos, la presencia y la competencia con especies exóticas (Major *et al.*, 1996).

Los estudios que abordan el impacto de la urbanización sobre la comunidad de aves en distintas ciudades de México, analizan la relación entre las comunidades de aves y la estructura de la vegetación, las características ecológicas y fisiológicas que permiten a las especies sobrevivir en entornos urbanos, y la anidación de especies invasoras y su interacción con especies de aves locales (Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors, 2009; MacGregor-Fors *et al.*, 2012). Sin embargo, son pocos los estudios que analizan los efectos de la urbanización en la diversidad de aves en relación con la infraestructura urbana y los componentes biológicos de las áreas verdes (González-Oreja *et al.*, 2007). Esta información podría facilitar la comprensión de los factores que determinan la presencia aviar y su abundancia en la Ciudad de México, particularmente en las áreas verdes, como los parques y el arbolado urbano (Marzluff *et al.*, 2001, Chace y Walsh, 2006).

El paisaje de la Ciudad de México cubre un área de 1800 km² (INEGI, 2006), su topografía permitió el establecimiento de diversos ecosistemas antes de la urbanización (Rzedowski y Rzedowski, 2005). Desafortunadamente, la flora y

fauna que habita en la ciudad es constantemente amenazada por la dinámica del crecimiento poblacional (Rojas, 2004). La Ciudad de México está básicamente conformada por cuatro usos de suelo principales: comerciales, residencial, industrial y áreas verdes. Esta última tiene una extensión de 877 km², de los cuales 112.89 km² corresponden a parques y arbolado urbano (PAOT, 2011). En estas áreas se han reportado aproximadamente 316 especies de aves, lo que representa el 3.6% de las especies que habitan en México (Del Olmo, 2013; Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014).

En el Parque Alameda Oriente, se observan los constantes desplazamientos de la avifauna al igual que en otras zonas urbanas (Bojorges, 2009). Si bien las aves son el grupo de vertebrados más adaptado a las actividades cotidianas del hombre (Navarro, 1994) el parque se encuentra a un costado del Aeropuerto internacional Benito Juárez, lo que supone que la avifauna del parque se encuentra expuesta a los controles biológicos como las bombas de ruido, la presencia de aves de presa entrenadas y otros métodos de control que salvaguardan la seguridad de los aviones que vienen y van del aeropuerto (Godinez, 2006) sobre todo en época migratoria dado que La Alameda Oriente se ubica cercana a cuerpos de agua naturales, hacen de este sitio un punto de descanso en el paso migratorio principalmente de aves acuáticas y algunas rapaces. Este parque ocupa el cuarto lugar en la Ciudad de México como área verde pública más extensa, es considerado un sitio de relevancia ambiental por ser un fragmento de vegetación inmerso en la ciudad, ya que alberga fauna silvestre que ha logrado adaptarse al entorno urbano y al estrés generado por actividades humanas (Anónimo, 2011). El estudio de la avifauna presente en este parque, proporcionará mayor conocimiento sobre los hábitos que desarrollan las aves para adaptarse a la urbanización, además será posible determinar aquellas variables de la urbanización que determinan la distribución y abundancia de las aves (Savard *et al.*, 2000; Luniak, 2004).

El presente estudio tiene como objetivo analizar la riqueza de aves a escala local, en relación con el grado de urbanización, determinado por la superficie de concreto y las características de la vegetación, para contestar las siguientes preguntas: ¿Cómo cambia la riqueza de aves en el parque Alameda Oriente? Y ¿Cuáles son los elementos de la urbanización que afectan la riqueza avifaunística?

3 Antecedentes

En México, el número de estudios sobre ornitofauna asociada a zonas urbanas va en aumento desde el siglo XX (Navarro- Sigüenza, 2008). Actualmente, los estudios sobre avifauna en la urbe han cobrado relevancia, debido a que muchas especies han modificado su comportamiento para sobrevivir en estos ambientes (Ramírez, 2004; Chace y Walsh, 2006). Se ha observado que estas aves encuentran refugio y sitios de residencia en los parques urbanos, camellones y pequeños parches de vegetación dentro de las ciudades. Por ejemplo, Amparan (2000) realizó un estudio de caracterización de hábitat de aves acuáticas en la laguna de Zapotlán, Jalisco. En donde encontró 44 especies de aves acuáticas, de las cuales *Fulica americana* y *Plegadis chihi* fueron las especies más abundantes, del mismo modo concluyó que la laguna de Zapotlán se considera un área de interés por el notable porcentaje de aves acuáticas migratorias y por el importante número de especies cinegéticas (especies de la familia *Anatidae*). Para terminar emitió recomendaciones entre las que destacan:

- “Debido a las altas tasas de crecimiento poblacional humano, la destrucción de los hábitats y la contaminación que presenta la Laguna de Zapotlán, se considera un área crítica...”
- “Es prioritario implementar programas de educación ambiental, dirigidos a todos los niveles de la población humana, sobre la importancia de la Laguna de Zapotlán y los problemas que enfrentan los organismos

acuáticos, especialmente las aves; así como el mejor aprovechamiento de esos recursos...”

Por su parte, Duarte (2001) realizó una tesis con el título “*Caracterización de la comunidad de aves de la UNAM Campus Iztacala*”, en el cual obtiene un total de 86 especies de aves, menciona que es una riqueza alta considerando la superficie estudiada (22 ha). Así mismo, observó una dominancia y una tendencia al aumento de organismos de algunas especies generalistas como *Quiscalus mexicanus*, *Passer domesticus* y *Columbina inca*, (Nocedal 1987, Fernández-Juricic. 2000, Ramírez, 2000, Pajares. 2005, Blair. 1996); la más notoria fue *Molothrus aeneus*. Por otra parte, mencionó que la influencia humana sobre la avifauna varía; algunas son beneficiadas con el alimento que les proporcionan los humanos, otras son afectadas por su presencia. Recomienda lo siguiente:

- “Las áreas urbanas deben tener un equilibrio entre los elementos artificiales y la vegetación, y se debe tratar de enriquecer al ecosistema, mantener una diversidad florística elevada y estratificación vegetal completa (Batilori y Uribe, 1990). El campus Iztacala no es la excepción.”

Varona (2001) elaboró un estudio titulado “*Avifauna de áreas Urbanas del norte de la ciudad de México*” donde registró las ornitofaunas acumuladas para toda el área, concluyó que las áreas verdes urbanas del norte de la ciudad de México permiten la presencia de una elevada cantidad de especies de aves, tanto residentes como migratorias, también indica que las áreas más grandes no siempre soportan mayor cantidad de especies, siempre y cuando la ubicación y la complejidad de la vegetación proporcionen más nichos y recursos que la extensión del área (Ramírez, 2004). Además, considera que para conservar e incrementar la avifauna urbana es necesario establecer programas de diseño y manejo de áreas verdes, tomando en cuenta tanto aspectos sociales como ecológicos.

Quiroz (2003) realizó un estudio en la Alameda Norte, Azcapotzalco. En el cual registró 42 especies en 18.6 hectáreas, que es el 13% de las especies reportadas para la Ciudad de México. También reportó que las especies residentes registran una abundancia alta (más de 100 individuos), debido a su adaptación a los lugares

urbanos y tolerancia a la presencia humana. Sus recomendaciones de importancia son:

- “Crear programas de educación ambiental para vecinos y visitantes de la Alameda que permitan conocer más acerca de la fauna silvestre para crear conciencia y respeto y una convivencia armónica con ella”.
- “Planear los procesos de mantenimiento en las áreas verdes... ayudando también a controlar la pérdida de suelo, reducir la velocidad del viento y control de la contaminación del aire...”.
- “Considerar la planeación y reestructuración de la Alameda y sus zonas aledañas, como llenar el cuerpo de agua que permitiría el arribo de especies terrestres y acuáticas que enriquezcan la diversidad del lugar”

Más adelante, Ortega (2008), realizó un estudio de *“Efectos del tipo de uso de suelo urbano sobre la diversidad, estructura y composición de las comunidades de aves del suroeste de la zona metropolitana de la Ciudad de México”*. En el que cuantificó atributos relacionados con la vegetación, la complejidad de la estructura urbana, la presión de depredación y la actividad humana. Sus resultados demostraron que las comunidades de aves del sureste de la Zona Metropolitana de la ciudad de México son afectadas por el tipo de uso de suelo. Observó que conforme se incrementa el grado de urbanización, la riqueza de especies y la equitatividad de la comunidad disminuyen, mientras que la abundancia de ciertas especies aumenta y otras comunidades de aves están dominadas por unas cuantas especies generalmente omnívoras y/o granívoras (generalistas).

Se debe resaltar la importancia de realizar estudios en zonas urbanas particularmente en parques como la Alameda Oriente, ya que funcionan como refugio para distintas especies, y permite analizar el efecto de la urbanización en la dinámica y distribución de las especies de aves, así como sus interacciones en los procesos ecológicos en estos ambientes.

4 Justificación

Los contrastes entre la urbe y las áreas lacustres al oriente de la Ciudad de México, hacen de la zona de estudio un lugar propicio para el estudio de la avifauna, esto en conjunto con la existencia de parques urbanos cercanos, favorecen el paso migratorio y residencia de una alta riqueza avifaunística. La Alameda Oriente fue creada bajo el nombre de “Proyecto Xochiaca” en 1987, con la finalidad de subsanar las áreas naturales del Oriente de la Ciudad de México y así inducir el regreso de la fauna nativa a la zona, además de crear un área de esparcimiento para la ciudadanía (Casas, 2014). Sin embargo, no se han reportado estudios ni listados sobre la fauna del parque. Es por eso que este estudio se enfoca en la diversidad avifaunística y estudiar los elementos que la benefician o perjudican dentro del área de estudio.

5 Hipótesis

A nivel local, la riqueza específica está correlacionada positivamente con la estructura de la vegetación, por lo tanto en las zonas con mayor urbanización del parque, se presentará una baja diversidad avifaunística.

6 Objetivos

6.1 Objetivo general

- Detectar los elementos de la urbanización que afectan la riqueza avifaunística.

6.2 Objetivos particulares

- Realizar un listado avifaunístico de la Alameda Oriente con una breve revisión del estatus de conservación de la avifauna.
- Analizar la riqueza avifaunística a escala local en relación con el gradiente de urbanización presente en la zona de estudio.
- Establecer cuáles especies de aves se benefician de las actividades antrópicas

7 Zona de estudio

7.1 Descripción de Zona de Estudio

7.1.1 Localización

La Alameda Oriente se localiza en la delegación Venustiano Carranza al oriente de la Ciudad de México, en lo que antes fue el lago de Texcoco, con una superficie de 80.4 ha, lo que provoca una alta salinidad en el primer horizonte del suelo; esto junto con la presencia del lago actual propician que el tipo de suelo sea un Solonchak (FAO, 2007).



Figura 1. Vista aérea y delimitación de la alameda oriente, en las coordenadas 19°26'00'' de latitud norte y 99°05'00'' de longitud oeste, a una altitud de 2234 m (Anónimo, 2005). (En la parte inferior se encuentra el Bordo de Xochiaca, parte superior izquierda el aeropuerto) Google earth, 2019.

7.1.2 Clima

El clima se clasifica como cálido templado (Cwb), con una temperatura media anual de 15.9° C. Las lluvias se presentan con más abundancia en verano. En promedio la precipitación es de 616 mm al año. Los valores de temperatura, viento, insolación y cubierta vegetal, determinan una media de evaporación de 2,000 mm anuales. En el periodo de enero a mayo, la evaporación media mensual es de 166 mm aproximadamente, y la total de 830 mm (Anónimo, 2006).

7.1.3 Vegetación

La mayor parte de la vegetación dentro de la zona de estudio está conformada por arbolado urbano, pertenecientes a 22 especies y 12,087 individuos. El estrato arbóreo predomina en los perímetros del parque como barrera rompevientos, con tres especies principales: *Acacia retinoides*, *Casuarina equisetifolia* y *Eucalyptus camaldulensis*. Dentro del parque, en el S, SE, SO, la vegetación está fragmentada por canchas de basquetbol, futbol, futbol rápido, juegos mecánicos, una estación de tren infantil, go-cars y un auditorio. La vegetación está conformada por *Acacia* sp., *Callistemon citrinus*, *Citrus* sp., *Cupressus* sp, *Cupressus sempervirens*, *Cupressus lusitánica*, *Erythrina americana*, *Grevilea robusta*, *Jacaranda mimosifolia*, *Nerium oleander*, *Salix babylonica* y pastizales. Por otra parte, en la zona norte sólo es posible encontrar canchas de basquetbol, futbol y frontón, aunque en menor abundancia que en la zona anterior, la vegetación está conformada por *Eucalyptus globulus*, *Fraxinus uhdei*, *Ligustrum japonicum*, *Pinus radiata*, *Salix babylonica*, *Schinus molle*, *Schinus terebinthifolius*, *Senna multiglandulosa*, *Tamarix gallica*, *Thuja* sp, *Ulmus parvifolia* y *Phoenix canarensis*.

7.1.4 Lago

En la parte central del parque se encuentra un lago de carácter alcalino con un pH de 9.2 a 10.5, con un superficie de 11.6 ha (Montesino *et al.*, 2013) está dividido en seis esclusas y cuatro isletas, la estructura urbana dentro del lago es escasa con cuatro fuentes, una taquilla (en desuso), un embarcadero, una caceta y un pasillo de concreto, mientras que la vegetación está representada por pastizales, herbáceas estacionales, plantas de ornato (herbáceas, suculentas, agaváceas y cactáceas), arbustos y árboles como: *Acacia retinoides*, *Casuarina equisetifolia*, *Salix babylonica* y *Tamarix gallica* (Casas, 2012).



Figura 2. Fotografía aérea del lago presente en la Alameda Oriente Google earth 2018

8 Método

8.1 Fase de campo

El área de estudio se dividió en 3 zonas, tomando en cuenta: la complejidad de la estratificación vegetal, la superficie de concreto y la cantidad de estructuras urbanas. Para cada zona del parque se realizaron siete transectos en un área circular de un radio definido (25 m) (Cuadro 1) y se determinaron las variables del gradiente urbano (Cuadro 2). También se cuantificó el número de individuos vegetales para estimar la riqueza y la abundancia de especies. Para la estructura urbana se tomó en cuenta la superficie construida (m^2 de concreto); riqueza de depredadores (perros, gatos, aves rapaces, serpientes, ardillas, etc.) y la actividad humana (juegos mecánicos, juegos de basquetbol, futbol, frontón, pista de corredores, remos, etc).



Figura 3. Croquis aéreo de la Alameda Oriente donde se muestra la delimitación de zonas y transectos para este estudio.

8.1.1 Caracterización de las muestras (25 m²) tomadas por transectos

Cuadro 1. Características de las muestras de cada transecto, donde se contabilizaron las variables tomadas en cuenta para este estudio.

Zona	Transecto	Riqueza vegetal	Abundancia vegetal	Número Árboles muertos	Número Árboles enfermos	Área total (muestra) m ²	Área de concreto m ²	Área de vegetación m ²
1	1.1	6	39	1	2	609.29	125.93	483.36
1	1.2	5	46	1	8	591.59	7.34	584.25
1	1.3	3	45	0	6	640.18	98.89	541.29
1	1.4	1	10	0	0	634.67	45.69	588.98
1	1.5	3	29	0	0	603.01	339.17	263.84
1	1.6	2	14	0	5	627.27	0	627.27
1	1.7	1	28	0	0	604.94	0	604.94
2	2.1	1	23	0	3	660.8	17.67	643.13
2	2.2	3	7	1	5	636.3	9.09	627.21
2	2.3	2	10	0	7	651.31	0	651.31
2	2.4	3	22	0	2	602.03	0	602.03
2	2.5	4	13	0	1	627.61	0	627.61
2	2.6	2	9	0	4	653.29	26.05	627.24
2	2.7	2	30	0	5	628.13	0	628.13
3	3.1	3	35	0	13	89.77	0	89.77
3	3.2	3	26	0	0	166.21	11.86	154.35
3	3.3	4	15	0	0	194.43	8.56	185.87
3	3.4	3	13	1	0	504.73	3.57	501.16
3	3.5	1	5	0	5	643.86	0	643.86
3	3.6	6	10	1	2	614.14	0	614.14
3	3.7	5	10	0	2	612.32	11.01	601.31

8.2 Muestreo de aves.

Se estudió la comunidad avifaunística del parque Alameda Oriente en la Ciudad de México durante 22 meses, en los cuales se realizaron 45 muestreos, con la finalidad de identificar a las especies de aves residentes, reproductivas y migratorias de verano e invierno. Dando inicio el 22/09/2016 y finalizando el 30/07/2018, el horario seleccionado fue de 7:00 am a 6:00 pm dentro del parque. Para las observaciones de aves, se realizaron registros de 10 minutos de radio fijo (25 m) (Ralph *et al.*, 1994., Bibby *et al.*, 1993).

Se trazaron 7 transectos (Figura 3) en cada una de las zonas identificadas previamente. Para la observación e identificación de aves se usaron binoculares 8x40 y guías de campo especializadas (A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America (Howell y Webb, 1995). Además, se realizó el registro fotográfico con una cámara canon SX720 hs 40X, para la identificación de los individuos no identificados en campo. El registro de las especies se efectuó en un formato previamente establecido en el que se consideraron los siguientes aspectos:

1. Orden, familia, nombre científico y número de organismos por especie.
2. Fecha de observación
3. Estatus migratorio (R-residente, MI-migratoria en invierno, MV-migratoria en verano, T-transitoria, Exo-exótica, En-endémica) y de conservación según la Norma Oficial Mexicana 050 (NOM-059) (P-en peligro de extinción, Pr-Sujeta a protección especial, sc-sin categoría) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (LC-preocupación menor)

8.3 Variables del gradiente urbano.

La evaluación de cada transecto se realizó en un área circular de un radio definido 25 m^2 (Cuadro 1), el cual se midió con una cinta métrica de fibra de vidrio de 50 m. Para medir las áreas de la muestra, se utilizaron imágenes de Google Earth;

dentro de cada muestra se contabilizaron como variables algunas características fijas de cada transecto (que no cambiarán en un lapso de tiempo mayor a un año) y características no fijas (cambian continuamente de un momento a otro). Se eligieron las variables descritas en el cuadro 2, para marcar el gradiente de urbanización presente en cada transecto del parque.

Cuadro 2. Modo de evaluación para el gradiente de urbanización marcado en cada muestra de 25m² de los transecto del parque.

Variable	Fija	No fija	Características
Riqueza de especies depredadoras		✗	Solo se contó la riqueza debido a que la incidencia de estas especies es baja en el parque, tal es el caso de perros y gatos, puesto que el parque prohíbe la entrada de estos.
Riqueza vegetal	✗		Se cuantificaron las especies con su respectivo nombre científico
abundancia vegetal	✗		Se tomó en cuenta número de organismos
Número de árboles enfermos	✗		Se catalogaron como árboles enfermos aquellos que presentaban plagas
Número de árboles muertos	✗		Estos no fueron identificados con nombre científico, sólo contabilizados.
Metros cuadrados de vegetación	✗		Se midieron con ayuda de la página google earth
Metros cuadrados de concreto	✗		Se midieron con ayuda de la página google earth
Número de personas		✗	Se contabilizó la cantidad de personas que pasaban en los días de muestreo, sin embargo esta medida se tomó por zona dado la movilidad que presentaban estas dentro del parque.
Diámetro del tronco de los arboles (promedio)	✗		Diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP), fue medido con cinta métrica.
Altura de los árboles (promedio)	✗		La altura de los árboles se midió con la aplicación para celular "Plomada".
Follaje de los arboles (promedio)	✗		Fueron medidos con una cinta métrica tomando en cuenta la rama más larga de cada árbol, sacando promedios

8.4 Análisis estadístico.

8.4.1 Estimadores.

La representatividad del muestreo de aves fue determinada mediante curvas de acumulación de especies en el programa EstimateS (Colwel, 2013) con los estimadores que se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Estimadores que se utilizaron en el este estudio para calcular las curvas de acumulación de especies.

Estimador	Función y/o parámetros	Citas
ICE	Sirve para conocer el número de especies esperadas en relación con las detectadas	Lee y Chao, 1994
Chao2	Estima el número de las especies esperadas considerando la relación entre la cantidad de especies únicas (que aparecen en una muestra) y las duplicadas (que aparecen en dos muestras).	Chao, 1987
Jackknife 1	se basa en el número de las especies que están presentes solamente en una muestra	Burnham y Overton, 1979
Bootstrap	se basa en la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie	Smith y van Belle, 1984

8.4.2 Índices de biodiversidad.

Se cuantificaron los índices de Simpson (dominancia) y el inverso de Simpson (diversidad) a cada zona del parque con el programa PAST (Hammer, 2001). Moreno (2001), menciona que los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad donde se toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia, sin evaluar la contribución del resto de las especies, para el índice de Simpson, los resultados cercanos a uno demuestran alta dominancia ($D=1$) y su inverso ($1-D=1$) con valores cercanos a uno muestran una alta diversidad También se aplicó la serie de números de Hill con el programa SPADE (Chao, A. y T. J. Shen, 2010), para medir la diversidad verdadera, esto debido a que algunos autores consideran que índices como Simpson, entre otros miden la entropía de un sistema pero no la diversidad, por esta razón, los números de Hill eliminan posibles sesgos como el remuestreo (Moreno *et al.*, 2011).

8.4.3 Recambio de especies por zona.

Para medir la similitud entre las zonas, se obtuvo el Coeficiente de Jaccard con ayuda del programa Past, posteriormente se midió el recambio de especies, restándole a 1 el coeficiente de similitud de Jaccard (1-Jaccard).

8.4.4 Riqueza y dominancia de aves entre cada transecto.

La dominancia de aves en cada transecto se cuantificó mediante curvas de rango-abundancia. Estas curvas representan la abundancia por especie para cada transecto, y se confeccionaron con los logaritmos decimales de la abundancia proporcional (P_i) de cada especie (Magurran, 2003).

8.4.5 Medición del efecto de la urbanización.

Para medir el efecto de la urbanización en la diversidad avifaunística de cada transecto, se utilizó el inverso de Simpson (1-D).

Regresiones Lineales simples.

Se realizaron regresiones lineales con ayuda del programa estadístico Statistica 7 (Stat Soft, Inc., 2004), tomando la diversidad (inverso de Simpson, ver cuadro 4) como variable dependiente y las características de cada transecto (muestra de 25 m² dentro de los transectos, ver cuadro 1) como variables independientes. Todas las variables fueron transformadas a logaritmos. Las variables con alta colinealidad fueron excluidas del modelo. Para su interpretación, se tomó en cuenta el coeficiente de correlación de Pearson "R" (indica el grado de relación que existe entre 2 variables) y la pendiente " β " para denotar la correlación negativa o positiva entre la diversidad (1-D) de los transectos y las variables de urbanización.

8.4.6 Regresión Lineal múltiple.

El efecto de la urbanización en la diversidad de aves, se determinó con un análisis de regresión lineal múltiple. En este análisis se utilizó a la diversidad ponderada como variable dependiente y los factores de la urbanización cuantificados como

independientes (Cuadro 2). Todas las variables se transformaron a logaritmo natural antes del análisis. Se consideró que un factor de urbanización tenía efecto estadísticamente significativo cuando su P-valor era menor a 0.5 y que no tenía efecto estadísticamente significativo cuando su P-valor era mayor a 0.5 (Graham, 2003).

Cabe destacar, que las aves observadas por introducción accidental (como escapes), no fueron tomadas en cuenta para realizar los análisis estadísticos, debido a su baja probabilidad de supervivencia en el parque, tal es el caso de *Nymphicus hollandicus* y *Melopsittacus undulatus*. Las aves que se encontraran nadando en las esclusas al momento del muestreo, también fueron excluidas para las curvas de rango abundancia y para este análisis. Para determinar la influencia de los factores de la urbanización analizados en la diversidad de aves, se cuantificaron mediante un análisis canónico de coordenadas principales “CAP”, propuesto por Anderson (2004), con el programa estadístico CAP. Este análisis indica la relación de cada una de las especies con las variables de urbanización consideradas en la zona de estudio, mediante correlaciones individuales con los ejes canónico, caracterizando el efecto multivariante con la finalidad de determinar las diferencias en la composición de la avifauna dentro del parque (Hernández-Pérez, 2014).

9 Resultados.

9.1 Resultados por zona.

9.1.1 Riqueza específica.

La avifauna del parque Alameda Oriente está compuesta por 84 especies pertenecientes a 13 órdenes y 35 familias, de las cuales, 23 especies son residentes. Fue posible detectar nidos de *Quiscalus mexicanus*, *Passer domesticus*, *Haemorhous mexicanus*, *Fulica americana*, *Gallinula galeata*, *Himantopus mexicanus*, *Charadrius vociferus*, *Anser anser* y *Anas platyrhynchos*. Además, existe una alta riqueza de aves migratorias a lo largo del año (Cuadro 2).

Por otra parte, se observaron cuatro especies exóticas, dos endémicas y una semiendémica.

Cuadro 4. Listado de la avifauna registrada en el parque Alameda Oriente, se marca el tipo de residencia para cada ave (R-residente, MI-migratoria en invierno, MV-migratoria en verano, T-transitoria, Exo-exótica, En-endémica) y de conservación según la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059) (P-en peligro de extinción, Pr- Sujeta a protección especial, sc-sin categoría) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (LC-preocupación menor) .

Orden	Familia	Nombre científico	Residencia	NOM 059	UICN
Anseriformes					
	Anatidae				
1		<i>Anser anser</i>	R	Sc	LC
2		<i>Anas platyrhynchos</i>	MI, R	Sc	LC
3		<i>Spatula clypeata</i>	MI	Sc	LC
4		<i>Spatula cyanoptera</i>	MI, R	Sc	LC
5		<i>Spatula discors</i>	MI	sc	LC
6		<i>Cairina moschata</i>	R	P	LC
7		<i>Oxyura jamaicensis</i>	MI, R	Sc	LC
8		<i>Anas platyrhynchos x Anseranser</i>	MI, R	Sc	-----
9		<i>Dendrocygna autumnalis</i>	R	Sc	LC
Pelecaniformes					
	Ardeidae				
10		<i>Ardea alba</i>	MI, R	Sc	LC
11		<i>Egretta tula</i>	MI, R	Sc	LC
12		<i>Bubulcus ibis</i>	R, MI (Exo)	Sc	LC
13		<i>Butorides virescens</i>	R,MI	Sc	LC
14		<i>Nycticorax nycticorax</i>	R, MI	Sc	LC
	Trheskiornithidae				
15		<i>Plegadis chihi</i>	MI,R	Sc	LC
Gruiformes					
	Rallidae				
16		<i>Gallinula galeata</i>	R, MI	Sc	LC
17		<i>Fulica americana</i>	R, MI	Sc	LC
Charadriformes					
	Charadriidae				
18		<i>Charadrius vociferus</i>	R,MI	Sc	LC
19		<i>Bartramia longicauda</i>	T	Sc	LC
	Scolopacidae				
20		<i>Phalaropus tricolor</i>	T, I	Sc	LC
21		<i>Actitis macularius</i>	MI	Sc	LC
22		<i>Calidris bairdii</i>	T	Sc	LC
	Recurvirostridae				
23		<i>Himantopus mexicanus</i>	R, MI	Sc	LC
24		<i>Recurvirostra americana</i>	MI,R	Sc	LC
	Laridae				
25		<i>Chroicocephalus philadelphia</i>			

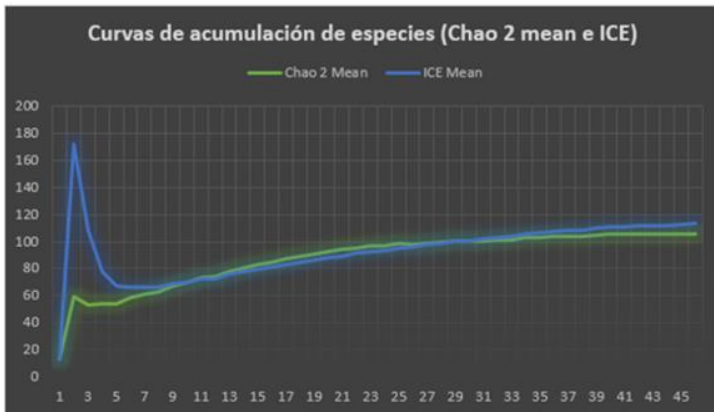
Trochiliformes					
	Trochilidae				
26		<i>Cyananthus latirostris</i>	R	Pr	LC
27		<i>Hylocharis leucotis</i>	R	Sc	LC
28		<i>Amazilia beryllina</i>	R	Sc	LC
Columbiformes					
	Columbidae				
29		<i>Columbina inca</i>	R	Sc	LC
30		<i>Columba livia</i>	R (Exo)	Sc	LC
31		<i>Zenaida macroura</i>	R,MI	Sc	LC
32		<i>Streptopelia decaocto</i>	R (Exo)	Sc	LC
Passeriformes					
	Passeridae				
33		<i>Passer domesticus</i>	R (Exo)	Sc	LC
	Hirundinidae				
34		<i>Hirundo rustica</i>	MV, MI, R, T	Sc	LC
	Parulidae				
35		<i>Setophaga petechia*</i>	MV, MI, T, R.	Sc	LC
36		<i>Setophaga coronata</i>	MI,R	Sc	LC
37		<i>Setophaga ruticilla</i>	MI	Sc	LC
38		<i>Cardellina pusila</i>	MI	Sc	LC
39		<i>Myioborus miniatus</i>	R	Sc	LC
40		<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	MI	Sc	LC
	Regulidae				
41		<i>Regulus caléndula</i>	MI	Sc	LC
	Aegithalidae				
42		<i>Psaltriparus minimus</i>	R	Sc	LC
	Poliophtilidae				
43		<i>Poliophtila clementsii</i>	R	Sc	LC
44		<i>Poliophtila caerulea</i>	MI, R	Sc	LC
	Turdidae				
45		<i>Turdus rufopalliatus</i>	R(EN)	Sc	LC
46		<i>Turdus migratorius</i>	R	Sc	LC
	Tyrannidae				
47		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R, MI	Sc	LC
48		<i>Tyrannus vociferans</i>	R, MI	Sc	LC
49		<i>Myiarchus cineracens</i>	MV,MI,R	Sc	LC
50		<i>Empidonax hammondii</i>	MI	Sc	LC
51		<i>Contopus pertinax</i>	R	Sc	LC
	Mimidae				
52		<i>Toxostoma curvirostre</i>	R	Sc	LC
	Pringillidae				
53		<i>Haemorhous mexicanus</i>	R	Sc	LC
54		<i>Spinus psaltria</i>	R	Sc	LC
	Icteridae				
55		<i>Quiscalus mexicanus</i>	R	Sc	LC
56		<i>Agelaius phoeniceus</i>	R,MI	Sc	LC
57		<i>Icterus abeillei</i>	R,MI	Sc	LC
58		<i>Icterus spurius</i>	MI, MV	Sc	LC
59		<i>Molothrus aeneus</i>	R, MV	Sc	LC
60		<i>Xanthocephalus</i>	MI	Sc	LC

		<i>xanthocephalus</i>			
	Laniidae				
61		<i>Lanius ludovicianus</i>	R, MI	Sc	LC
	Passerellidae				
62		<i>Melospiza fusca</i>	R	Sc	LC
63		<i>Spizella passerina</i>	R, MI	Sc	LC
64		<i>Chondestes grammacus</i>	MI, R	Sc	LC
	Cardinalidae				
65		<i>Piranga rubra</i>	R	Sc	LC
66		<i>Passerina caerulea</i>	MI,R,MV	Sc	LC
	Troglodytidae				
67		<i>Thryomanes bewickii</i>	R	Sc	LC
	Sturnidae				
68		<i>Sturnus vulgaris</i>	R (Exo)	Sc	LC
Piciformes					
	Picidae				
69		<i>Sphyrapicus varius</i>	MI	Sc	LC
70		<i>Picoides scalaris</i>	R	Sc	LC
Psittaciformes					
	Psittacidae				
71		<i>Myiopsitta monachus</i>	R (Exo)	Sc	LC
	Psittaculidae				
72		<i>Melopsittacus undulatus</i>	Exo	Sc	LC
	Cacatuidae				
73		<i>Nymphicus hollandicus</i>	Exo	Sc	LC
Accipitriformes					
	Accipitridae				
74		<i>Accipiter cooperii</i>	MI,R	Pr	LC
75		<i>Buteo jamaicensis</i>	R, MI	Sc	LC
76		<i>Parabuteo unicinctus</i>	R	Pr	LC
77		<i>Butoro regalis</i>	MI	Pr	LC
	Cathartidae				
78		<i>Cathartes aura</i>	R	Sc	LC
79		<i>Coragyps atratus</i>	R	Sc	LC
Falconiformes					
	Falconidae				
80		<i>Falco peregrinus</i>	R,MI	Pr	LC
81		<i>Falco columbarius</i>	MI	Sc	LC
82		<i>Falco sparverius</i>	R,MI	Sc	LC
Caprimulgiformes					
	Caprimulgidae				
83		<i>Chordeiles acutipennis</i>	MV,MI,R	Sc	LC
Apodiformes					
	Apodidae				
84		<i>Chaetura vauxi</i>	R,T	Sc	LC

9.1.2 Eficiencia de muestreo.

El resultado de los estimadores no paramétricos Chao2, ICE y Jacknife1, indican que faltan por registrar 22, 29 y 35 especies, respectivamente.

a)



b)



Figura 4. La eficiencia del muestreo determinada mediante curvas de acumulación de especies (a) Chao2 (la relación de especies únicas y duplicadas) e ICE (b) Jacknife1, basado en las especies observadas en una muestra, según la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especies.

9.1.3 Abundancia de individuos por especie

En la figura 6 se presenta la abundancia avifaunística de la zona de estudio. La con mayor número de individuos corresponde a *Haemorhous mexicanus* (Pinzón mexicano), que es considerada una especie residente cuyos hábitos alimentarios están basados casi exclusivamente en semillas y frutos (Nocedal 2011); dentro del parque se observó esta especie alimentándose en árboles de *Casuarina equisetifolia*, *Acacia retinoides* y *Eucalyptus camaldulensis*, aunque también aprovechan los frutos (bayas) y brotes que encuentran en herbáceas estacionales. Otra de las especies más frecuentes fue *Spatula clypeata* (806 individuos), esta especie tiene una población residente dentro del parque de 50 a 100 individuos.

También son beneficiadas especies con mayor afinidad a las ciudades como *Passer domesticus* (711 individuos) y *Quiscalus mexicanus* (592 individuos), incluso especies exóticas invasoras como *Myiopsitta monachus* (428 individuos).

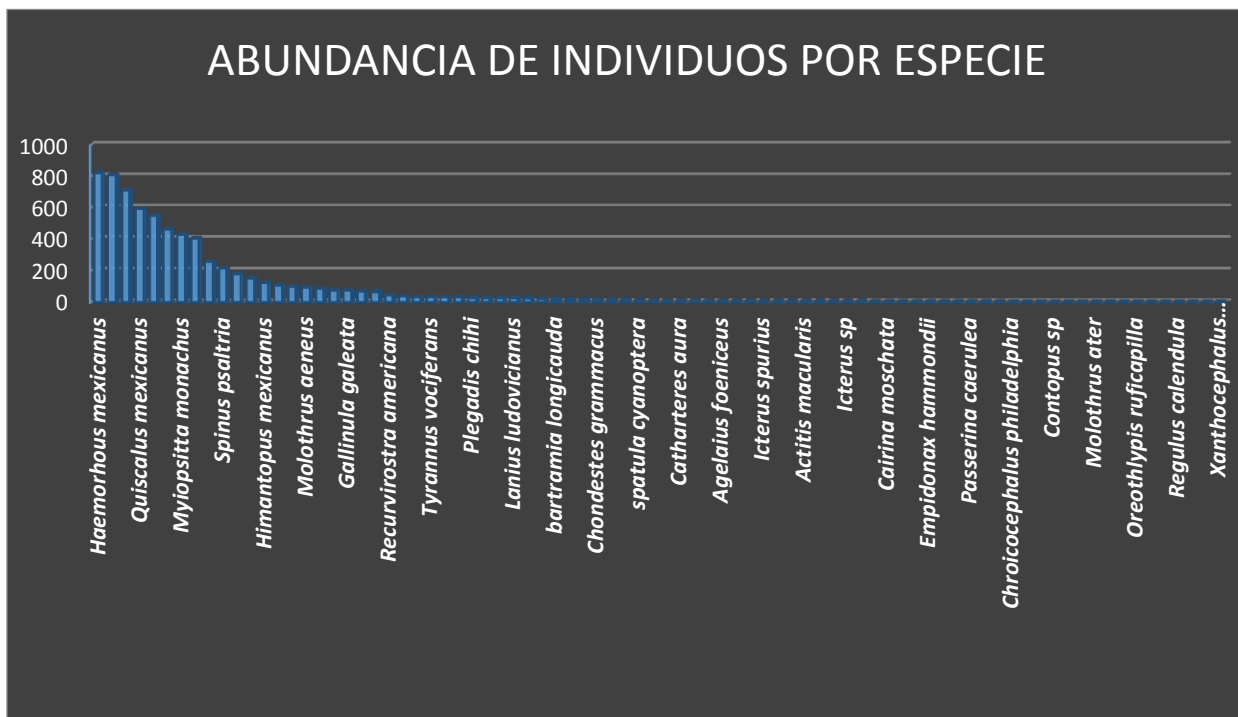


Figura 5. Número de individuos registrados por especie de ave en la Alameda Oriente.

9.1.4 Riqueza de especies por zona

La zona del lago (zona tres) presentó la mayor riqueza avifaunística con 58 especies. Entre las mejor representadas están las acuáticas tanto residentes como migratorias, algunas de éstas presentan baja tolerancia a la presencia humana como es el caso de *Bartramia longicauda*, *Butorides virescens* y *Nycticorax nycticorax*. En la zona 1, se registraron 41 especies; *Myiopsitta monachus*

(especie exótica) es la más abundante de esta zona con 259 individuos, otras especies abundantes fueron *Passer domesticus* (220 individuos), *Quiscalus mexicanus* (163), *Haemorhous mexicanus* (154) y *Columbina inca* (110) que son comunes dentro de las ciudades. En la zona 2 se encontraron 37 especies de aves, las más abundantes fueron *Haemorhous mexicanus* (561), *Passer domesticus* (305), *Quiscalus mexicanus* (258), *Columbina inca* (212). En ambas zonas (1 y 2) hay mayor abundancia de especies insectívoras en comparación con la zona 3.

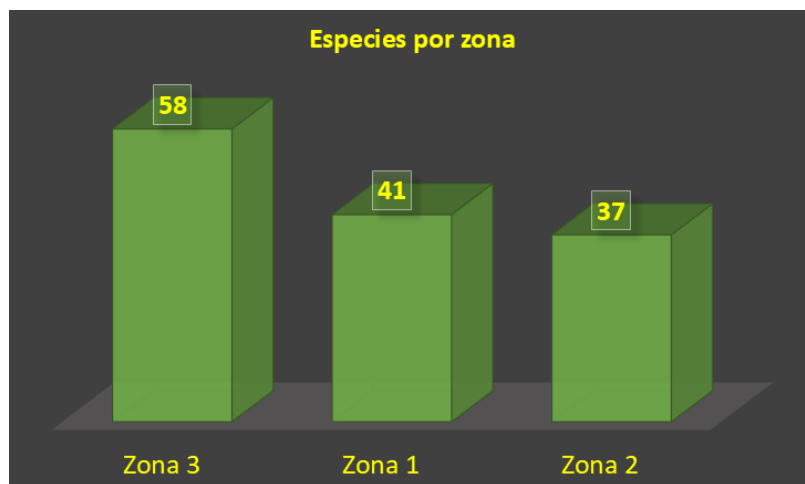


Figura 6. Riqueza de especies de aves por zona en la Alameda Oriente. Los números indican el número de especies registradas en cada zona.

9.1.5 Índices de diversidad

Los índices muestran que pese a la urbanización que rodea el parque, éste presenta una baja dominancia (Simpson) y alta diversidad de especies de aves (inverso de Simpson); para confirmarlo se cuantificó la serie de números de Hill (Cuadro 6).

Cuadro 5. Dominancia y Diversidad (1-D) del parque Alameda Oriente, inferidas con los índices de Simpson y su inverso respectivamente.

		Total
Simpson		0.06
1-D		0.93

Cuadro 6. Serie de números efectivos de Hill (diversidad verdadera) para la zona de estudio.

Estimador	Riqueza estimada	Error estándar	95% (intervalo de confianza)
Diversidad de orden 0	89.8	6.8	(82.8, 113.7)
Diversidad de orden 1	91.4	6.3	(84.1 , 111.5)
Diversidad de orden 2	21.2	0.3	(20.5, 21.8)

La zona que presenta mayor diversidad es la zona 1 pese a tener alta cantidad de actividades antrópicas, mientras que la zona 2 tiene la mayor dominancia del parque. El recambio de especies, estimado restándole a 1 el coeficiente de Jaccard, indica que las áreas con mayor disimilitud son las zonas 2 y 3 (Cuadro 7), por lo tanto, las zonas con mayor similitud de especies fueron zona 1 y 2 ya que presentan características similares y sólo difieren en la cantidad de actividades antrópicas que se realizan en cada una.

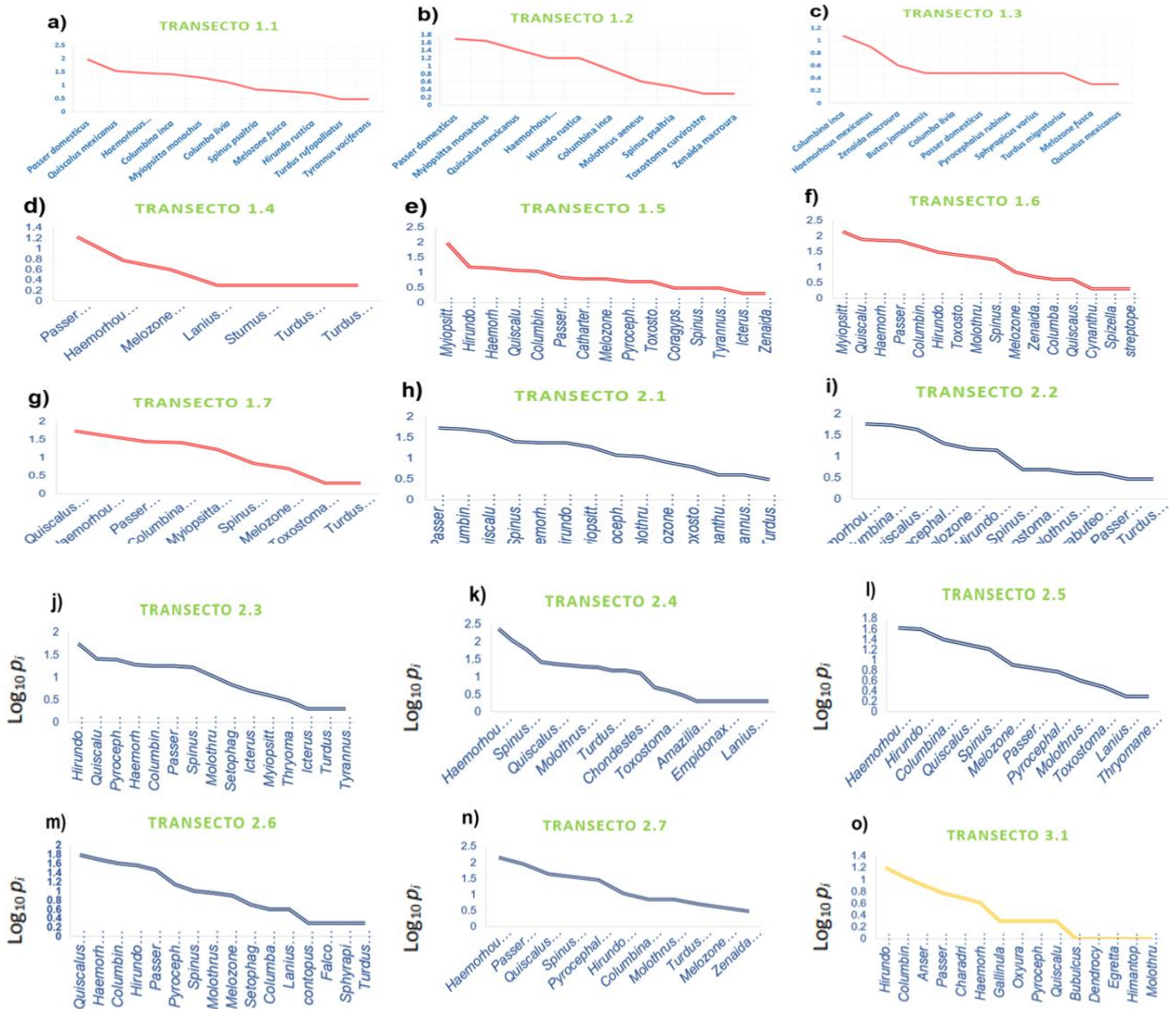
Cuadro 7. Breve descripción de las zonas uno, dos y tres, junto con sus respectivas dominancias, diversidades y disimilitud (inverso de Jaccard) del recambio de especies

Zona	Características de la zona	Características de la vegetación	Riqueza de vegetación	Riqueza avifaunística	Abundancia avifaunística	Dominancia de Simpson	Diversidad (1-D)	Recambio de especies (1-Jaccard)
1	Tiene alta afluencia de personas, la estructura urbana cuenta con: Oficinas, canchas de fútbol, basquetbol y frontón, juegos mecánicos y pista para corredores, presenta estrato arbóreo, arbustivo y rasante	La riqueza vegetal de la Zona 1, cuenta con 13 especies de las cuales, en el estrato arbóreo predominan: <i>Casuarina equisetifolia</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , <i>Schinus molle</i> , <i>Jacaranda mimosifolia</i> , <i>Grevillea robusta</i> y <i>Acacia retinoides</i> , en el estrato arbustivo se encuentran adelfas y sauces cortados a modo de contención, como estrato rasante hay extensiones de pastizales	13 especies	41 especies	1,198 individuos	0.07	0.92	vs 2= 0.51
2	La afluencia de personas es media, presenta menos estrato arbóreo que zona 1, estrato arbustivo y pastizales, la estructura urbana consta de juegos infantiles, canchas de fútbol y basquetbol, pista para corredores y pista de patinaje.	El estrato arbóreo en esta área esta conformada principalmente por <i>Casuarina equisetifolia</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> y <i>Tamaryx gallica</i> , y el estrato rasante presentan amplios pastizales	7 especies	37 especies	2,124 individuos	0.14	0.85	vs 3= 0.72
3	Presenta un lago de 11.5 ha, dividido en 6 esclusas, la afluencia de personas es baja, las actividades antrópicas se realizan en la esclusa 4 los fines de semana (embarcadero), la vegetación cuenta con estrato rasante, herbáceo, arbustivo y arbóreo	Herbáceas abundantes por estaciones, plantas ornamentales y pastizales, presenta arbustos y plantas suculentas como cactáceas, agaves y nopales, los arboles con mayor abundancia dentro de esta zona son: <i>Salix babylonica</i> y <i>Tamaryx gallica</i> , con menor abundancia están <i>Casuarina equisetifolia</i> , <i>Grevillea robusta</i> y <i>Acacia retinoides</i>	10 especies	58 especies	3,448 individuos	0.09	0.89	vs 1= 0.70

9.1.6 Resultados por transecto

Las curvas de rango abundancia para cada transecto (Figura 7a-r), muestran el acomodo de la riqueza avifaunística del parque: Se registró la mayor abundancia de especies adaptadas al medio urbano en las zonas uno y dos; ya que hay mayor cantidad de actividades antrópicas de las que estas especies se benefician; por ejemplo, *Passer domesticus*, *Quiscalus mexicanus* y *Myiopsitta monachus*, presentan una alta tolerancia a la presencia humana, permiten ser alimentadas por los visitantes y en su mayoría son aves granívoras. Por otro lado, la mayor parte de la riqueza avifaunística en el área de estudio está conformada por aves insectívoras como: *Pyrocephalus rubinus*, *Tyrannus vociferans*, *Spinus psaltria*, *Hirundo rustica*, etc. Las aves de este gremio alimenticio se distribuyeron con mayor equitatividad en la zona de estudio. Sin embargo, para la zona tres se observaron más especies que aprovechan los recursos del lago tales como *Gallinula galeata*, *Anser anser*, *Egretta thula*, *Nycticorax nycticorax*, *Ardea alba*,

Butorides virecens, entre otras; que principalmente son aves piscívoras o que se alimentan del plancton, fitoplancton, pequeños crustáceos y larvas de insectos presentes en el lago. También se reportan especies playeras que anidan dentro o a orillas de las isletas del lago, resaltando entre ellas *Himantopus mexicanus*, *Phalaropus tricolor* y *Charadrius vociferus*.



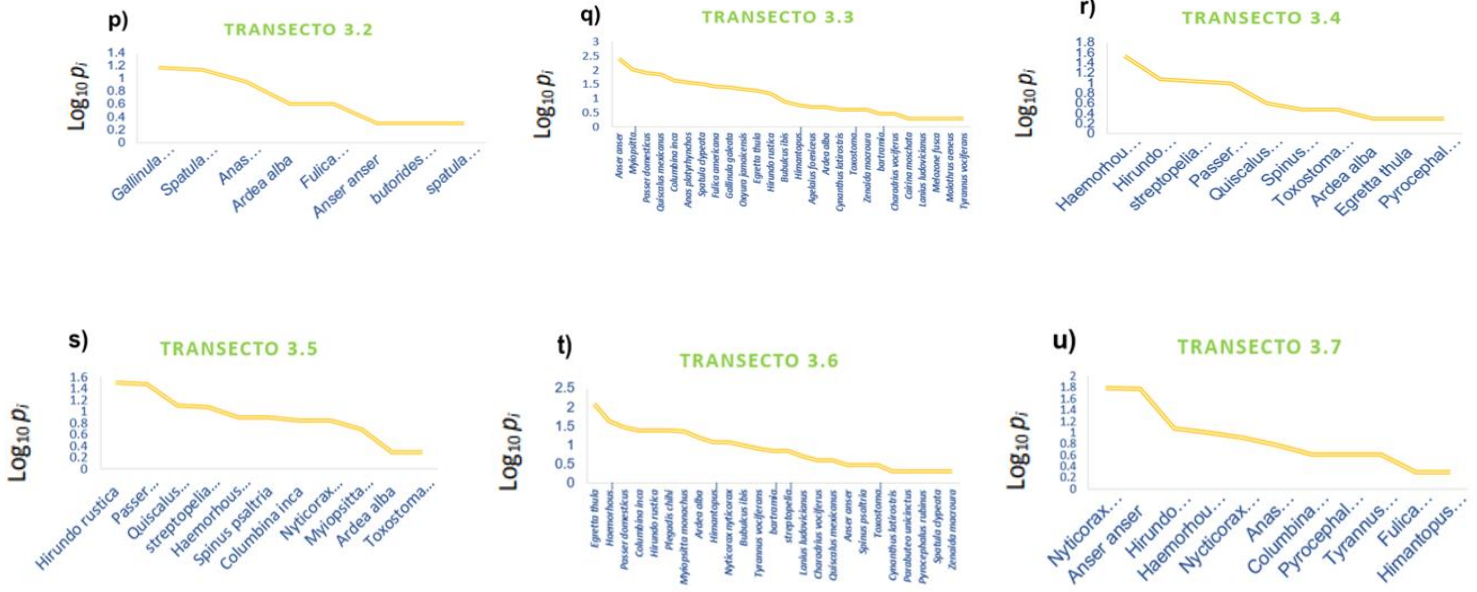


Figura 7. Curvas de rango-abundancia por transecto, muestran la abundancia por especie dentro de cada transecto de la zona de estudio a)Transecto 1.1, b)Transecto 1.b, c)Transecto 1.3, d)Transecto 1.4, e)Transecto 1.5, f)Transecto 1.6, g)Transecto 1.7, h)Transecto 2.1, i)Transecto 2.2, j)Transecto 2.3, k)Transecto 2.4, l)Transecto 2.5, m)Transecto 2.6, n)Transecto 2.7, o)Transecto 3.1, p)Transecto 3.2, q) Transecto 3.3, r)Transecto 3.4, s)Transecto 3.5, t)Transecto 3.6, u)Transecto 3.7.

9.1.7 Efectos de la urbanización en la diversidad de aves

Las regresiones lineales simples muestran la relación entre la diversidad aviar y las características evaluadas de la zona de estudio en 25 m² de muestra para cada transecto (Figura 11a-k). El análisis de regresión lineal múltiple indicó que las características de los sitios, en conjunto, no tienen efectos significativos sobre la diversidad de aves ($F = 1.37$; $p = 0.33$; $R^2 = 0.67$). Sin embargo, a nivel individual, la riqueza vegetal y el tamaño de los árboles tienen efectos positivos significativos en la diversidad de aves, mientras que la superficie de concreto tiene efectos negativos en esta diversidad (Cuadro 8). En el cuadro 9, se puede apreciar claramente la relación positiva o negativa de las variables de urbanización con la diversidad de aves (1-D).

Cuadro 8. Resumen estadístico de las regresiones lineales entre el inverso de la dominancia de Simpson (1-D) y las variables de urbanización (Especies depredadoras, riqueza vegetal, abundancia vegetal, etc.), se muestra la correlación de Pearson (r), la pendiente de la recta= β , la ordenada al origen= α , el valor de $p = p$, para cada regresión lineal, se resalta con rojo la correlación de Pearson más alta y con cuadros rojos aquellas variables que tuvieron alta relación positiva; con el valor de la pendiente (β) se aprecia la correlación positiva o negativa.

1-D vs	R	β	A	P
Especies depredadoras	0.335	0.0081	0.7962	0.137
Riqueza vegetal	0.749	0.0188	0.7523	0.000
Abundancia vegetal	0.103	0.0003	0.802	0.656
Número de árboles muertos	0.257	0.0229	0.8031	0.26
Número de árboles enfermos	0.057	0.0007	0.8064	0.804
Área de vegetación	0.056	0.0000	0.807	0.81
Área de concreto	-0.192	0.0000	0.8577	0.047
Número de personas	-0.031	0.0000	0.8234	0.901
Diámetro de los árboles (promedio)	0.217	0.0002	0.7976	0.3426
Follaje de los árboles (promedio)	0.069	0.00000	0.8065	0.7647
Altura promedio de los árboles	0.1361	7.6987	0.8053	0.5564

Cuadro 9. Según el coeficiente de correlación de Pearson, los valores más cercanos a 1, presentan una alta correlación positiva entre las variables independientes y la variable de respuesta.

	Variable	Interpretación basada en la correlación de Pearson (R)		
		Valor	Relación positiva	Relación negativa
A	Especies depredadoras	0.335	×	
B	Riqueza vegetal	0.749	×	
C	Abundancia vegetal	0.103	×	
D	Árboles muertos	0.257	×	
E	Árboles enfermos	0.057	×	
F	Área de vegetación	0.056	×	
G	Área de concreto	-0.192		×
H	Número de personas	-0.031		×
I	Promedio del diámetro del tronco	0.217	×	
J	Promedio del follaje de los árboles	0.069	×	
k	Promedio de la altura de los árboles	0.1361	×	

9.1.8 Regresión Lineal Múltiple

Se tomó en cuenta la riqueza ponderada para la regresión lineal múltiple, tomando en cuenta los p-valores, se determinó que la variable que tiene efecto estadísticamente significativo para la riqueza ponderada de la avifauna es la riqueza vegetal con un p-valor de 0.03, mientras que la depredación y el promedio de la altura de los árboles (DAP) no presentan efectos estadísticamente significativos con p-valores mayores a 0.05.

Cuadro 10. Resumen estadístico de la regresión lineal múltiple, resaltan los P-valores donde se ve claramente el efecto positivo de la riqueza vegetal y diámetro del tronco sobre la diversidad avifaunística del Parque Alameda Oriente.

		<i>Error</i>	<i>T</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Estimate</i>	<i>estandar</i>	<i>estadística</i>	<i>P-Valores</i>
CONSTANTE	-3.69492	2.49534	-1.48073	0.1770
Depredación	-0.00429293	0.016768	-0.256019	0.8044
Riqueza vegetal	0.0414381	0.0205738	2.45462	0.0397
Abundancia vegetal	-0.0021146	0.00232922	-0.90786	0.3905
Número de árboles muertos	-0.0888606	0.0596839	-1.48885	0.1749
Número de árboles enfermos	0.0115233	0.00864062	1.33362	0.2190
Perímetro total (m ²)	0.0852942	0.0477334	1.78689	0.1118
Área total (m ²)	-0.00699305	0.00378805	-1.84608	0.1021
Área de vegetación (m ²)	-0.000171309	0.00097286	-0.176088	0.8646
Área de concreto (m ²)	0.000611861	0.000402488	1.5202	0.1669
Promedio del diámetro del tronco	-0.000539747	0.000283756	-2.39254	0.0437
Promedio del follaje de los árboles	0.000296703	0.000557636	0.532073	0.6091
Promedio de la altura de los árboles	0.000016372	0.000065752	0.248993	0.8096

9.1.9 Análisis Canónico de Coordenadas Principales (CAP).

El análisis canónico de coordenadas principales presentó una diferencia significativa entre las correlaciones canónicas ($\Delta_1^2=0.93$, $P = 0.0097$). El primer eje explica el 32.234% de la variabilidad en la matriz de disimilitud original y está correlacionado positivamente con 0.96. El segundo eje (15.491%) está correlacionado positivamente con 0.93 (Cuadro 11). Las correlaciones positivas de las especies de aves con el eje 1 indican que la riqueza de depredadores dentro de las ciudades no son abundantes, y los pocos predadores que hay,

mantienen un equilibrio en la diversidad avifaunística, las negativas denotan que al menos, dentro del área de estudio, la extensión territorial de cada muestra con variables de urbanización no siempre benefician a la comunidad aviar. Al relacionar la riqueza de aves con el primer eje canónico se forman tres grupos (Fig.10) Las especies del grupo I (*Haemorhous mexicanus*, *Spinus psaltria*, *Quiscalus mexicanus*, *Molothrus aeneus*, *Melospiza fusca*, *Passer domesticus*, *Columbina inca*, *Turdus rufopalliatu*s, *Pyrocephalus rubinus* e *Hirundo rustica*), incrementan el número de individuos cuándo hay mayor riqueza y abundancia vegetal. En las especies del grupo II (*Anser anser*, *Ardea alba*, *Fulica americana*, *Anas platyrhynchos*, *Phalaropus tricolor*, *Gallinula galeata*, *Spatula clypeata*, *Butorides virescens*, y *Actitis macularius*), disminuye el número de individuos cuando son perturbadas las características de la vegetación como la altura de los árboles durante las labores de mantenimiento dentro de la zona tres. Y el grupo III está representado por especies que no se ven ni beneficiadas ni afectadas por las variables seleccionadas para este estudio.

Entre las más afectadas se encuentran: *Haemorhous mexicanus*, *Spinus psaltria*, *Quiscalus mexicanus*, *Molothrus aeneus*, *Melospiza fusca*, *Passer domesticus*, *Columbina inca*, entre otras (Cuadro 7, a). Las especies que tienen mayor afinidad a zonas urbanas son *Quiscalus mexicanus*, *Passer domesticus* y *Columbina inca*, éstas son consideradas especies generalistas según algunos autores (Nocedal 1987, Fernández-Juricic. 2000, Ramírez, 2000, Pajares. 2005, Blair. 1996, Clergeau *et al.* 1998). Sin embargo, la mayoría de las especies más beneficiadas son aves acuáticas y migratorias.

Cuadro 11. Variables de urbanización para la elaboración del Análisis Canónico de Coordenadas Principales; puede observarse que las variables que benefician a la avifauna del Parque Alameda Oriente son: Especies depredadoras, riqueza vegetal, número de árboles muertos, y promedio del DAP (Diámetro del Tronco a la altura del Pecho), por otro lado, las variables que afectan a la avifauna son: Perímetro y área total de la muestra, Perímetro de concreto, y el promedio de la altura de los árboles.

Ejes		
Variables	1	2
Especies depredadoras	0.43	0.50
Riqueza vegetal	0.10	0.27
Abundancia vegetal	0.00	-0.04
Número de árboles muertos	-0.22	0.04
Número de árboles enfermos	-0.33	0.13
Perímetro total de la muestra	-0.58	-0.41
Área total de la muestra	-0.57	-0.41
Perímetro de concreto	0.17	0.00
Área de concreto	-0.09	-0.04
Perímetro de vegetación	-0.39	-0.17
Área de vegetación	-0.51	-0.37
Promedio del DAP	-0.24	0.49
Promedio del follaje de los árboles	0.05	-0.27
Promedio de la altura de los árboles	-0.06	-0.48

Análisis Canónico de Coordenadas Principales

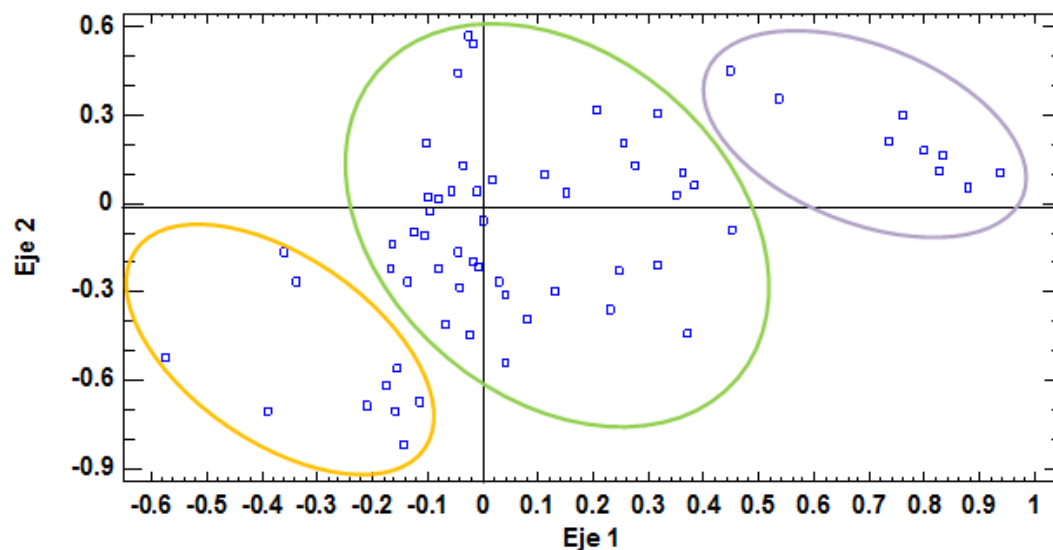


Figura 8. Diagrama de ordenamiento del CAP para ilustrar las correlaciones de las especies de aves con los dos primeros ejes del análisis canónico de la coordenada principales en los 21 transectos del Parque Ecológico Alameda Oriente, Ciudad de México.

Cuadro 12. a) especies más afectadas según el CAP, b) especies más beneficiadas según el CAP.

a)			b)		
Especie	Eje 1	Eje 2	Especie	Eje 1	Eje 2
Haemorhous mexicanus	-0.5721	-0.5234	Anser anser	0.4484	0.4513
Spinus psaltria	-0.3878	-0.704	Ardea alba	0.5357	0.3527
Quiscalus mexicanus	-0.1424	-0.821	Fulica americana	0.7346	0.2083
Molothrus aeneus	-0.1141	-0.6752	Anas platyrhynchos	0.7585	0.2999
Melospiza fusca	-0.1569	-0.7068	Phalaropus tricolor	0.7987	0.1764
Passer domesticus	-0.2103	-0.6882	Gallinula galeata	0.832	0.1604
Columbina inca	-0.177	-0.6148	Spatula clypeata	0.879	0.057
Turdus rufopalliatu	-0.1527	-0.5608	Butorides virens	0.9371	0.1018
Pyrocephalus rubinus	-0.3368	-0.2666	Actitis macularis	0.827	0.1088
Hirundo rustica	-0.3577	-0.1659			

10 Discusión de resultados

10.1 Riqueza específica.

Durante el estudio se registraron 84 especies (Cuadro 2) dentro del parque Alameda Oriente de las 316 reportadas por Del Olmo para la Ciudad de México (2006), lo que equivale al 26% de la avifauna presente en la ciudad; considerando que la zona de estudio ocupa el 0.04% superficial de la CDMX (INEGI, 2006) podría decirse que se tiene presente un alto porcentaje de la avifauna dentro del parque.

Muchos estudios que se desarrollaron en zonas urbanas demuestran que el número de árboles, la extensión territorial, la presencia de agua, cobertura vegetal e incluso la presencia de árboles muertos, determinan la variación en la abundancia, diversidad y riqueza avifaunística (Duarte, 2001; Ramírez, 2004; Cruz, 2016). En este sentido, la Alameda Oriente mantiene un estrato arbustivo y otro arbóreo, contenidos en una amplia superficie. Además, se localiza un lago artificial y árboles muertos que funcionan como perchas para algunas aves, por lo tanto, la zona de estudio mantiene las condiciones idóneas para distintas especies de aves.

Es posible que la alta riqueza específica del parque Alameda Oriente se deba a su ubicación, que es cercana a cuerpos de agua naturales y otros parques urbanos (Duarte, 2001; Ramírez, 2004; Cruz, 2016); también se debe considerar la proximidad de otras áreas verdes y recursos, que pueden ser aprovechados por las aves residentes y migratorias, pese a la presencia del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México “Benito Juárez”.

10.2 Abundancia avifaunística.

Las especies más abundantes dentro del parque (*Haemorhous mexicanus* y *Spatula clypeata*) son distintas entre sí, ya que presentan requerimientos diferentes. Para estas especies, la composición vegetal determina su presencia y

abundancia dentro del parque, tal como lo menciona Ramírez-González (2004) citando a Blair (1996): “*El tipo de recursos que las aves demandan, son variables y los cambios en una zona afectan la abundancia y distribución de las mismas*”. Bajo este mismo contexto, es posible explicar la presencia y abundancia de las demás especies dentro del parque.

Spatula clypeata (806 individuos), tiene una población residente dentro del parque de 50 a 100 individuos; sin embargo, su abundancia en la Alameda Oriente está sujeta a factores tales como época reproductiva y migración. En estos periodos, la población aumenta considerablemente, aunque disminuye cuando se realiza mantenimiento en la zona del lago (poda de herbáceas, reacomodo de plantas ornamentales y corte de ramas de árboles) la población se desplaza casi en su totalidad. Esto mismo ocurre con las demás especies de anseriformes, menos abundantes dentro del parque. Sin embargo, tiempo posterior al mantenimiento de la zona del lago, aumentan las poblaciones de especies del orden Pelecaniformes por ejemplo, *Egretta thula* y *Nycticorax nycticorax* (255 y 98 individuos respectivamente) es probable que organismos de los que estas aves se alimentan queden expuestos al perder la vegetación que les sirve de escondite, como las serpientes *Pituophis deppei* y *Thamnophis melanogaster* que suelen esconderse en el pasto alto semi inundado, de igual manera, los peces, sus alevines y las larvas de insectos presentes en el lago, se hacen más visibles, dando un ambiente propicio para este tipo de aves.

10.3 Especies por zona.

Los resultados indican que la zona 3 es el área que presenta mayor riqueza avifaunística; como se menciona en algunos estudios, al igual que en otros parques urbanos las aves de la Alameda Oriente se benefician de aquellos lugares donde la estructura vegetal es heterogénea, y predominan elementos que pueden ser aprovechados por las aves, por ejemplo, el *Himantopus mexicanus* que aprovecha la baja incidencia de depredadores y el estrato herbáceo dentro de zona 3 para anidar (Wylie, 1976; Mac Donald y Johnson, 1995). El enrejado que protege a las aves del contacto directo con las personas que visitan el lugar,

reduce el estrés que experimentan éstas dentro del lago, haciendo de esta zona un hábitat lo suficientemente idóneo para observar aves como: *Phalaropus tricolor* en los meses de Julio o en verano, cuando su distribución en México está marcada como transitoria o migrante en invierno (Berlanga, *et al.* 2015).

Por otra parte, el lago tiene peces, crustáceos, insectos, larvas de insectos e incluso serpientes (*Pituophis deppei* y *Thamnophis melanogaster*) (Fig. 10) que sirven como recursos a distintos gremios alimenticios de aves (Poulin *et al.*, 1994). Dado que en esta zona se encuentra una alta gama de recursos, es posible encontrar desde especies comunes de las ciudades (*Haemorrhous mexicanus*, *Passer domesticus*, *Quiscalus mexicanus*, *Columbina inca*, etc.) hasta especies especialistas como (*Hirundo rustica*, *Chaetura vauxi*, *Chordeilis acutipennis*, etc.)

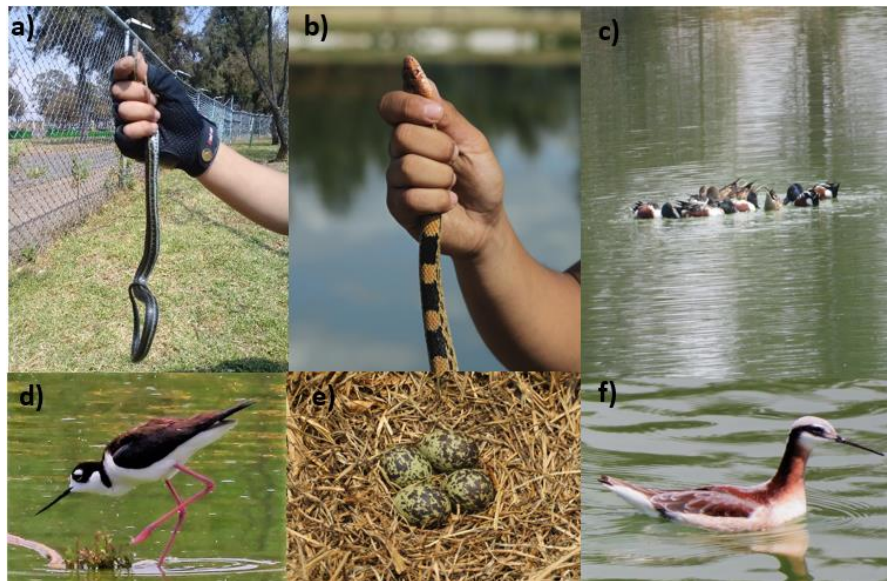


Figura 9. Aves y recursos de la zona 3; a) *Thamnophis melanogaster* junto a la cerca del lago, b) *Pituophis deppei* a un costado del lago en esclusa 4, c) parvada de *Spatula clypeata* alimentándose, d) *Himantopus mexicanus* buscando alimento, e) nido de *Himantopus mexicanus*, f) *Phalaropus tricolor* registrado con plumaje reproductivo en abril del 2016.

10.4 Índices de biodiversidad para el parque en general.

- **Simpson:** Este índice muestra la probabilidad de encontrar dos veces la misma especie en una muestra (Krebs 1985); dentro del parque, se obtuvo una dominancia de 0.06, esto significa que la dominancia es baja (Moreno 2001), lo que podría deberse a la alta riqueza de las aves migratorias y acuáticas presentes en la zona del lago (zona 3), cuyas abundancias varían según la época del año y la cantidad de recursos que encuentren.
- **Diversidad (1-D):** Dado que la diversidad es inversamente proporcional a la dominancia, con un valor de 0.93, la diversidad obtenida con el inverso de Simpson fue alta dentro del parque (Krebs 1985).
- **Números efectivos de Hill:** Los valores arrojados para cada estimador demuestran una alta diversidad dentro del parque.

10.5 Análisis de la diversidad por zona (Simpson, Diversidad, Coeficiente de Jaccard).

La zona 3, presenta la mayor diversidad dentro del parque (0.92), según lo observado durante el trabajo de campo, es la preferida por especies migratorias, acuáticas, residentes y generalistas; como se ha mencionado, esta zona cuenta con una cerca que limita el paso de personas, perros y gatos, tiene un lago artificial de 11.5 hectáreas que mantiene poblaciones de peces, anfibios, serpientes, artrópodos acuáticos y plancton que son aprovechados por las aves, así mismo, hay mayor riqueza vegetal nativa dentro de esta zona y es el conjunto de estos parámetros lo que hace la diferencia con la zona uno y dos.

La zona con mayor dominancia fue la zona 2 (0.14). Es común que dentro de zonas urbanas predominen aquellas especies más adaptadas a las ciudades y a la convivencia con el humano, sin embargo, la dominancia (Simpson) del parque fue baja. Si bien, hay altas abundancias de algunas especies citadinas (*Passer*

domesticus, *Haemorrhous mexicanus*, *Quiscalus mexicanus*), también es fácil encontrar altas poblaciones de aves migratorias de hasta más de mil individuos por lo que la diversidad del parque es alta.

10.6 Curvas de rango abundancia

Dentro de zona 1, las curvas de rango abundancia muestran la distribución de las especies para cada transecto, las más abundantes (*Passer domesticus*, *Myiopsitta monachus*, *Columbina inca* y *Quiscalus mexicanus*), son consideradas aves generalistas en algunos estudios (Nocedal 1987, Fernández-Jurícic, 2000, Ramírez. 2000, Pajares, 2005, Blair, 1996, Clergeau et al. 1998). Aunque en esta zona se cuenta con amplias extensiones de vegetación y 11 especies de árboles; es posible encontrar gran cantidad de estructuras y actividades antrópicas, que este tipo de aves aprovechan como recursos alimenticios y para anidación, además de que presentan alta tolerancia a la presencia humana.

Para zona 2, la especie más abundante en cuatro transectos es *Haemorrhous mexicanus*, y se mantiene en segundo lugar de abundancia dentro de otros dos transectos; se observó a esta especie alimentándose de semillas de *Casuarina equisetifolia*, y dentro de la zona se reportan áreas de monocultivo de esta especie de árbol, esto podría causar su alta abundancia. Por otra parte, otras especies abundantes en los transectos son: *Passer domesticus*, *Quiscalus mexicanus* e *Hirundo rustica*. Los transectos de esta zona presentan características similares en cuanto al estrato vegetal de la zona 1; sin embargo, gran parte de las zona dos está constituida por pastizales cercanos a los transectos, lo que permite a estas aves tener campo abierto para forrajear y atrapar insectos en vuelo.

En los transectos de la zona 3, las aves más abundantes fueron *Hirundo rustica*, *Gallinula galeata*, *Haemorrhous mexicanus*, *Egretta thula*, y *Nictycorax nictycorax*. El lago provee de recursos a las especies mencionadas, sin importar el grado de tolerancia a la presencia humana, un ejemplo es *Nictycorax nictycorax*

con una población abundante dentro de la de la isleta cuatro, donde casi no hay contacto visual con humanos.

Los parámetros cuantificados en La Alameda Oriente que favorecen principalmente la diversidad avifaunística son Riqueza y Abundancia vegetal, altura y diámetro de los árboles, la abundancia de árboles muertos, tal como se ha mencionado en algunos estudios donde se afirma que el tipo de vegetación y estratos vegetales favorecen a la comunidad aviar (Melles, 2003; Grajales *et al.*, 2009).

En la zona de estudio, la riqueza de especies depredadoras no afecta a la avifauna, principalmente debido a la abundancia de predadores; por lo tanto, a menor abundancia de depredación mayor diversidad avifaunística (Wylie, 1976; Mac Donald y Johnson, 1995).

10.7 Efectos de la urbanización en la diversidad de aves.

Los resultados del presente estudio indican que la diversidad alfa de aves en zonas urbanas, se relaciona positivamente con la riqueza y abundancia vegetal, esta observación ya había sido señalada por Chase *et al.*, (2006), MacGregor-Fors *et al.*, (2010) y Aronson *et al.* (2014). Otros estudios mencionan que la avifauna es afectada negativamente por la falta de vegetación nativa (Grajales2009). En la zona de estudio, la mayoría de la vegetación es introducida, sin embargo, dentro de la zona 3 se encuentran herbáceas estacionales, especies arbóreas y plantas suculentas nativas; estos factores podrían ser parte del por qué la zona 3 presenta mayor riqueza avifaunística. Se dice que las áreas urbanas afectan a las especies autóctonas y benefician a las especies aloctonas y autóctonas generalistas (Garden *et al.*, 2010), sin embargo, las ciudades generan distintos gradientes de urbanización y con ello, mosaicos de vegetación que asemejan microhabitads con recursos aprovechables por la fauna presente en el área, la avifauna también se beneficia con características del estrato arbóreo, generando preferencias por los distintos tipos de arbolado presente en las ciudades, en los que encuentran recursos como alimento (piciformes, passeriformes, trochiliformes, etc), refugio ante inclemencias del tiempo, materiales

para el nido, entre otros recursos (Pollak *et. all.*, 2018); las características que benefician a la avifauna del Parque Alameda Oriente son la altura, el diámetro del tronco y el follaje de los árboles, (con valores de correlación de Pearson de 0.13 y 0.21 respectivamente), también el número de árboles enfermos favorece a las aves pues les sirven como perchas para esperar a sus presas (aves carnívoras e insectívoras)

Las variables de vegetación que presentan un bajo impacto positivo en la ornitofauna son el follaje, número de árboles enfermos, y el área de vegetación. La baja incidencia de depredadores domésticos (perros y gatos) y depredadores naturales, resulta benéfica para la avifauna dentro del parque. Las variables que responden negativamente las aves son el área de concreto y el número de personas.

Por otra parte, el follaje de los árboles, el número de árboles enfermos y el área de vegetación para este estudio, benefician medianamente la presencia avifaunística, esto podría deberse a que mucha de la riqueza vegetal es exótica y fue posible detectar que tanto el área de m² de concreto como el número de personas afectan la diversidad aviar dentro del parque.

La **regresión lineal múltiple**, detectó que las variables con mayor efecto positivo en la diversidad avifaunística fueron la riqueza vegetal y el diámetro del tronco.

Las especies más afectadas según el **Análisis Canónico de Coordenadas Principales** son las más comunes dentro de las ciudades

11 Conclusiones.

- La riqueza y abundancia de árboles son los principales elementos que determinan la presencia de algunas especies de aves.
- El parque Alameda Oriente presenta una alta riqueza específica (84 especies) a pesar de encontrarse a un lado del aeropuerto internacional de la ciudad de México.
- La presencia de un cuerpo de agua artificial aporta recursos valiosos para la avifauna acuática, migratoria y residente.
- Cuando hay mayor grado de urbanización, la diversidad avifaunística se ve afectada negativamente dentro de la zona de estudio.
- La distribución de las aves dentro del parque está relacionada con los recursos que éstas necesitan.
- La cantidad de personas y de concreto, tienen efecto negativo sobre la diversidad de aves.

12 Bibliografía.

- Acevedo, W., L. R. Richards y J. T. Buchanan.** 1999. Analyzing land use change in urban environments. USGS Fact Sheet 188:99.
- Andersson, E.** 2006. Urban landscapes and sustainable cities. *Ecology and Society* 11:34.
- Anderson, M. J.** 2004. CAP Canonical Analysis of Principal Components Coordinates, A computer Program. University of Auckland. Auckland, New Zealand.
- Anderson, M. J.** 2004. CAP: a FORTRAN computer program for canonical analysis of principal coordinates. Department of Statistics. University of Auckland. New Zealand. 14pp.
- Allen, A. P., y R. J. O'Connor.** 2000. Interactive effects of land use and other factors on regional bird distributions. *Journal of Biogeography* 27:889–900.
- Base referencial mundial del recurso suelo,** 2007 FAO.
- Ballús, P.** 2015. Consultor Ciencias Naturales. (Eds.): Cuello J., García, Ó., Gassós D., Editorial LEXUS Barcelona España. pp. 132-157.
- Biadun, W.** 1994. The breeding avifauna of the parks and cementerios of Lublin (SE Poland). *Acta Ornitológica.* 1: 1–13.
- Bibby, C., N. Burgess y D. Hill.** 1993. *Bird Census Techniques.* Academic Press, Cambridge.
- Bojorges, B. J. C.** 2009. Amenazando la biodiversidad: Urbanización y sus efectos en la avifauna. Instituto de Recursos, Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Oaxaca, México. 39 :61–65.
- Burnham, K.P. y Overton, W.S.** 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* 60: 927–936.
- Casas, D., Fernández, G., Victoria-Almeida J., González, Ó., Luna, V., Magaña, P.** 2012. Evaluación de la calidad del agua en el lago del parque Alameda

Oriente (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. CDMX.

Colwell, R.k. 2013. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL<purl.oclc.org/estimates>

Chace, J.F., J.J. Walsh, 2006. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning* 74: 46-79.

Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43:783–791.

Chao, A. y T. J. Shen. 2010. Program SPADE (Species prediction and diversity estimation). <http://chao.stat.nthu.edu.tw>; ultima consulta,07.VII.2010

Chiarucci A., Enright N. J., Perry G. L., Miller B. P., y Lamont B. B. 2003. Performance of nonparametric species richness estimators in a high diversity plant community. *Diversity and distributions* 9:283-295

Climate-Data.Org, clima de la delegación Venustiano Carranza Ciudad de México. Disponible: consultado en 2018.

Croci S, Butet A, Clergeau P. 2008. Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits? *Condor*. 2: 223–240.

Cruz, N.A. 2016. Composición y comportamiento de la avifauna acuática del parque Tezozómoc, Distrito Federal, México. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, DF., México.

Del Olmo, G., Roldán, E., Domínguez, E., Bain, J., Davis, A., Pérez, R. 2013. *Aves Comunes De La Ciudad de México*. 2^{da} edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México. México.

- Duarte, M.T.** 2001. Caracterización de la Comunidad de Aves de la UNAM Campus Iztacala. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, DF., México.
- Fernández, G. R.** 2002. Guía práctica de aves de España. [En línea:] <http://www.mundofree.com/carferg/aves/portada.htm> Consultado en 2018
- Freeman, C., & Buck, O.** 2003. Development of an ecological mapping methodology for urban areas in New Zealand. *Landscape and Urban Planning*, 63: 161–173.
- Fuller, R. A, Tratalos, J., & Gaston, K. J.** 2009. How many birds are there in a city of half a million people? *Diversity and Distributions*, 15: 328–337.
- Gaceta Oficial del GDF.** 2006. Décimo sexta época No.16. Alameda Oriente, D.F.
- Garden, J. G.; C. A. Mcalpine & H. P. Possingham.** 2010. Multi-scaled habitat considerations for conserving urban biodiversity: native reptiles and small mammals in Brisbane, Australia. *Landscape Ecology* 25: 1013-1028.
- Godínez E.** 2006. Aves y aeronaves, Riesgos y Peligro. (Eds.): Castillo C., Delgado J., Morai A., Sánchez J., Ventocilla J., Zambrano R., Editorial Universal books República de Panamá, Panamá.
- González-Oreja J., Bonache C., Buzo D., De La Fuente, A., Hernández L.** 2007. Caracterización Ecológica De La Avifauna En Los Parques Urbanos De La Ciudad De Puebla (México). *Ardeola* 1: 53–67
- Graham, M. H.** 2003. Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. *Ecology* 84: 2809–2815.

- Grajales K., Nocedal J., López C.** 2009. Efecto de la Urbanización sobre la estructura de la comunidad de aves en la ciudad de Durango, Durango. México.
- Hammer. O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D.** 2001. PAST : Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1) : pp 9
- Howell, S. N. G. y S. Webb.** 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America.* Oxford University Press, Nueva York.
- Jiménez S., M.** 1988. Diagnóstico ecológico de las áreas verdes de la Delegación Cuauhtémoc, D.F. (Tesis de licenciatura), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Kluza, D.A., Griffin, C.R., y DeGraaf, R.M.,** 2000. Housing developments in rural New England: effects on forest birds. *Anim. Conserv.* 3: 15–26.
- Krebs, C.** 1985. *Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia.* 2ª ed. Harla. México, D. F. Pp. 753.
- Lee, S. M. y A. Chao.** 1994. Estimating population size via sample coverage for close capture-recapture models. *Biometrics* 50: 88–97.
- Luniak, M.** 2004. Synurbization - adaptation of animal wildlife to urban development. En, W. W. Shaw, L. K. Harris y V. Larry (Ed.): *Proceedings of the 4th International Symposium on Urban Wildlife Conservation*, pp. 50–53. School of Natural Resources, College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona. Tucson.

- Major, R.E., Gowing, G., Kendal, C.E.**, 1996. Nest predation in Australian urban environments and the role of the Pied Currawong, *Strepera graculina*. Australian Journal of Ecology. 21: 399–409.
- Manhaes, M.A. y A.L. Ribeiro.** 2005. Spatial distribution and diversity of bird community in an urban area of southeast Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology 48:285–294.
- Marzluff, J. M., R. Bowman, y R. E. Donnelly.** 2001. A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. P 1–18, En: Avian conservation and Ecology in an Urbanizing World, Marzluff, J. M., R. Bowman, and R. E. Donnelly (eds.). Kluwer Academic Publishers. New York. USA.
- MacDonald DW, Johnson PJ.** 1995. The relationship between bird distribution and the botanical and structural characteristics of hedges. Journal of Applied Ecology 32: 492-505.
- MacGregor–Fors, I., R. Ortega–Álvarez and J. E. Schondube.** 2009. On the ecological quality of urban systems: an ornithological perspective. In Urban planning in the 21st century, D. S. Graber and K. A. Birmingham (eds.). Nova Science Publishing, New York. p. 51–66.
- MacGregor–Fors, I., L. Morales–Pérez and J. Schondube.** 2011. Does size really matter? Species–area relationships in human settlements. Diversity and Distributions 17: 112–121.
- MacGregor–Fors, I., Schondube, J.** 2012. Urbanizando la naturaleza: Cambios en las comunidades de aves asociadas con asentamientos humanos pequeños Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 477–486

- Magurran, A.E.**, 2003. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing, Oxford, pp. 260.
- Mckinney, M. L.** 2002. Urbanization, biodiversity and conservation. *BioScience* 52: 883– 890.
- Melles, S.; Glenn, S. y Martín, K.** 2003. Urban bird diversity and lanscape complexity: Species-environment associations along a multiscale habitat gradient. *Conservation Ecology* 1: 5.
- Montesino, G.L.** 2013. Edad y crecimiento de *Girardinichthys viviparus* en el lago urbano de la Alameda Oriente, D. F. Tesis de licenciatura. Biología. UNAM. México.
- Navarro, A. G.** 1994. La sistemática ornitológica en México: posibilidades y limitaciones. *In* Taxonomía Biológica, J. Llorente e I. Luna (comps.). Ediciones Científicas Universitarias, UNAM-Fondo de Cultura Económica, México. p. 471-483.
- Navarro–Sigüenza, A.G., R. Ortiz–Pulido y A.T. Peterson.** 2008. Un panorama breve de la historia de la ornitología Mexicana. *Ornitologia Neotropical* 19:367–380.
- Navarro-Sigüenza, A., Rebón-Gallardo, Ma., Gordillo-Mártínez, A. Townsend, A., Berlanga-García, H. y Sánchez-González, L.** 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 476–495
- Ortega-Álvarez, R., y I. MacGregor-Fors.** 2009. Living in the big city: effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. *Landsc. Urban Plann.* 90: 189– 195.
- Ortega-Álvarez, R., y I. MacGregor-Fors.** 2011. Dusting-off the file: a review of knowledge on urban ornithology in Latin America. *Landsc. Urban Plann.* 101: 1–10.

Poague, K.L., Johnson, R.J., Young, L.J., 2000. Bird use of rural and urban converted railroad rights-of-way in southeast Nebraska. *Wildl. Soc. B* 28: 852–864.

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. (2011). Diagnóstico Fitosanitario del Arbolado del Parque Alameda Oriente. Disponible en: http://www.paot.mx/transparencia/2012/primer_trimestre/Fraccion_10/estudios_2011_spa/EsPA_03_2011_Alameda_Oriente.pdf, consultado en 2018.

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. 2011. Informe de gestión a Diciembre 2011 (Estimación de cierre anual). Disponible en: http://www.paot.org.mx/quees/consejo/cuadragesima/INFORME_DICIEMBR E.pdf, consultado en 2018.

POULIN, B., LEFEBVRE, G. & MCNEIL, R. 1994. Characteristics of feeding guilds and variation in diets of birds species of three tropical sites. *Biotropica* 26: 187-197.

Ralph, C. J., G. R. Geupel., P. Pyle., T. E. Martin., D.F.Desanle y B.Mila. 1994. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report, Albany: Pacific Southwest Station, Forest Service, US Department of Agriculture. U.S.A.

Ramírez, M., Ramírez, P. 2004. “Estudio avifaunístico del Deportivo 18 de Marzo, Delegación Gustavo A. Madero, México, D.F.”(Tesis de licenciatura) Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, México.

Rojas, E., 2004. Los desafíos de un continente urbano: La acción del BID en desarrollo urbano. Washington, D.C., Banco de Desarrollo Interamericano, p. 60.

Romero, A., Herrero L., Pérez S., Torres C. 2014. Diversidad y abundancia de aves en relación a un gradiente de urbanización en la ciudad de Sucre, Bolivia. Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Facultad de Ciencias Agrarias, Sucre, Bolivia. Pp. 264

Rzedowski, G., Rzedowski, J., 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C., Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán.

Sala, O.E., Chapin, I.F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.H., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Leroy Poff, N., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 5459: 1770–1774.

Savard, J., Clergeau, P. y Mennechez, G. 2000. Biodiversity concepts and ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 48:131–142.

Secretaria de Obras y Servicios del Distrito Federal. 2005. Disponible en: <http://www.alamedaoriental.df.gob.mx/historia/index.html>

Smith E, van Belle G. 1984. “Nonparametric Estimation of Species Richness.” *Biometrics*, 40: 119–129.

Stat Soft, Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system). Version 7. [www. Statsoft.com](http://www.Statsoft.com).

Wylie, I., 1976. The bird community of an English parish. *Bird Study* 23: 39-50.

Zavala-Ordaz, V., L. 2013. Caracterización de hábitat de anidación de *Myiopsitta monachus* y su interacción con la comunidad de aves en localidades del valle de México. Tesis (Biología) Facultad de Estudios Superiores Iztacala Unam.