



---

---

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Facultad de Estudios Superiores Iztacala**

**COMPOSICIÓN Y COMPORTAMIENTO DE LA AVIFAUNA  
ACUÁTICA DEL PARQUE TEZOZÓMOC, DISTRITO FEDERAL,  
MÉXICO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO

PRESENTA:

**Ariadne Reyna Cruz Nava**

Directora de Tesis:

Dra. Patricia Ramírez Bastida

Sinodales:

Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga

M. en C. Atahualpa Eduardo De Sucre Medrano

M. en C. Deyanira Etaín Varona Ganiel

M. en C. Rodolfo García Collazo



Los Reyes Iztacala, Estado de México, 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

Existen personas en nuestras vidas que nos hacen felices por la simple casualidad de haberse cruzado en nuestro camino. Algunas recorren todo el camino a nuestro lado, viendo muchas lunas pasar, más otras apenas las vemos entre un paso y otro. A todas las llamamos amigos y hay muchas clases de ellos.

Jorge Luis Borges

# Agradecimientos.

A la Dra. Patricia Ramírez Bastida por ser la persona que ha recorrido este largo camino a mi lado, lleno de cambios e incertidumbre pero siempre contando con su amistad, paciencia interminable, sabios consejos, apoyo incondicional, frases inolvidables. Gracias por inspirarme con su pasión por la biología y darme la confianza de saltar del nido y cambiar mi vida buscando nuevos caminos aprendiendo cada vez más del increíble mundo de la Biología y las aves.

A la Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga por su apoyo, su guía y consejos.

Al M. en C. Atahualpa Eduardo De Sucre Medrano por su tiempo y sus enseñanzas.

A la M. en C. Deyanira Etaín Varona Ganiel por sus observaciones y correcciones.

Al M. en C. Rodolfo García Collazo por sus observaciones y correcciones.

Al Biol. Peter Michael Mueller Meier por su pasión, dedicación y por enseñarme las bases de una valiosa herramienta para mi carrera y uno de mis pasatiempos favoritos.

Al M. en C. Ángel Durán Díaz por su ayuda en la elaboración de los análisis estadísticos.

A las autoridades del parque por brindar información sobre la remodelación del parque.

A los vecinos y visitantes del parque, por el interés mostrado durante el estudio y sus valiosos comentarios e información proporcionada.

# Dedicatoria.

A mi padre.

Por aprender los nombres científicos de las aves y acompañarme en este viaje que empecé hace mucho tiempo, gracias por tu paciencia y apoyo.

A mi madre:

Por su interés, estar siempre a mi lado y brindarme su apoyo durante todo este tiempo.

A mi hermano:

Por estar conmigo, escucharme y aumentar el número de futuros biólogos en la familia.

A Veronica y Viridiana:

Por ser mis hermanitas mayores, por escucharme y ser un ejemplo para mí.

A Lili Main Rosas, Lucesita Castelán Paredes, Joselyn Santiago Ramírez, Jonathan De la Cruz Torres, Mauricio Saucedo Martínez, Armando Guzmán Zaragoza y Alex Guerrero Sánchez:

Por todos los momentos que hemos pasado juntos, todas las historias, la alegría, la tristeza, las aventuras y por estar ahí cada que necesitaba un consejo urgente, un abrazo, palabras de aliento, una forma divertida de estudiar, bailar, cantar, simplemente por estar conmigo durante todos estos años.

# Índice

---

Agradecimientos.....	2
Dedicatoria.....	3
Resumen.....	1
Introducción.....	3
Antecedentes.....	5
Estudios a nivel internacional.....	5
Estudios en el Valle de México.....	6
Objetivos generales.....	8
Objetivos particulares.....	8
Área de Estudio.....	9
Métodos.....	11
Trabajo de campo.....	11
Análisis.....	13
Comparación de la avifauna.....	14
Riqueza específica.....	14
Especies acumuladas.....	14
Estacionalidad.....	14
Abundancia.....	15
Abundancia relativa.....	15
Frecuencia.....	15
Frecuencia relativa.....	16
Diversidad.....	16
Equitatividad.....	16
Dominancia.....	16
Kruskal-Wallis.....	17
Variación de especies entre conteos.....	17
Influencia de las actividades humanas.....	17
Relaciones intra- e inter-específicas.....	17
Actividad reproductiva de las aves.....	17
Cambios en la zona.....	17

<b>Resultados</b> .....	<b>18</b>
<b>Cambios en la zona</b> .....	<b>18</b>
<b>Riqueza específica</b> .....	<b>22</b>
<b>Comparación de la avifauna</b> .....	<b>23</b>
<b>Especies acumuladas</b> .....	<b>25</b>
<b>Estacionalidad</b> .....	<b>25</b>
<b>Abundancia relativa</b> .....	<b>26</b>
<b>Frecuencia relativa</b> .....	<b>27</b>
<b>Diversidad y equitatividad</b> .....	<b>28</b>
<b>Dominancia</b> .....	<b>29</b>
<b>Variación de especies entre conteos</b> .....	<b>30</b>
<b>Influencia de las actividades humanas</b> .....	<b>36</b>
<b>Suministro de alimento</b> .....	<b>36</b>
<b>Actividades de los visitantes</b> .....	<b>38</b>
<b>Actividad de lanchas y botes de remos</b> .....	<b>45</b>
<b>Relaciones intra- e inter-específicas</b> .....	<b>45</b>
<b>Actividad reproductiva de las aves</b> .....	<b>48</b>
<b>Discusión</b> .....	<b>50</b>
<b>Cambios en la zona</b> .....	<b>50</b>
<b>Riqueza específica</b> .....	<b>50</b>
<b>Comparación de la avifauna</b> .....	<b>51</b>
<b>Estacionalidad</b> .....	<b>51</b>
<b>Abundancia relativa</b> .....	<b>52</b>
<b>Frecuencia relativa</b> .....	<b>52</b>
<b>Diversidad</b> .....	<b>53</b>
<b>Variación de especies entre conteos</b> .....	<b>53</b>
<b>Influencia de las actividades humanas</b> .....	<b>55</b>
<b>Suministro de alimento</b> .....	<b>55</b>
<b>Actividad de lanchas, botes de remos, bicicletas y tren turístico</b> .....	<b>57</b>
<b>Relaciones intra- e inter-específicas</b> .....	<b>58</b>
<b>Actividad reproductiva de las aves</b> .....	<b>59</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>60</b>

<b>Recomendaciones.</b> .....	<b>62</b>
<b>Literatura citada.</b> .....	<b>64</b>
<b>Anexos.</b> .....	<b>70</b>
<b>Anexo 1.</b> .....	<b>70</b>
<b>Anexo 2.</b> .....	<b>72</b>

# Resumen.

El proceso de urbanización en el Valle de México modificó y alteró los humedales naturales surgiendo la necesidad de mitigar su pérdida mediante humedales artificiales que sirvan como hábitats para las aves acuáticas. El análisis de los cambios en la composición y número de especies a nivel de ciudad, permite entender la respuesta de la biodiversidad al proceso de urbanización. El parque Tezozómoc constituye un hábitat en medio de la mancha urbana donde los visitantes realizan diversas actividades recreativas como el tren rodante eléctrico, pista de patinaje, ciclopista, lanchas y la alimentación de los patos del lago. Para evaluar la conducta de la avifauna acuática como respuesta a las actividades humanas se realizaron 67 muestreos semanales de noviembre de 2011 a diciembre de 2012. Al inicio de cada muestreo se registró la distribución y abundancia de la avifauna, se realizaron tres repeticiones el mismo día para evaluar el efecto de las actividades realizadas por los visitantes del parque. Se registraron 31 especies distribuidas en 19 géneros, 6 familias y 5 órdenes. El orden mejor representado fue Anseriformes (18 especies), seguido de Pelecaniformes (6), Gruiformes (3), finalmente Podicipediformes (2) y Charadriiformes (2). Se observaron diferencias significativas entre el número de aves acuáticas registradas entre semana y en fin de semana y para el número de aves registradas entre las tres repeticiones del conteo inicial. Aunque se cuenta con poca información sobre los efectos que tiene la comida “humana” para las aves, se observó que el suministro de alimento a la avifauna por humanos casi siempre resultó en un cambio de los patrones de conducta naturales a nivel individuo. Un total de 12475 individuos de 16 especies consumieron alimento “humano” proporcionado por los visitantes y 719 individuos consumieron alimento balanceado proporcionado por el parque. La mayor cantidad de aves (5235) comieron bolillo, proporcionado por los vecinos (50 a 90 piezas cada 4 ó 5 días), seguido de frituras (4040) y tortillas (1134). El número de personas que proporcionaron alimento fue 4801, la mayoría en grandes grupos durante los fines de semana. Todas las especies domésticas y las especies migratorias *Anas clypeata*, *Anas discors* y *Fulica americana* aprovecharon el alimento proporcionado por los visitantes. Se registraron 493 eventos de interacciones agonísticas entre las especies que hacían uso del lago y sus alrededores. Las especies más agresivas fueron *Anas platyrhynchos diazi* (157 interacciones), *Fulica americana* (114) y *Anser anser* (86). Las principales conductas de agresión fueron picotazos y aleteos (303) y persecución y aleteos (184). “Los patos de diferentes formas y tamaños” son la principal atracción de los visitantes que acuden al parque a relajarse, caminar y estar en contacto



con la naturaleza. El deseo de “ayudar” y la falta de información de los visitantes permiten que en el futuro la actividad de alimentación de avifauna tenga un impacto positivo en las especies migratorias complementando otras fuentes de alimento y evitando la creación de trampas ecológicas.



# Introducción.

Los humedales de la ciudad de México y municipios conurbados son sitios de invernada y de paso migratorio para una gran variedad de aves del Neártico, su importancia radica en la alta riqueza de especies de aves acuáticas y semiacuáticas que mantienen, incluso comparada con la riqueza que presentan los cuerpos de agua naturales de otras partes del mundo (Ramírez-Bastida *et al.*, 2011; Ayala-Pérez *et al.*, 2013).

El proceso de urbanización a nivel mundial y en el Valle de México modificó y redujo de forma significativa los humedales naturales (Kushlan *et al.*, 2002; Murray y Hamilton, 2010). Los hábitats acuáticos creados o modificados por el ser humano que incluyen islas, reservorios, represas en ríos, instalaciones para acuacultura y humedales artificiales proveen hábitats de importancia para las aves acuáticas (Kushlan *et al.*, 2002; White y Main, 2005; Murray *et al.*, 2013).

Los ambientes artificiales no siempre brindan los recursos necesarios para mantener poblaciones viables y en algunos casos pueden presentar riesgos para la avifauna (White y Main, 2005; Murray y Hamilton, 2010). Los organismos utilizan pistas para evaluar la calidad del hábitat, cuando ocurren cambios antropogénicos, las pistas antes confiables pueden llevar a una conducta mal adaptativa que impida evaluar la verdadera calidad del hábitat creando trampas ecológicas (Robertson y Hutto, 2006).

Las relaciones ecológicas en los ecosistemas perturbados por la acción del hombre han sido poco estudiadas, esta tendencia dificulta el manejo y entendimiento de los ecosistemas antropogénicos (Martin *et al.*, 2012b). Una herramienta para monitorear la respuesta de la biodiversidad al proceso de urbanización es el análisis de los cambios en la composición y número de especies a nivel de ciudad y la conducta de los individuos (Gómez de Silva y Oliveras de Ita., 2002; Kowarik, 2011).

Los parques y reservas en zonas urbanas permiten estudiar las relaciones de las comunidades con los cambios hechos por el hombre, que incluyen la modificación de la vegetación, reducción del hábitat, introducción de especies exóticas, cambios en alimentación, interacciones competitivas y perturbación de visitantes (Villafranco, 2000; Chace y Walsh, 2006).



Las actividades recreativas que desarrollan los visitantes pueden alterar la distribución y la conducta de la avifauna, al incrementar el tiempo de vigilancia y disminuir el tiempo de forrajeo, este esfuerzo puede afectar la condición corporal de los individuos y reducir la sobrevivencia especialmente durante la temporada de migración (Fernandez-Juricic *et al.*, 2001; Chace y Walsh, 2006). Aunque en algunos casos las aves pueden acostumbrarse a cierto grado de perturbación humana (Weller, 1999; Traut y Hostetler, 2003; Chace y Walsh, 2006).

Las poblaciones de aves están directamente influenciadas por la cantidad y calidad disponible de hábitat de forrajeo (White y Main, 2005). La alimentación de la fauna es una actividad que ha ganado mayor popularidad en los últimos años. Esta práctica se divide en alimentación de fauna en jardines privados y alimentación en lugares públicos como reservas o parques (Chapman y Jones, 2009).

El suministro de alimento a la avifauna por humanos casi siempre resulta en un cambio de los patrones de conducta naturales a nivel individuo (Orams, 2002). Aunque una de las formas más populares de interacción con la fauna es la alimentación de patos en lagos urbanos, se cuenta con poca información sobre los efectos que tiene la comida de origen antropogénico sobre los individuos (Chapman y Jones, 2011; Jones, 2011).

Dentro de las razones por las cuales las personas alimentan a la fauna se encuentran el bienestar que proporciona a los visitantes el contacto con la fauna, una forma de revertir los impactos negativos que realiza el ser humano sobre el ambiente y como actividad educativa (Chapman y Jones, 2009).

Las futuras poblaciones de aves acuáticas dependerán de las características de los lugares urbanizados para proveer un hábitat adecuado (White y Main, 2005; Murray y Hamilton, 2010). El parque Tezozómoc constituye un hábitat en medio de la mancha urbana para las especies de aves que se han logrado adaptar (Villafranco, 2000). Dentro del parque se presenta una actividad humana intensa, ya que cuenta con lanchas, tren rodante eléctrico, pista de patinaje, ciclopista y áreas para práctica de deportes, clases de baile y teatro al aire libre (Ramírez-Bastida, 2000).



# Antecedentes.

## Estudios a nivel internacional

La mayor parte de los estudios de aves en áreas urbanas se enfocan en el orden Passeriformes en hábitats terrestres, los estudios de aves acuáticas en Norteamérica se concentran en marismas, pantanos y en ambientes no urbanos en Estados Unidos y Europa (Marzluff *et al.*, 2001; Traut y Hostetler, 2004). El gradiente de urbanización en los humedales urbanos y las especies que hacen uso de estos ecosistemas ha sido poco estudiado (Richter y Azous, 2001, 2010).

El incremento de la población humana, la urbanización, el manejo del agua, el drenaje, el sedimento del lodo y el empleo de los cuerpos de agua para la industria y la agricultura se refleja en la pérdida del 50% de los humedales naturales a nivel mundial (Weller, 1999; Richter y Azous, 2001, 2010; Kushlan *et al.*, 2002; White y Main, 2005; Pineda-López, 2011; Murray *et al.*, 2013).

Los humedales artificiales inicialmente fueron creados con diversos propósitos como el almacenamiento de agua, control de inundaciones, acuacultura, tratamiento de agua, manejo de avifauna, actividades recreativas y con fines paisajísticos (White y Main, 2005). Desde fines del siglo XX estos humedales comenzaron a utilizarse para mitigar la pérdida y degradación del hábitat, en zonas urbanas proporcionan un hábitat alternativo para las aves acuáticas. Esta tendencia del uso de los humedales artificiales funciona cuando tienen una calidad equivalente o mayor a la del humedal natural (White y Main, 2005; Ma *et al.*, 2010; Murray *et al.*, 2013).

La disponibilidad de una gran cantidad de recursos alimenticios y los cambios en los humedales por efecto de la urbanización pueden alterar el comportamiento de las especies, modificar la abundancia, fecundidad, migración, sobrevivencia, relaciones intra e inter específicas y modificar el tamaño de las poblaciones (Richter y Azous, 2010; Martin *et al.*, 2012a).



## Estudios en el Valle de México

La Ciudad de México está ubicada en una cuenca endorreica caracterizada por una gran riqueza biótica que se debe a su topografía, clima y diversidad de suelos. Las aves son un componente muy importante de la fauna, cerca de 300 especies de aves utilizan la zona metropolitana de la Ciudad de México, a pesar de las condiciones ambientales (Peterson y Navarro-Sigüenza, 2006; Pisanty *et al.*, 2009; Meléndez-Herrada *et al.*, 2013).

Los humedales del interior de México proporcionan hábitats y recursos necesarios para aves residentes y una gran variedad de aves acuáticas y terrestres de paso migratorio que utilizan el corredor migratorio del centro cruzando la meseta central del país (Pérez-Arteaga y Gaston, 2004; Pineda-López, 2011; Ayala-Perez *et al.*, 2013). Estas importantes rutas migratorias se ven afectadas por contaminación del agua y destrucción de fuentes de alimentación (Johnsgard, 2010).

En México el valor socioeconómico de las aves acuáticas migratorias por sus concentraciones, diversidad de especies y su empleo como indicadores de la calidad de los humedales ha llevado a la participación en convenios internacionales para la conservación de las especies y sus poblaciones (SEMARNAT, 2008; Rocha *et al.*, 2009).

Los estudios realizados sobre aves acuáticas en el Valle de México han ido en aumento, se cuenta con información básica como aspectos poblacionales, pérdida de hábitat y movilidad para algunas especies pero se desconocen los hábitos alimenticios (Colón-Quezada 2009; Pineda-López, 2011).

Los estudios más recientes sobre cuerpos de agua del Valle de México abordaron los inventarios de aves, la distribución, uso de los humedales (Ramírez-Bastida, 2000; Villafranco, 2000; Aguilar, 2009; Sánchez, 2010; Ayala-Pérez *et al.*, 2013) y estiman distribuciones empleando el modelo de nichos (Ramírez-Bastida *et al.*, 2008). En otros estudios se menciona la distribución diferencial de especies en distintos estratos del humedal analizando el efecto de la actividad humana sobre la avifauna (Sánchez, 2010) y la movilidad de algunas aves locales entre humedales en las zonas urbanas y suburbanas del noroeste de la Ciudad de México como la Presa Madín, el Espejo de los Lirios y el Parque Tezozómoc (Ramírez-Bastida, 2000).

Para el parque Tezozómoc, Villafranco (2000) registró 22 especies acuáticas, con mayor riqueza durante la temporada de Otoño-Invierno. Se determinaron los parámetros ambientales del lago, determinando que el agua es templada, dura, alcalina y somera donde



se desarrolla y reproduce *Poecilia reticulata* (Elías-Fernández *et al.*, 2006.), se estudiaron las especies de Corixidos y su variación (Contreras-Rivero *et al.*, 2005) observando un aumento en su abundancia en las zonas donde se alimentaban las aves.

Se determinaron las principales actividades humanas que pueden influir en las comunidades bióticas del lago, se identificó a *Anas platyrhynchos diazi*, *Anas clypeata* y *Anas platyrhynchos* domésticos como las especies que tienen mayor relación con las actividades humanas como el suministro de desperdicios y se identificó que las especies *Bubulcus ibis*, *Egretta thula*, *Butorides virescens*, *Anas discors* y *Oxyura jamaicensis* no toleran la presencia humana (Contreras y Rivera, 2003).

De septiembre de 2003 a agosto de 2004 se estudió la composición y dinámica del fitoplancton del lago Tezozómoc, se midieron los parámetros de pH, oxígeno disuelto, conductividad, clorofila y nutrimentos (Oliva *et al.*, 2008) encontrando un estado hipertrófico en el lago.

Debido a su importancia como hábitat para las aves tanto residentes como migratorias de invierno, el presente estudio permite conocer su situación actual y el comportamiento de la avifauna como respuesta a las actividades humanas.



# Objetivos generales.

Conocer la situación actual y el comportamiento de la avifauna del parque Tezozómoc.

## Objetivos particulares.

- Actualizar el inventario de las especies y compararlo con estudios previos.
- Establecer la riqueza específica, abundancia y frecuencia relativa, diversidad, equitatividad y dominancia de las aves acuáticas.
- Conocer el efecto de la actividad humana sobre su comportamiento.
- Registrar las relaciones intra- e inter-específicas de las aves en el humedal.



# Área de Estudio.

El parque Tezozómoc se ubica entre las coordenadas 19° 29' 05" de latitud norte y 99° 12' 36" de longitud oeste, a una altura de 2250 msnm (INEGI, 1988). Se encuentra en el norte del Distrito Federal, al noroeste de la Delegación Azcapotzalco, colinda al norte y noroeste con el Municipio de Tlalnepantla y en dirección oeste con Naucalpan (D.D.F., 1998).

El parque presenta una superficie artificial formada por montículos con una altura entre 3 – 7 m rellenos con material de desperdicio, principalmente cascajo proveniente de las obras del metro Líneas 6 y 7, con los cuales se emulan las serranías que rodean el Valle de México (Villafranco, 2000).

La superficie del parque en su mayoría está cubierta por áreas verdes, en total 200 000m<sup>2</sup>, constituidos por tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. El primero, representado únicamente por pasto. Los árboles tienen especies nativas como: Cedro blanco o Ciprés (*Cupressus lindleyi*), Fresno (*Fraxinus rudhei*), Colorín (*Erythrina coralloides*), Sauce ahuejote (*Salix bonplandiana*), Pino radiata (*Pinus patula*) y Yuca (*Yucca elephantipes*). Las especies introducidas están representadas por árboles como Sauce llorón (*Salix babylonica*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Álamo (*Populus deltoides*), Pino piñonero (*Pinus teocote*), Acacia (*Senna didymobrotrya*), Pirul (*Schinus molle*), Palma (*Phoenix canariensis*) y Palma abanico (*Washingtonia robusta*). La distribución y cobertura de cada una de estas especies varía dentro del parque (Villafranco, 2000).

Los arbustos y setos abarcan una superficie de 20 000m<sup>2</sup>. La principal cobertura es de Piracanto (*Pyracantha coccinea*), Bambú (*Plejoblastus simonii*), Rosa laurel (*Nerium oleander*) y Rosal (*Rosa* sp). Otras especies son el Clavo (*Pittosporum tovara*), Trueno, Verónica, Bog arrayan, Emerocali, Santolina, Junipero horizontal, Tulia dorada o verde y Panpagras. Dentro del lago, existe sólo una especie acuática: el Papiro (*Cyperus papyrus*) (Villafranco, 2000), del cual actualmente hay dos pequeños macizos, uno cerca de las oficinas del parque zona 1 y en la zona 2 (Fig. 1).

El lago se ubica en la parte central del parque, tiene una superficie de 17 000m<sup>2</sup> y una capacidad de 38 000 m<sup>3</sup>. Su forma semeja lo que fue el gran lago del Valle de México, incluyendo el islote de Tenochtitlan. La profundidad mínima es de 50 cm y la máxima de 2.20 m (D.D.F., 1998). El agua que abastece al parque proviene de la Planta de Tratamiento "El Rosario", el abastecimiento es diario a razón de 6 l/seg (Villafranco, 2000) (Fig. 1).



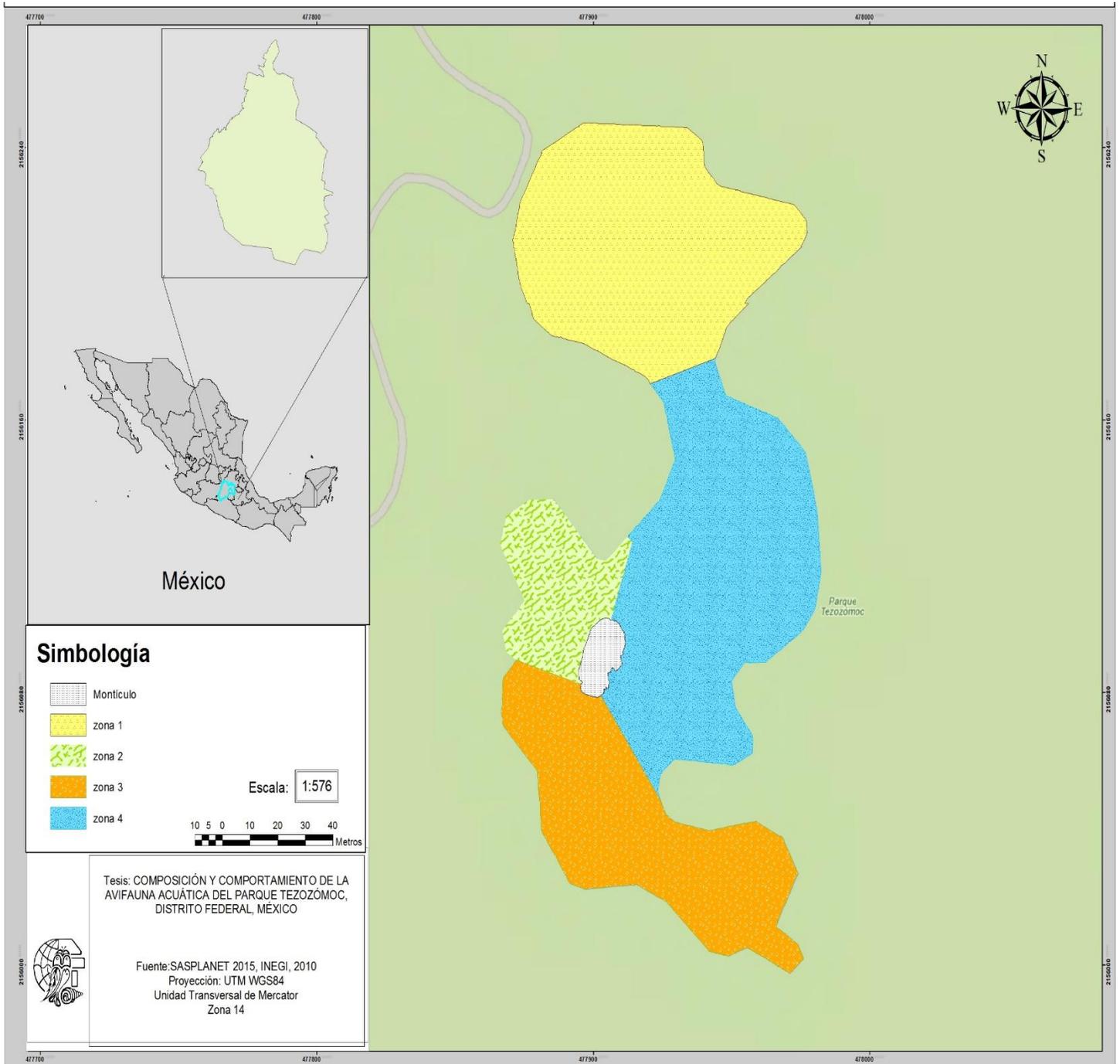


Figura 1. Área de estudio, lago del parque Tezozómoc (fuente SASPLANET 2015, INEGI 2010).

# Métodos.

## Trabajo de campo.

El estudio se realizó de noviembre de 2011 a diciembre de 2012, con un total de 67 muestreos con horario promedio de 7:00 a 13:30 hrs, iniciando 10 a 15 minutos después de la salida del sol (Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil *et al.*, 2004).

Se registraron las especies de aves acuáticas que hicieron uso del humedal mediante muestreos semanales los martes y domingos. Para identificar la avifauna se utilizaron binoculares 8-16x40 y guías de campo (Howell y Webb, 1995; Peterson y Chalif, 1998; Sibley, 2000; National Geographic Society, 2008; Floyd, 2008).

Se empleó un transecto sin estimar distancia combinado con mapeo (modificado de Ralph *et al.*, 1996). El área de estudio se dividió en cuatro zonas para facilitar y hacer más precisa la captura de los datos.

Toda la información se anotó en hojas de registro, que posteriormente se organizó en hojas de cálculo del programa Excel (Microsoft® Office 2007), con los siguientes datos:

Conteos: Se realizaron cuatro por muestreo, con diferencia aproximada de 60-75 minutos entre uno y otro.

Zona de conteo: Lugar donde ocurrió la actividad.

Fecha y hora de avistamiento: Durante todo el muestreo se anotó la fecha y hora en que se observaron los individuos.

Nombre científico: Para el nombre de cada especie se utilizó una abreviatura con las dos primeras letras del género y las dos primeras letras de la especie del nombre científico, para agilizar la toma de datos.

Número de individuos por especie.

Edad y sexo: Se registró cuando era posible, el número de individuos con los signos ♂ para machos y ♀ para hembras y la edad con la clasificación juvenil y adulto.

Sustrato: Se registró el sustrato en el que las aves se encontraban durante el conteo.



Actividades: Se registraron las actividades que realizaban los individuos al momento del conteo por ejemplo nadando, acicalando, volando, alimentando.

Al inicio de cada muestreo se realizó un primer conteo para establecer la distribución y abundancia de la avifauna antes del aumento de la presencia humana. Se realizaron tres repeticiones del conteo poniendo especial atención en el efecto de las actividades realizadas por los visitantes del parque que podían tener influencia en la conducta de la avifauna acuática.

INFLUENCIA DE ACTIVIDADES. Se consideró que existía un efecto de las actividades humanas cuando se modificaba la conducta de las aves como resultado de la interacción, por ejemplo cambiar de dirección su nado, aproximarse o alejarse de las personas, volar. Para conocer la influencia de las actividades humanas se anotó:

Fecha y hora de avistamiento: Durante todo el muestreo se anotó la fecha y hora en que se observaron las interacciones.

Conteo: Se registró el número de conteo en el que se presentó la interacción (cualquier contacto entre las personas y las aves, como proporcionar alimento, molestar, uso de lanchas o cualquiera que modificara el comportamiento de las aves).

Nombre científico: Para el nombre de cada especie se utilizó una abreviatura con las dos primeras letras del género y las dos primeras letras de la especie del nombre científico, para agilizar la toma de datos.

Número de individuos totales por especie y actividad que realizaban (descanso, nado, alimentación).

Actividad de individuos: Actividad realizada por los organismos como respuesta después de existir una actividad de los visitantes.

Número de individuos que realizan cada actividad como resultado de la interacción (volar, alejarse, alimentarse).

Número de personas. Se registraba el número de personas que realizaban la actividad, ej. alimentar a las aves y cómo lo hacían (a pie, desde la bicicleta, lancha o tren).

Número de lanchas. Se contabilizaron las lanchas y el número de personas en ellas.



Actividad de los visitantes: actividades que tenían influencia sobre la avifauna (alimentar, usar lanchas, perseguir individuos).

Alimento: Tipo y cantidad de alimento proporcionado por los visitantes y la administración del parque, de manera cualitativa o por información de los visitantes.

COMPORTAMIENTO. Para conocer el comportamiento se elaboró una matriz de datos con el programa Excel (Microsoft® Office 2007).

Fecha y hora de avistamiento: Durante todo el muestreo se anotó la fecha y hora en que se observaron las interacciones.

Zona de conteo: Lugar donde ocurrió la interacción entre personas y aves.

Número de organismos por especie.

Especie agresora: especie que inicia una interacción agonística.

Conducta de agresión: tipo de interacción de la especie agresora.

Especie agredida: especie que recibe la interacción agonística.

Conducta de respuesta: conducta que realiza la especie agredida después de la interacción.

Especie ganadora: especie que tiene éxito en la interacción agonística, ej. desplazaba individuos.

La dinámica y resultados del presente estudio se vieron modificados ya que en marzo de 2012 inició la primera fase de remodelación del parque Tezozómoc con el desazolve del lago. Este cambio en la zona de estudio disminuyó el número de especies pero permitió observar la conducta de aquellas que permanecieron en el parque durante el proceso de remodelación. Las obras en el lago continuaron hasta el 27 de mayo y el lago volvió a llenarse del 17 de junio al 08 de julio del 2012 cuando alcanzó un nivel de 2.05 metros. Durante todo este tiempo se mantuvieron los muestreos.

### **Análisis.**

Con los datos concentrados en las hojas de cálculo de Excel (Microsoft® Office 2007), se realizaron los siguientes análisis.



### **Comparación de la avifauna.**

El listado de especies se comparó con estudios previos realizados por Ramírez-Bastida (2000) y Villafranco (2000) para determinar los posibles cambios ocurridos en la avifauna, determinando las especies en común y aquellas que no fueran compartidas.

### **Riqueza específica.**

Las especies se ordenaron taxonómicamente según los criterios establecidos en el Checklist de la Unión de Ornitólogos Americanos (A.O.U. 2014). Los nombres comunes se tomaron de Escalante y colaboradores (2014). El listado de especies se comparó con los trabajos previos de Ramírez-Bastida (2000) y Villafranco (2000).

### **Especies acumuladas.**

Los datos obtenidos en cada muestreo fueron introducidos al programa BioDiversity Pro software (McAleece *et al.*, 1997) para obtener la predicción de especies de acuerdo al modelo Jack-Knife 1.

### **Estacionalidad.**

La estacionalidad se determinó con base a los criterios establecidos por Howell y Webb (2010) comparando los datos registrados.

Residente-Reproductor (Re). Aves que se reproducen y pueden encontrarse en la zona durante todo el año.

Residente de verano (Rv). Especie reproductora que sólo se encuentra en verano.

Visitante de invierno (Vi). Se refiere a las poblaciones que están presentes sólo o principalmente en el invierno, puede estar más ampliamente distribuida durante la migración.

Transitorio (T). Especie no reproductora que se presenta sólo o principalmente como de paso o transitoria durante la migración de primavera y/o otoño.

Accidental (A). Aves fuera de su área de distribución.

Ocurrencia durante la migración (Om). Cuando no se sabe si son migratorias de paso o visitantes de invierno. Se incluyen las especies catalogadas como Visitante no reproductor por los autores.

Se empleó una categoría más:



Introducidas (In). Especies que el hombre ha introducido de manera intencional.

### **Abundancia.**

La abundancia de cada especie se obtuvo con relación al número total de muestreos. Se utilizaron las siguientes categorías utilizadas en estudios de avifauna (Ramírez-Bastida 2000 y Villafranco 2000). Para determinar las categorías se tomó en cuenta únicamente los valores del conteo inicial.

Abundancia extrema (AE): Cuando se presentan 100 o más organismos.

Muy abundante (MA): de 41 a 99 organismos.

Abundante (A): 16 a 40 organismos.

Común (C): 6 a 15 organismos.

Rara (R): 3 a 5 organismos.

Muy rara (MR): 1 a 2 organismos.

### **Abundancia relativa.**

Se calculó individualmente para cada especie, como la abundancia de la especie entre la suma de abundancias de todas las especies (Krebs, 1985).

### **Frecuencia.**

Se calculó individualmente para cada especie, para conocer la representatividad de las especies a lo largo del estudio (Krebs, 1985).

$$\frac{\text{Número de muestreos en que se registra la especie}}{\text{Número de muestras totales}}$$

Se utilizaron las siguientes categorías (Ramírez-Bastida 2000 y Villafranco 2000).

Muy frecuente (MF): 0.76 - 1

Frecuente (F): 0.51 - 0.75

Poco frecuente (PF): 0.26 - 0.50

Esporádico (E): muestreos 0.00 - 0.25



### **Frecuencia relativa.**

Se calculó individualmente para cada especie, es la frecuencia de las especies entre la suma de frecuencias de todas las especies (Krebs, 1985).

### **Diversidad.**

Los Índices de diversidad miden la relación entre la riqueza específica y los individuos de cada especie en una comunidad, están diseñados para dar el valor más alto cuando la abundancia de especies es uniforme y el valor más bajo cuando todos los individuos corresponden a una especie. Un aumento de diversidad puede deberse a un aumento de especies y a una mejor distribución de individuos dentro de las especies (Krebs, 1985).

Índice de Shannon-Wiener

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Donde:

$$p_i = n_i/N$$

$n_i$  = Número de individuos de la sp  $i$

$N$  = Número total de individuos

$S$  = número de especie

### **Equitatividad.**

Mide la relación entre la diversidad obtenida y la diversidad máxima que se esperaría si todas las especies tuvieran la misma abundancia, en escala de cero a uno, donde uno indica que la diversidad obtenida es la máxima posible para ese número de especies (Krebs 1985).

$$E = H'/H_{max} \quad \text{Donde } H' = \text{Índice de Shannon Wiener para el muestreo}$$

$$H'_{max} = \log_2 S \quad S \text{ el número de especies registradas en ese muestreo.}$$

### **Dominancia.**

La dominancia es inversamente proporcional a la diversidad, nos refleja la abundancia de alguna especie como causa de baja diversidad (Krebs 1985).

Índice de Dominancia de Simpson.



$$D = \sum (p_i)^2$$

Donde pi tiene el mismo valor que en el Índice de Shannon-Wiener.

### **Kruskal-Wallis.**

Se realizaron pruebas de normalidad para los valores de individuos entre semana y fin de semana y entre los distintos muestreos. Al no existir normalidad en los datos se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la cual se aplicó empleando el paquete de computo estadístico Minitab versión 17.

### **Variación de especies entre conteos.**

Para determinar si las especies modificaban su abundancia entre conteos se registró la abundancia máxima y mínima por conteo, separando los muestreos entre semana de los de fines de semana, y dado que se realizaron pruebas no paramétricas estas variaciones también se representaron en diagramas de caja donde los cuartiles varían en torno a la mediana empleando el paquete de computo estadístico Minitab versión 17.

### **Influencia de las actividades humanas.**

Se realizó una tabla con todas las actividades humanas que modificaba la conducta de las aves como resultado de la interacción, las especies que son afectadas por estas actividades y los tipos de alimento proporcionados por los visitantes.

### **Relaciones intra- e inter-específicas.**

Se consideró como conducta agresiva cualquier comportamiento realizado por un individuo que causó el desplazamiento de un segundo individuo (Alexander, 1987). Los datos se organizaron en tablas para determinar las especies que más agredieron, las especies más agredidas, el número de individuos involucrado, la especie “ganadora” de cada interacción y las estrategias empleadas por las especies (Altmann, 1974).

### **Actividad reproductiva de las aves.**

Se registraron conductas ligadas a la actividad reproductiva de la avifauna como cópulas, nidos, periodo de incubación, crías o juveniles y éxito reproductivo.

### **Cambios en la zona.**

Durante el periodo en que se realizó el estudio se registraron cambios bruscos en el ambiente, así como cambios realizados por el ser humano que afectaron directamente a la avifauna, incluyendo tala de árboles, remodelaciones y retiro de la avifauna doméstica, todo esto fue registrado.



# Resultados.

## Cambios en la zona.

La Delegación Azcapotzalco como parte del 30 aniversario de la apertura del Parque Tezozómoc realizó una rehabilitación integral de tres fases que inició el 13 de febrero del 2012 y concluyó el 29 de julio del 2012. Estas actividades se describen como parte de los resultados porque influyeron en todos los datos registrados en ese periodo

- Saneamiento del arbolado y estrato bajo: Se realizaron podas de saneamiento, retiro de árboles enfermos, en riesgo y secos. Mejoramiento y recuperación de suelos erosionados. Instalación de árboles de compensación, instalación de plantas herbáceas, ornamentales y cubresuelos (Centro Cultural Recreativo Tezozómoc, 2012).
- Limpieza y rehabilitación del lago: La limpieza del lago se realizó mediante la extracción del lodo, colocación de aireadores para aumentar la oxigenación del agua y corrección del nivel de profundidad (Fig. 2) (Centro Cultural Recreativo Tezozómoc, 2012).

Durante el proceso de limpieza se realizó el rescate de ajolotes, así como el retiro de tortugas, y de aves domésticas *Anser anser*, *Anser cygnoides*, *Cairina moschata*, *Anas platyrhynchos* domésticos y *Anas platyrhynchos* híbridos.

- Modernización de infraestructura de señalización y equipamiento: Se rehabilitaron los accesos principales, mantenimiento a obeliscos, señalamientos informativos y fichas técnicas (Centro Cultural Recreativo Tezozómoc, 2012).



Figura 2. Extracción del lodo durante el proceso de limpieza del lago Tezozómoc.

El plan de rehabilitación del Parque Tezozómoc contó con la intervención de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal y uno de los compromisos fue canalizar los patos domésticos y tortugas a organizaciones protectoras de animales para su cuidado. El retiro de los patos domésticos se realizó cuando el nivel del agua era muy bajo y los procesos de remodelación con maquinaria pesada ya habían iniciado. Durante este periodo se registró una alta tasa de mortalidad de patos y gansos domésticos. Los traslados tardaron 20 semanas para llevarse a cabo desde el inicio del proceso de remodelación del lago debido a la cantidad de patos (Fig. 3). Si bien no se contabilizaron las aves trasladadas una vez que estuvieron en los encierros se calcula que fueron trasladadas aproximadamente tres gansos chinos (*Anser cygnoides*), 43 gansos (*Anser anser*), 60 patos domésticos e híbridos (*Anas platyrhynchos* domésticos) y 19 patos reales (*Cairina moschata*). No se tuvo información de a dónde fueron trasladados pero mencionaron que algunos fueron canalizados al Bioparque Estrella.



A



B



C

Figura 3. A. y B. Mortalidad de patos domésticos durante la rehabilitación del lago, C. Pato doméstico atrapado en el lodo durante el desazolve del lago.

Los patos domésticos quedaron bajo el cuidado del parque esperando su traslado. Al principio fueron reunidos dentro de una de las oficinas del parque por tres semanas y posteriormente en un “corral” de malla donde colocaron recipientes con agua y alimento



hasta que todos los patos domésticos fueron trasladados a otros parques siete semanas después (Fig. 4).

En algunas ocasiones debido a la cantidad de individuos el alimento suministrado fue insuficiente y esto provocó interacciones agonísticas. Algunos patos enfermos o heridos como resultado de las interacciones agonísticas fueron separados del resto de la población para evitar que fueran lastimados por especies agresivas como los gansos. Durante este periodo se perdieron todas las nidadas de *Anser anser*, *Anser cygnoides* y *Cairina moschata*. Después de ser trasladados al “corral” algunos individuos continuaron poniendo huevos pero no se observaron individuos incubando.



Figura 4. Patos domésticos en espera de su traslado dentro de una de las oficinas del parque.

El resto de la fauna que se encontraba en el lago también fue retirado después del inicio de los procesos de remodelación y desazolve, las tortugas fueron retiradas cuando el nivel del agua era muy bajo o se atoraban en el lodo, en algunas ocasiones visitantes y vecinos se llevaron tortugas para emplearlas como mascotas pensando que el parque no las retiraría. Los ajolotes del lago fueron retirados con redes cuando el nivel del agua era muy bajo para facilitar su captura y algunos presentaron lesiones producidas por la maquinaria utilizada para desazolvar el lago (Fig. 5).



Figura 5. Tortugas y ajolotes retirados después del inicio de las obras de remodelación.

El lago se dividió para su limpieza en tres secciones, la mayoría de las tortugas y ajolotes retirados se encontraban en la tercera sección correspondiente a las zonas de conteo 3 y 4, en las otras dos secciones se retiró una menor cantidad de individuos debido al avance de las obras de desazolve del lago. Un grupo de ajolotes se canalizó al Vivario de la FES Iztacala y se logró su reproducción en cautiverio (Fig. 6).



Figura 6. A. Tortugas recuperadas del lago en espera de su traslado en las oficinas, B. Ajolotes canalizados al Vivario de la FES Iztacala y C. Traslado de patos domésticos.

Es importante resaltar que el retiro la de fauna contó con la participación e interés de los vecinos y visitantes que se preocupaban por los patos domésticos. Muchos preguntaron sobre el lugar donde se reubicarían los patos pero esta información no fue proporcionada, las personas que como parte de su rutina diaria visitaban y alimentaban a los patos expresaron que “sentían que el lago se quedaba sin vida”, “ya no verían a los pequeños patitos amarillos” y al mismo tiempo deseaban que estos pequeños patitos nacieran en un “lugar mejor”.

### Riqueza específica.

Se realizaron 67 muestreos dentro del periodo de noviembre de 2011 a diciembre de 2012. Se registraron 31 especies distribuidas en 19 géneros, 6 familias y 5 órdenes (Anexo 1). El orden mejor representado fue Anseriformes con 18 especies, seguido de Pelecaniformes con seis, Gruiformes con tres, finalmente Podicipediformes y Charadriiformes con dos especies cada uno (Fig. 7).

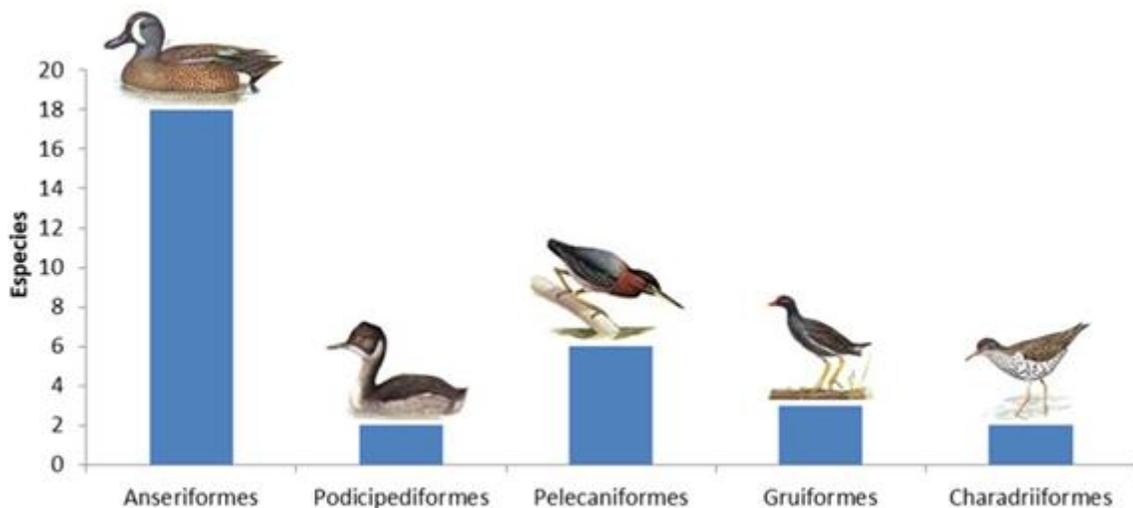


Figura 7. Órdenes de aves presentes en el Parque Tezozómoc.

Se registró un máximo de 19 especies y un mínimo de una especie por muestreo (Fig. 8).

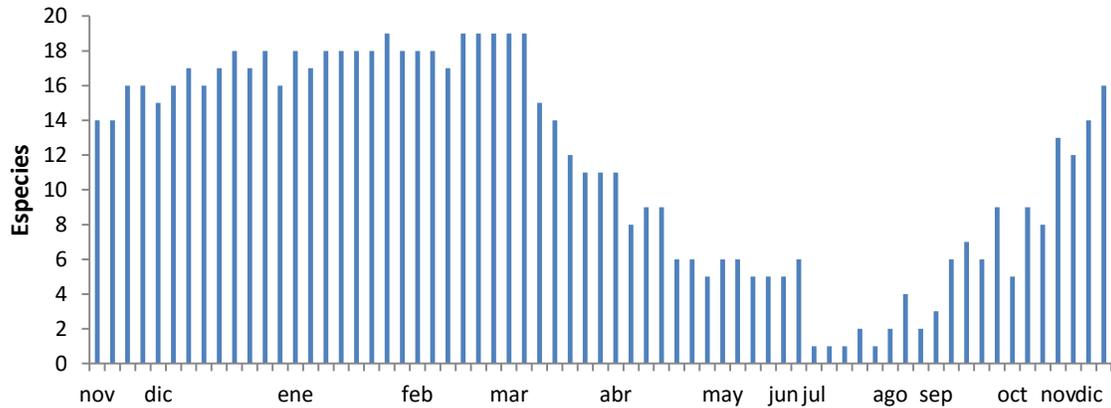


Figura 8. Número de especies por muestreo en el parque Tezozómoc.

Del total sólo dos están dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010): *Anas platyrhynchos diazi* (Amenazado [A] endémica) y *Cairina moschata* (En peligro de extinción [P] no endémica) aunque esta última se encuentra en el parque en su variedad doméstica, por lo que no correspondería a la especie en riesgo.

### Comparación de la avifauna.

Se compararon sólo las especies registradas haciendo uso del cuerpo de agua.

Al integrar los tres estudios resultaron 36 especies de aves. Con el estudio de Ramírez-Bastida se comparten 18 especies y las especies *Dendrocygna autumnalis* y *Charadrius vociferus* no fueron registradas en el presente estudio. Con Villafranco se comparten 17 especies y no se registraron las especies *Aythya americana*, *Egretta caerulea* y *Phalaropus tricolor* (Anexo 2). Es decir, sólo cinco especies registradas previamente no se observaron y en cambio se registraron 10 especies que no aparecen en estudios previos realizados en el parque Tezozómoc (Ramírez-Bastida 2000 y Villafranco 2000): *Dendrocygna bicolor*, *Aix sponsa*, *Anas strepera*, *Anas americana*, *Anas cyanoptera*, *Aythya collaris*, *Aythya affinis*, *Podiceps nigricollis*, *Egretta tricolor* y *Anser cygnoides*, esta última es una especie introducida por el hombre.

Para complementar esta información se cuenta con un registro fotográfico de dichas especies, exceptuando *Aix sponsa*, *Anas americana* y *Egretta tricolor* (Fig. 9).





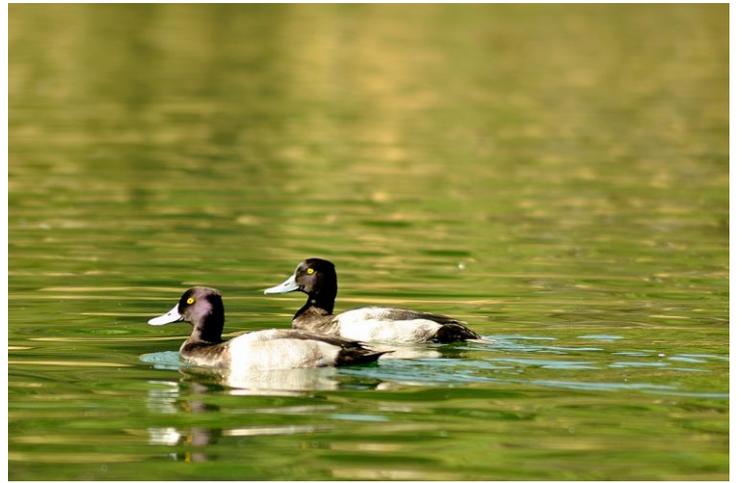
A



B



C



D



E



F

Figura 9. Especies registradas en el Parque Tezozómoc. A. *Anas cyanoptera*, B. *Anas strepera*, C. *Dendrocygna bicolor*, D. *Aythya affinis*, E. *Aythya collaris*, y F. *Podiceps nigricollis*.

### Especies acumuladas.

En la curva de acumulación de especies se observa una estabilización de las especies esperadas a partir del muestreo 34, indicando que el número de muestreos realizados en el estudio son suficientes para representar la riqueza específica. Se observa que la curva de especies observadas se une con la curva de especies esperadas, indicando que el número de muestras es suficientemente amplio para sustentar un estudio representativo de la riqueza de aves acuáticas en el lago del Parque Tezozómoc (Fig. 10).

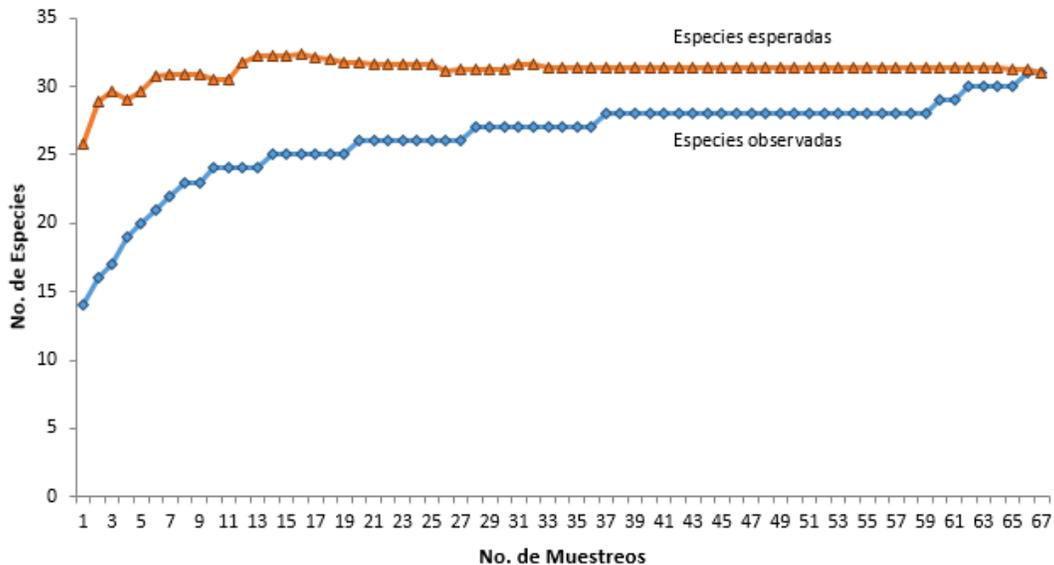


Figura 10. Curva de especies acumuladas en el lago del parque Tezozómoc.

### Estacionalidad.

Con base en las categorías reconocidas por Howell y Webb (2010), se registraron 14 especies (45%) visitantes de invierno como *Anas discors*, *Anas clypeata* y *Porzana carolina*. En la categoría de residente reproductor se encuentran ocho especies (26%) como *Anas platyrhynchos diazi*, *Gallinula galeata* y *Oxyura jamaicensis*. Las especies *Anas americana*, *Egretta tricolor* y *Tringa flavipes* fueron transitorias (10%).

Cinco especies (16) fueron introducidas en el parque por los visitantes como *Cairina moschata* y *Anser anser*. Por último la especie *Dendrocygna bicolor* fue un registro accidental (Fig. 11).

La información para cada especie se encuentra en el apartado Anexo 1.



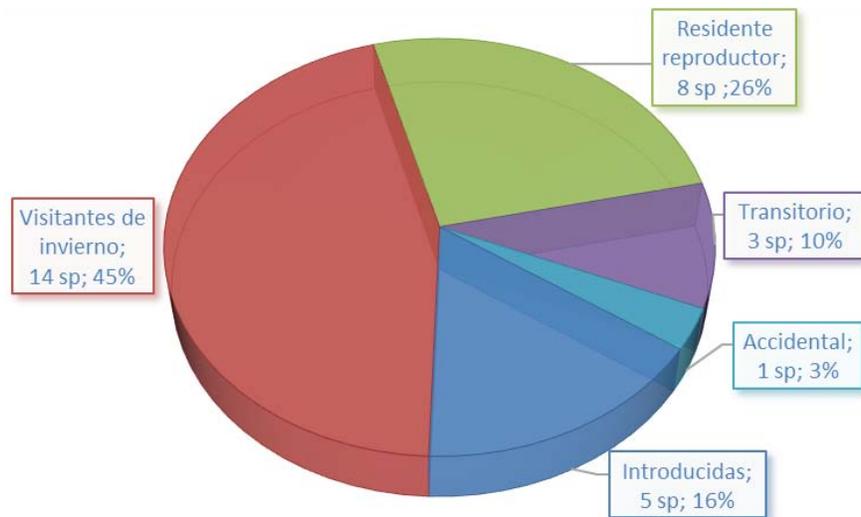


Figura 11. Estacionalidad de las aves acuáticas en el Parque Tezozómoc.

### Abundancia relativa.

En el parque Tezozómoc se encontró que el 44% de las especies son muy raras (MR) con 13 especies (*Aix sponsa*, *Podilymbus podiceps*, *Porzana carolina*, *Anas americana*, *Anas strepera*, *Gallinula galeata*, *Anas acuta*, *Podiceps nigricollis*). El 13% de las especies son raras (*Anas cyanoptera*, *Himantopus mexicanus*, *Aythya affinis* y *Anser cygnoides*), abundantes (*Anas platyrhynchos* domésticos, *Fulica americana*, *Egretta thula* y *Anas platyrhynchos* híbridos) y comunes (*Ardea alba*, *Aythya collaris*, *Oxyura jamaicensis* y *Cairina moschata*). El 10% de las especies presentan abundancias extremas (AE) con 3 especies (*Anas clypeata*, *Anas platyrhynchos diazi* y *Bubulcus ibis*). Finalmente el 7% es muy abundante con dos especies (*Anser anser* y *Anas discors*) (Fig. 12).

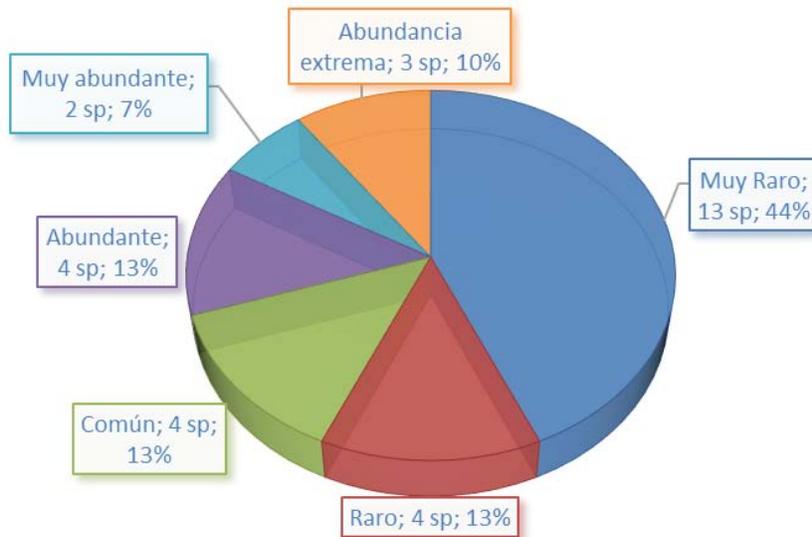


Figura 12. Abundancia de las aves en el parque Tezozómoc. Abundancia extrema cuando se presentan 100 o más organismos, Muy abundante de 41 a 99 organismos, Abundante de 16 a 40 organismos, Común de 6 a 15 organismos, Rara 3 a 5 organismos y Muy rara de 1 a 2 organismos.

### Frecuencia relativa.

Se encontraron 14 especies (47%) que son esporádicas (E) como *Porzana carolina*, *Himantopus mexicanus*, *Nycticorax nycticorax* y *Anas strepera* (Anexo 1).

En la categoría frecuente (F) se encontraron 10 especies (33%) como *Anas clypeata*, *Ardea alba*, *Anser anser* y *Bubulcus ibis*, 3 especies 10% se encontraron en la categoría poco frecuente (PF) como *Aythya collaris*, *Aythya affinis* y *Gallinula galeata*. Por último en la categoría muy frecuente (MF) se encontraron 3 especies (10%) *Anas platyrhynchos* híbridos, *Anas platyrhynchos* domésticos y *Anas platyrhynchos diazi* (Fig. 13).

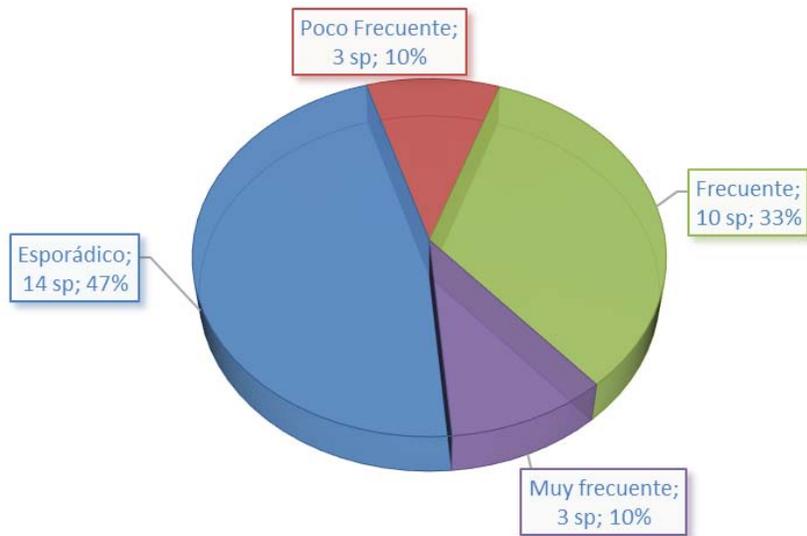


Figura 13. Frecuencia relativa de las aves en el parque Tezozómoc. Se considera el número de ocasiones en que fue registrada una especie en relación al total de muestreos (67). Las categorías indican el porcentaje de muestras en que se registró una especie: E=Esporádica (>0-25%), PF=Poco frecuente (26-50%), F=Frecuente (51-75%), MF=Muy frecuente (76-100%).

### Diversidad y equitatividad.

En febrero del año 2012 se presentaron los niveles más altos de diversidad con valores de 2.9442 a 3.0397. Durante los meses de junio, julio y agosto se observó una gran disminución de la diversidad alcanzando valores de 0 debido a la desecación del lago. Los niveles más bajos de diversidad se presentaron en septiembre con valores de 0.2337 a 0.7002.

La diversidad máxima presentó los valores más altos durante el periodo de diciembre de 2011 a marzo de 2012, alcanzando valores de 4.0874 a 4.2479. Sin considerar los meses de junio, julio y agosto, el mes de septiembre presentó los niveles más bajos alcanzando 1.5849.

Los valores de equitatividad presentaron fluctuaciones como resultado de la desecación del lago, los niveles más altos se presentaron en abril con valores de 0.8146 a 0.8845 y los niveles más bajos sin considerar los meses de desecación del lago se presentaron en septiembre 0.1681 (Fig. 14).

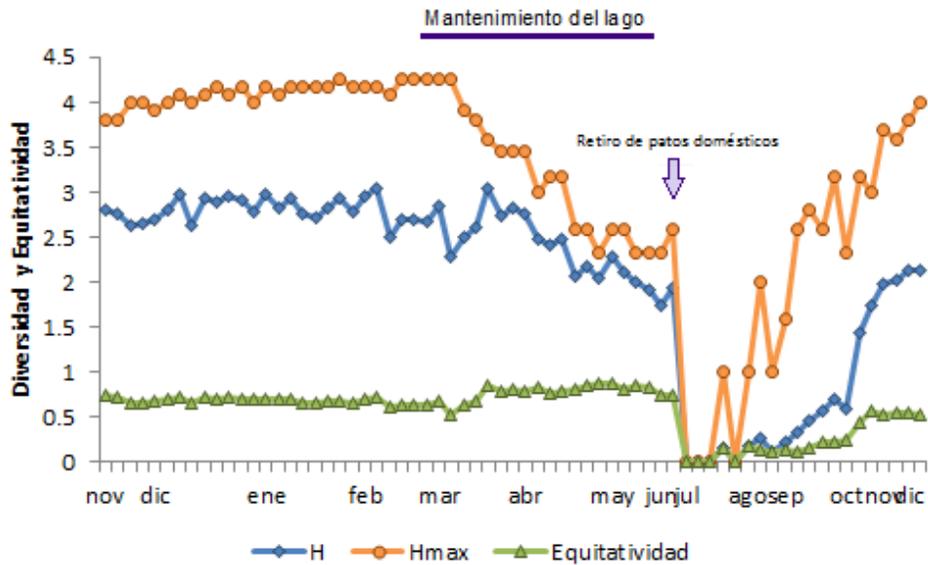


Figura 14. Diversidad, H' max y Equitatividad de las aves acuáticas en el parque Tezozómoc, se observa un descenso y posterior recuperación de especies después del mantenimiento del lago.

### Dominancia.

Durante el mes de marzo de 2012 se presentó la dominancia más alta por incremento de *Anas clypeata*, *Anas discors* y *Anas platyrhynchos diazi* (Fig. 15). Otras especies dominantes durante el estudio fueron *Bubulcus ibis* y *Fulica americana*.

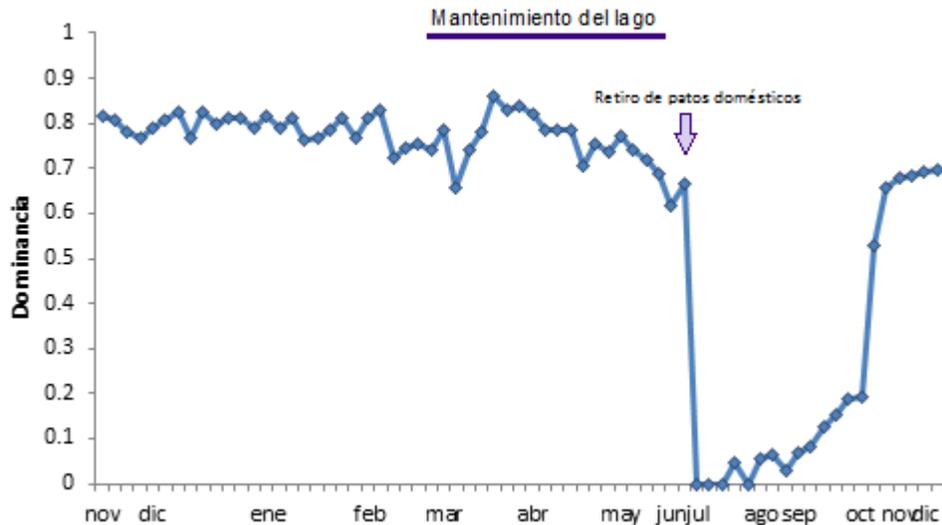


Figura 15. Dominancia de Simpson. Se observan altos niveles de dominancia con un marcado descenso después del retiro de las especies domésticas y una recuperación con el regreso de las especies migratorias.

### Variación de especies entre conteos.

La abundancia de especies entre conteos de un muestreo varió entre especies, en algunas tendió a reducirse y se observaron diferencias significativas (*Bubulcus ibis*, *Anas platyrhynchos diazi*, *Anas* híbridos) y en otras no se apreciaron diferencias significativas (*Fulica americana*, *Anas discors*, *Anas clypeata*, *Anas* domésticos, *Anser anser*, *Anser cygnoides* y *Cairina moschata*). La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis mostró diferencia significativa entre el número de aves acuáticas registradas entre semana con mediana= 25 y en fin de semana con mediana= 34 ( $H = 16.08$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.000$ ) (Fig. 16).

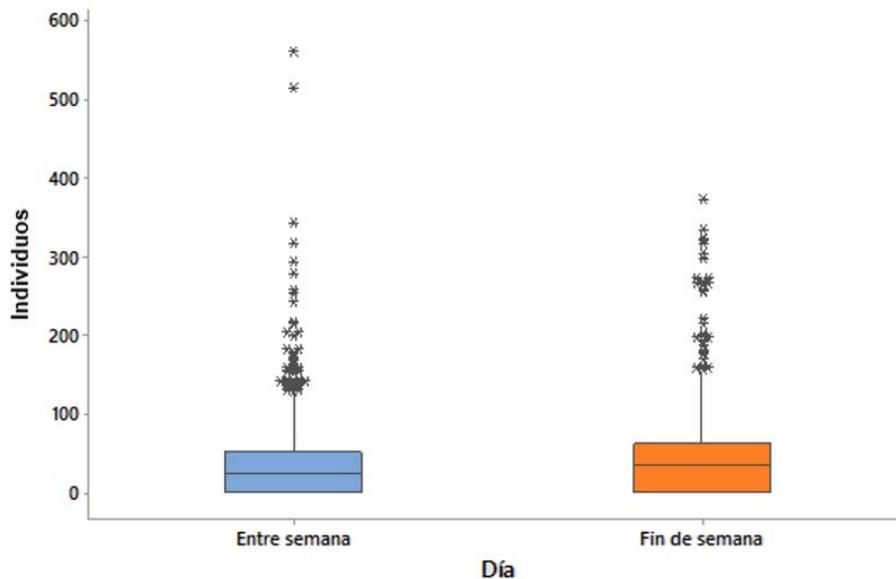


Figura 16. Diagrama de caja de datos no paramétricos de total de individuos por muestreo entre semana y en fin de semana ( $H = 16.08$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.000$ ).

La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis también mostró diferencia significativa para el número de aves registradas entre las tres repeticiones del conteo inicial, muestreo 1 con mediana= 20, muestreo 2 con mediana= 25, muestreo 3 con mediana= 30 y muestreo 4 con mediana= 42 ( $H = 110.56$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.000$ ) (Fig. 17).

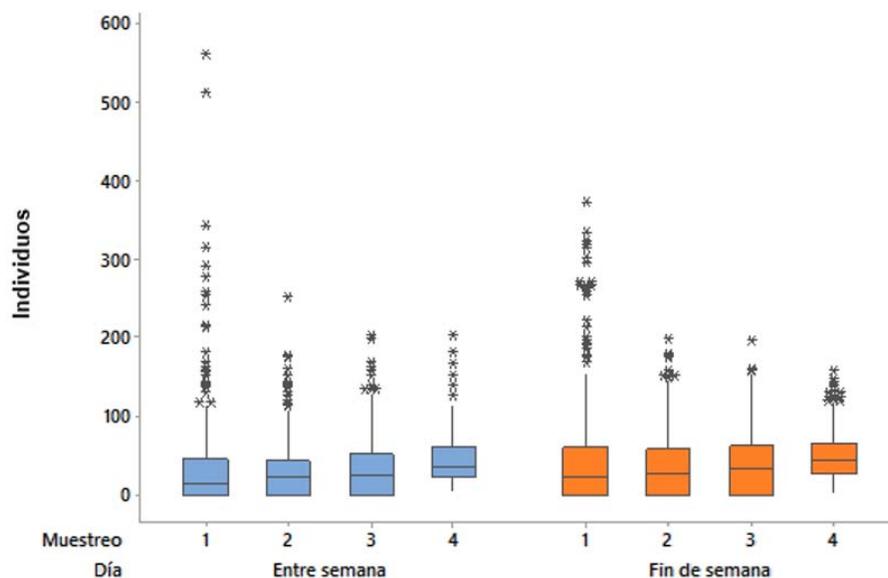


Figura 17. Diagrama de caja de datos no paramétricos de total de individuos de las tres repeticiones del conteo inicial por muestreo entre semana y en fin de semana ( $H = 110.56$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.000$ ).

A continuación se resumen los valores observados para cada especie y posteriormente se desglosan (Cuadro 1). Se incluyeron para este análisis únicamente las especies que presentaron mayor variación entre conteos durante el muestreo.

Cuadro 1. Individuos máximos, mínimos y medianas por muestreo entre semana y en fin de semana.

Especie	Entre semana			Fin de semana		
	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana
<i>Anas clypeata</i>	552	105	59.50	552	56	59
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	235	4	40.50	271	2	48
<i>Anas discors</i>	101	1	14	101	1	16
<i>Bubulcus ibis</i>	317	1	67	374	1	215
<i>Fulica americana</i>	43	3	9	42	1	9
<i>Anas platyrhynchos</i> domésticos	73	21	12	73	16	14
<i>Anas platyrhynchos</i> híbridos	42	10	9	49	14	11
<i>Anser anser</i>	106	21	14	91	6	17
<i>Anser cygnoides</i>	9	1	3	8	1	4
<i>Cairina moschata</i>	29	5	7	29	3	8



La especie *Anas clypeata* presentó una abundancia máxima entre semana de 552 individuos, una abundancia mínima de 105 y una mediana de 59.50. Durante los fines de semana la abundancia máxima fue de 552 individuos, la abundancia mínima de 56 y mediana de 59 (Fig. 18).

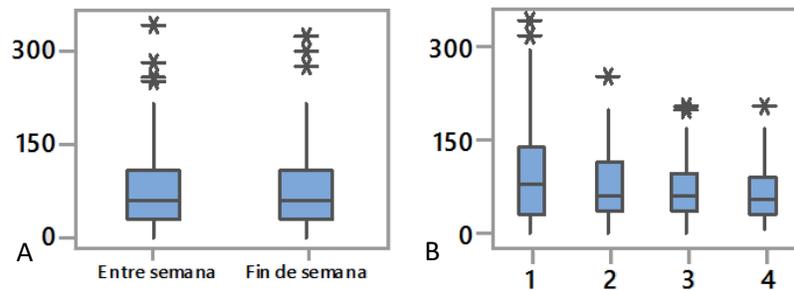


Figura 18. *Anas clypeata*. Diagramas de caja de datos no paramétricos A. entre semana y fin de semana ( $H = 0.22$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.640$ ); B. Entre el conteo inicial y las tres repeticiones ( $H = 7.69$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.053$ ).

La especie *Anas platyrhynchos diazi* presentó una abundancia máxima entre semana de 235 individuos, una abundancia mínima de 4 y una mediana de 40.50. Durante los fines de semana la abundancia máxima fue de 271 individuos, la abundancia mínima de 2 y mediana de 48 (Fig. 19).

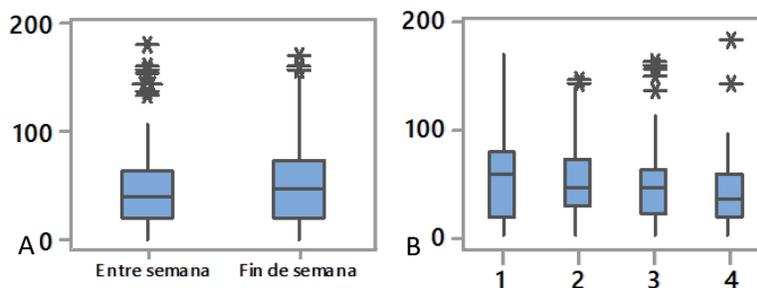


Figura 19. *Anas platyrhynchos diazi*. Diagramas de caja de datos no paramétricos. A. Entre semana y fin de semana ( $H = 3.12$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.077$ ); B. Entre el conteo inicial y las tres repeticiones ( $H = 12.32$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.006$ ).

La especie *Anas discors* presentó una abundancia máxima entre semana de 101 individuos, una abundancia mínima de 1 y una mediana de 14. Durante los fines de semana la abundancia máxima fue de 101 individuos, la abundancia mínima de 1 y mediana de 16 (Fig. 20).

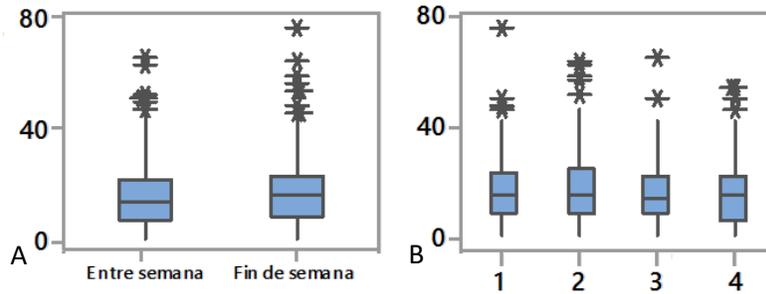


Figura 20. *Anas discors*. Diagramas de caja de datos no paramétricos. A. Entre semana y fin de semana ( $H = 1.59$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.207$ ); B. Entre el conteo inicial y las tres repeticiones ( $H = 1.40$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.705$ ).

La especie *Bubulcus ibis* presentó una abundancia máxima entre semana de 317 individuos, una abundancia mínima de 1 y una mediana de 67. Durante los fines de semana la abundancia máxima fue de 374 individuos, la abundancia mínima de 1 y mediana de 215 (Fig. 21).

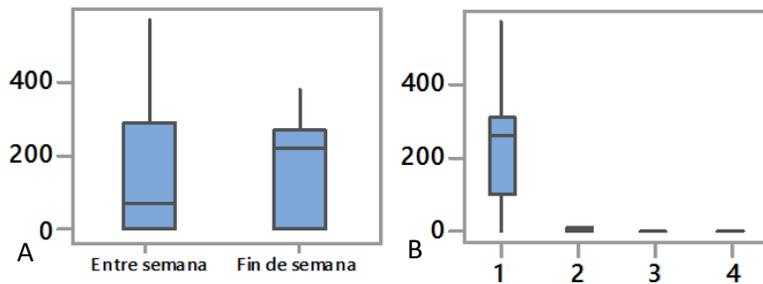


Figura 21. *Bubulcus ibis*. Diagramas de caja de datos no paramétricos. A. Entre semana y fin de semana ( $H = 0.29$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.589$ ); B. Entre el conteo inicial y las tres repeticiones ( $H = 16.07$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.001$ ).

La especie *Fulica americana* presentó una abundancia máxima entre semana de 43 individuos, una abundancia mínima de 3 y una mediana de 9. Durante los fines de semana la abundancia máxima fue de 42 individuos, la abundancia mínima de 1 y mediana de 9 (Fig. 22).

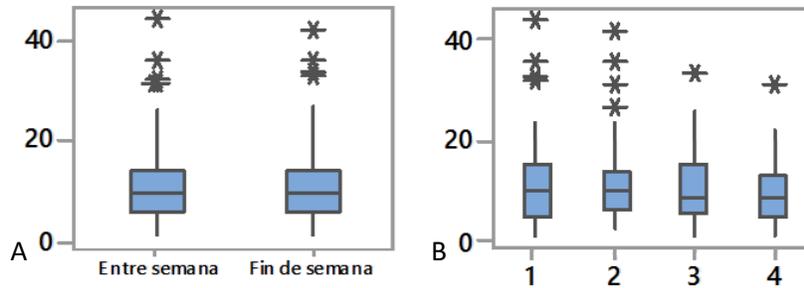


Figura 22. *Fulica americana*. Diagramas de caja de datos no paramétricos. A. Entre semana y fin de semana ( $H = 0.00$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.955$ ); B. Entre el conteo inicial y las tres repeticiones ( $H = 2.34$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.504$ ).

La especie *Anas* domésticos presentó una abundancia máxima entre semana de 73 individuos, una abundancia mínima de 21 y una mediana de 12. Durante los fines de semana la abundancia máxima fue de 73 individuos, la abundancia mínima de 16 y mediana de 14 (Fig. 23).

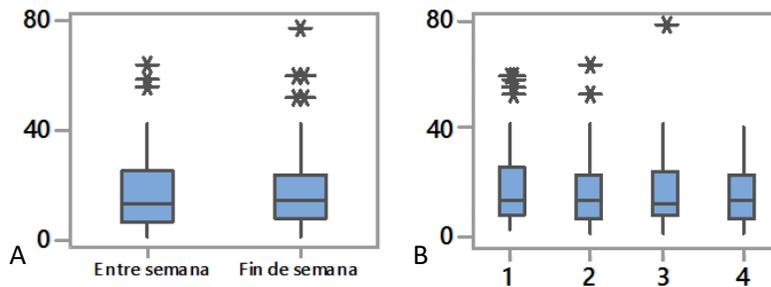


Figura 23. *Anas* domésticos. Diagramas de caja de datos no paramétricos. A. Entre semana y fin de semana ( $H = 0.67$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.413$ ); B. Entre el conteo inicial y las tres repeticiones ( $H = 1.24$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.744$ ).

La especie *Anas* híbridos presentó una abundancia máxima entre semana de 42 individuos, una abundancia mínima de 10 y una mediana de 9. Durante los fines de semana la abundancia máxima fue de 49 individuos, la abundancia mínima de 14 y mediana de 11 (Fig. 24).

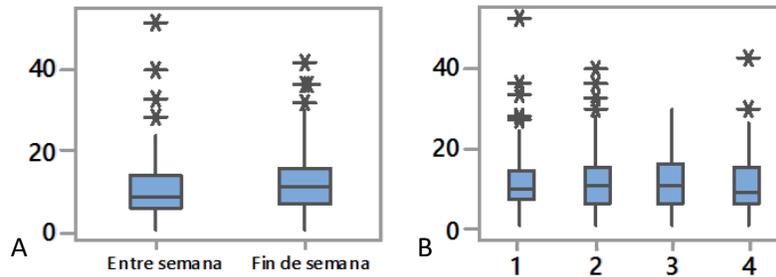


Figura 24. *Anas* híbridos. Diagramas de caja de datos no paramétricos. A. Entre semana y fin de semana ( $H = 6.77$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.009$ ); B. Entre el conteo inicial y las tres repeticiones ( $H = 0.92$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.820$ ).

La especie *Anser anser* presentó una abundancia máxima entre semana de 106 individuos, una abundancia mínima de 21 y una mediana de 14. Durante los fines de semana la abundancia máxima fue de 91 individuos, la abundancia mínima de 6 y mediana de 17 (Fig. 25).

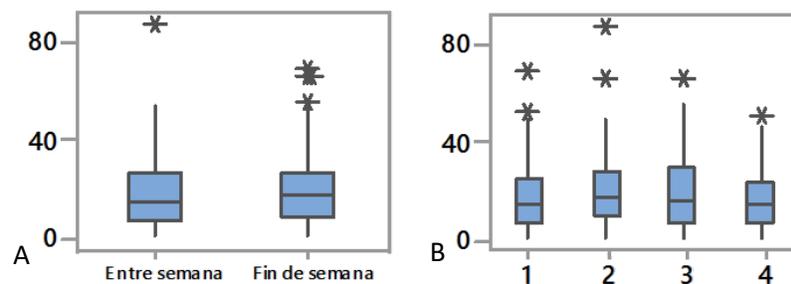


Figura 25. *Anser anser*. Diagramas de caja de datos no paramétricos. A. Entre semana y fin de semana ( $H = 1.70$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.192$ ); B. Entre el conteo inicial y las tres repeticiones ( $H = 2.90$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.407$ ).

La especie *Anser cygnoides* presentó una abundancia máxima entre semana de 9 individuos, una abundancia mínima de 1 y una mediana de 3. Durante los fines de semana la abundancia máxima fue de 8 individuos, la abundancia mínima de 1 y mediana de 4 (Fig. 26).

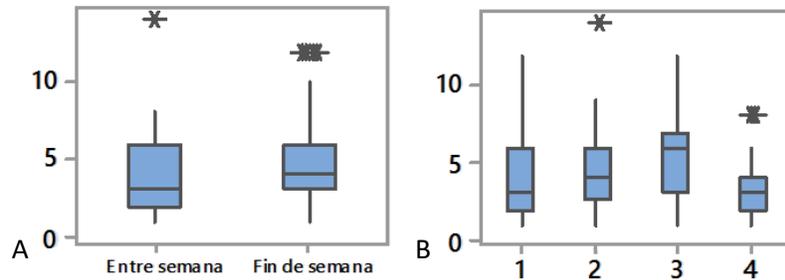


Figura 26. *Anser cygnoides*. Diagramas de caja de datos no paramétricos. A. Entre semana y fin de semana ( $H = 3.07$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.080$ ); B. Entre el conteo inicial y las tres repeticiones ( $H = 6.82$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.078$ ).

La especie *Cairina moschata* presentó una abundancia máxima entre semana de 29 individuos, una abundancia mínima de 5 y una mediana de 7. Durante los fines de semana la abundancia máxima fue de 29 individuos, la abundancia mínima de 3 y mediana de 8 (Fig. 27).

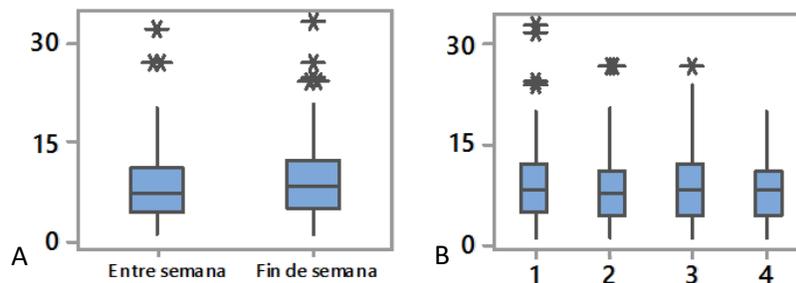


Figura 27. *Cairina moschata*. Diagramas de caja de datos no paramétricos. A. Entre semana y fin de semana ( $H = 3.82$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.051$ ); B. Entre el conteo inicial y las tres repeticiones ( $H = 0.53$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0.912$ ).

### Influencia de las actividades humanas.

Las actividades humanas registradas fueron: suministro de alimento, personas en lanchas, ciclismo, paseo en tren, agresión y desplazo de la avifauna. La actividad humana que más afectó el comportamiento de las aves e involucró una mayor cantidad de personas fue el suministro de alimento.

### Suministro de alimento.

Un total de 12475 individuos de diferentes especies consumieron alimento “humano” proporcionado por los visitantes y 719 individuos consumieron alimento balanceado proporcionado por el parque Tezozómoc (Fig. 28). El bolillo fue el alimento consumido por el mayor número de aves (5235) y también fue el alimento proporcionado por los vecinos



en mayor cantidad (de 50 a 90 piezas cada 4 o 5 días), seguido de frituras (4040) y tortillas (1134).

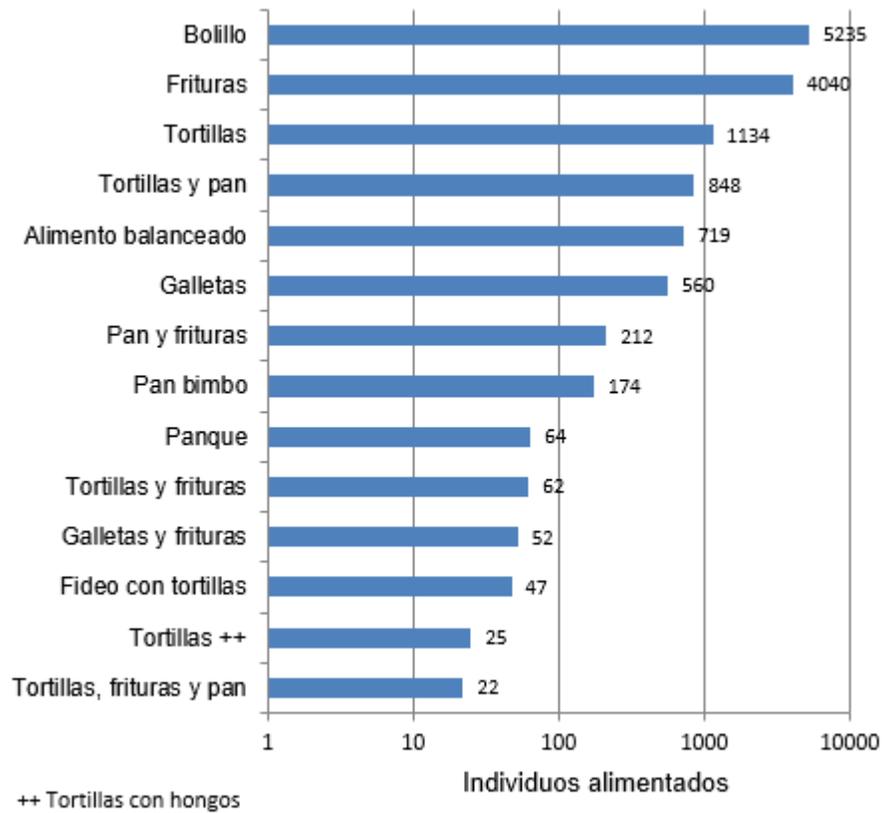


Figura 28. Alimento proporcionado a las especies presentes en el parque Tezozómoc por los visitantes, vecinos y el parque (los individuos se presentan en escala logarítmica para facilitar la visualización).

Todas las especies domésticas y las especies migratorias *Anas clypeata*, *Anas discors* y *Fulica americana* aprovecharon en diferente proporción el alimento de los visitantes.

Las especies que no consumieron alimento proporcionado por el parque o los visitantes fueron *Dendrocygna bicolor*, *Aix sponsa*, *Anas strepera*, *Anas acuta*, *Aythya valisineria*, *Anas americana*, *Anas cyanoptera*, *Aythya affinis*, *Oxyura jamaicensis*, *Podilymbus podiceps*, *Podiceps nigricollis*, *Ardea alba*, *Egretta thula*, *Egretta tricolor*, *Bubulcus ibis*, *Butorides virescens*, *Nycticorax nycticorax*, *Porzana carolina*, *Himantopus mexicanus* y *Tringa flavipes*. *Gallinula galeata* sólo consumió alimento balanceado del parque. *Aythya collaris* consumió galletas proporcionadas por los visitantes cuando el lago se encontraba seco casi en su totalidad, esta conducta se registró sólo dos ocasiones.

### Actividades de los visitantes.

El número de personas que proporcionaron alimento durante el periodo de estudio fue de 4801, la mayoría en grandes grupos durante los fines de semana como parte de una actividad de recreación. Entre semana se registró un máximo de 281 personas, un mínimo de 4 y un promedio de  $31.44 \pm 37.55$ , en los fines de semana un máximo de 357, un mínimo de 2 y un promedio de  $41.36 \pm 43.32$  (Fig. 29).

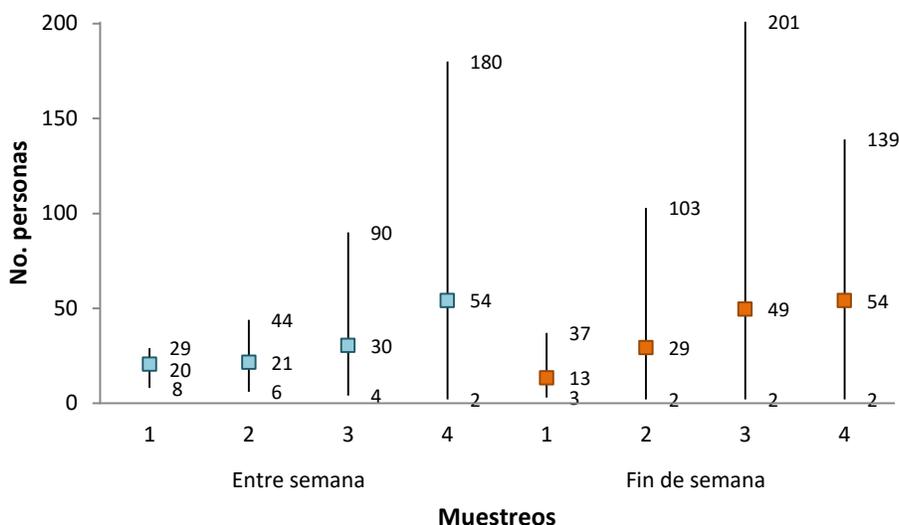


Figura 29. Número de personas que proporcionaron alimento durante los muestreos.

El número de personas que utilizaron lanchas fue de 3332, con un máximo de 144 personas, un mínimo de 4 y un promedio de  $12.2 \pm 20.43$  entre semana y durante fines de semana un máximo de 285, un mínimo de 2 y un promedio de  $43.61 \pm 46.95$  (Fig. 30).

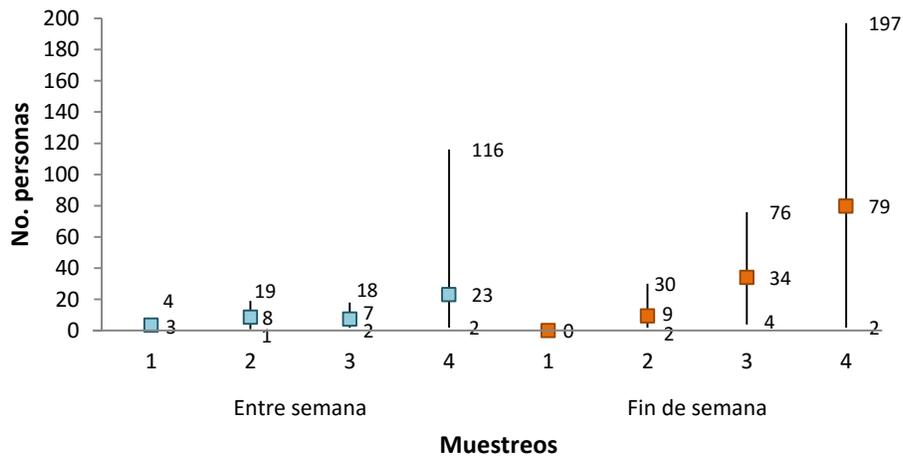


Figura 30. Número de personas utilizando lanchas durante los muestreos.

La alimentación de los visitantes también se realizó en menor medida desde lanchas (252 personas), durante recorridos en bicicleta (24) y tren (10) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de personas que proporcionaron alimento desde bicicleta, lancha y tren, promedios (máximo y mínimo).

Proporcionar alimento	Entre semana			Fin de semana		
	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio
Desde bicicleta	12	12	12	12	12	12
Desde lancha	12	4	9	36	6	23
Desde el tren	0	0	0	10	10	10

Las actividades de agresión a individuos incluyeron jugar tiro al blanco con pistolas de balines, arrojar troncos a gansos incubando, escupir, arrojar rocas, ramas, comida y basura, perseguir individuos con lanchas de control remoto, perseguir individuos para tocarlos, tomarse fotografías, desplazarlos del lugar o tratar de patearlos. Dado que las personas que agredieron a las aves fueron distintas en cada horario, se contabiliza el total de personas, que fue mayor en fin de semana (84 personas) con un mínimo de dos y un máximo de 16 por conteo, promedio  $4.5 \pm 3.11$ . Entre semana se registraron 36 personas agrediendo, con un mínimo de uno, máximo de 9 y un promedio de  $4.66 \pm 2.54$  (Fig. 31).

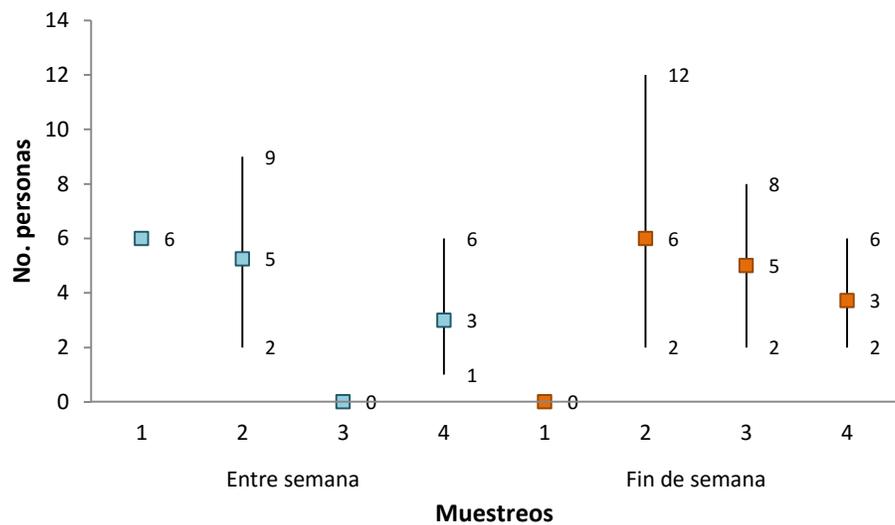


Figura 31. Número de personas agrediendo a individuos máximo, mínimo y promedio.

Las especies más alimentadas fueron *Anas clypeata*, *Anas platyrhynchos diazi*, *Anas platyrhynchos* domésticos y *Anser anser*. Las especies *Melozone fusca*, *Passer domesticus*, *Quiscalus mexicanus*, *Columba livia*, *Columbina inca* y la tortuga *Trachemys scripta* aprovecharon el alimento proporcionado a la avifauna acuática.



La especie *Anas clypeata* presentó un máximo de 169 individuos, un mínimo de 9 y un promedio de  $24.81 \pm 27.39$  entre semana y en fines de semana un máximo de 436, un mínimo de 4 y un promedio de  $54.67 \pm 53.93$  (Fig. 32).

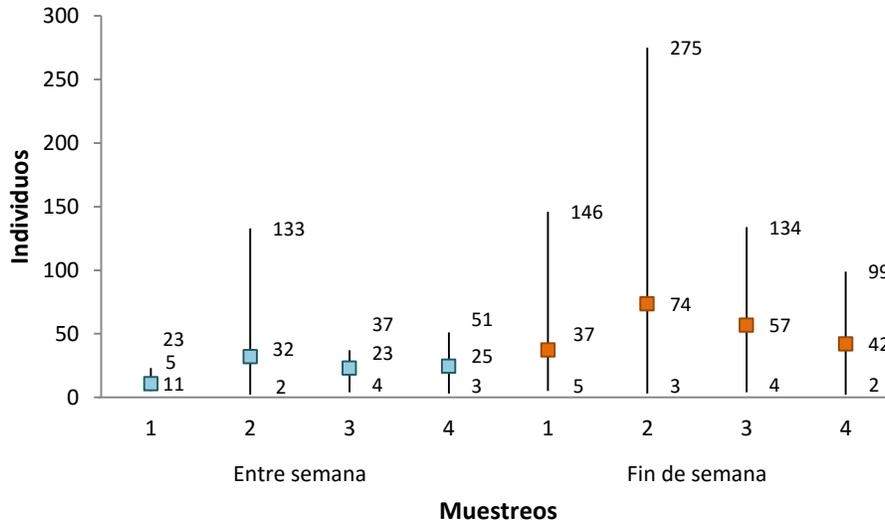


Figura 32. *Anas clypeata* máximo, mínimo y promedio de individuos alimentados por personas.

La especie *Anas platyrhynchos diazi* presentó un máximo de 145 individuos, un mínimo de 5 y un promedio de  $22.03 \pm 19.11$  entre semana y en fines de semana un máximo de 250, un mínimo de 4 y un promedio de  $35.75 \pm 30.08$  (Fig. 33).

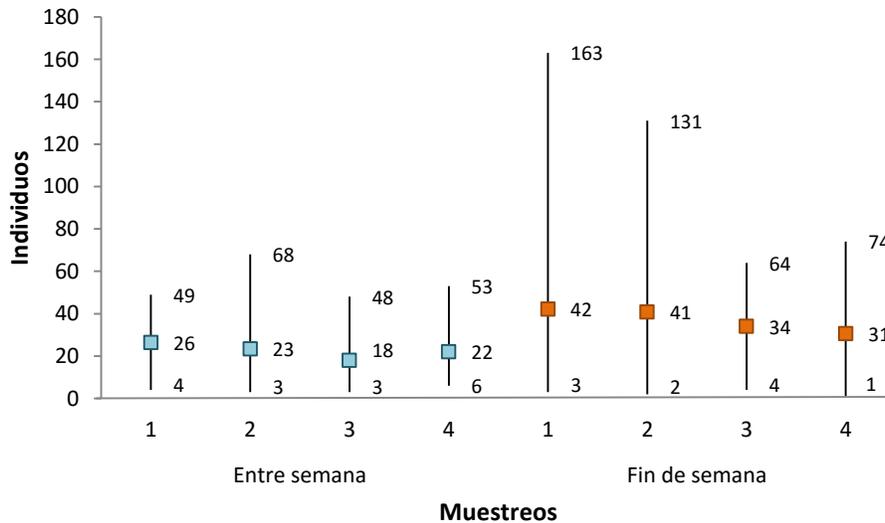


Figura 33. *Anas platyrhynchos diazi* máximo, mínimo y promedio de individuos alimentados por personas.



La especie *Anas platyrhynchos* domésticos presentó un máximo de 78 individuos, un mínimo de 1 y un promedio de  $10.71 \pm 9.15$  entre semana y en fines de semana un máximo de 174, un mínimo de 1 y un promedio de  $11.87 \pm 12.17$  (Fig. 34).

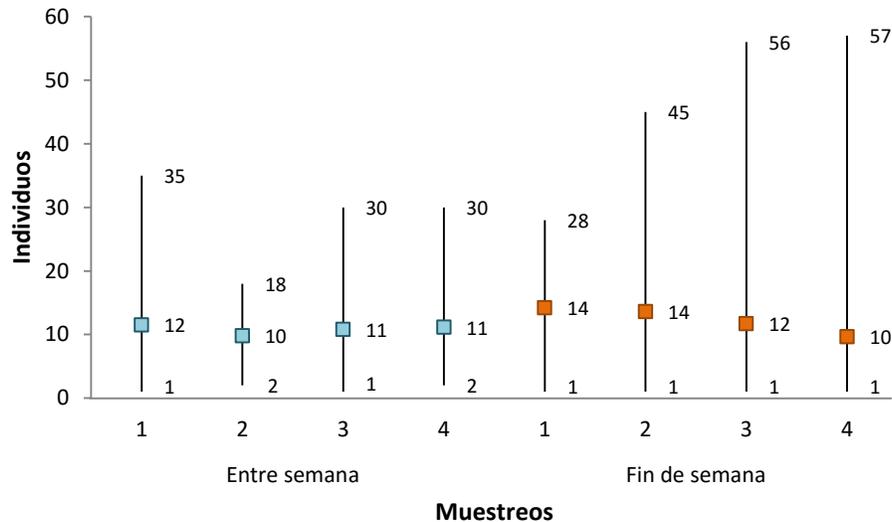


Figura 34. *Anas platyrhynchos* domésticos máximo, mínimo y promedio de individuos alimentados por personas.

La especie *Anser anser* presentó un máximo de 66 individuos, un mínimo de 5 y un promedio de  $15.03 \pm 14.46$  entre semana y en fines de semana un máximo de 81, un mínimo de 2 y un promedio de  $12.05 \pm 11.57$  (Fig. 35).

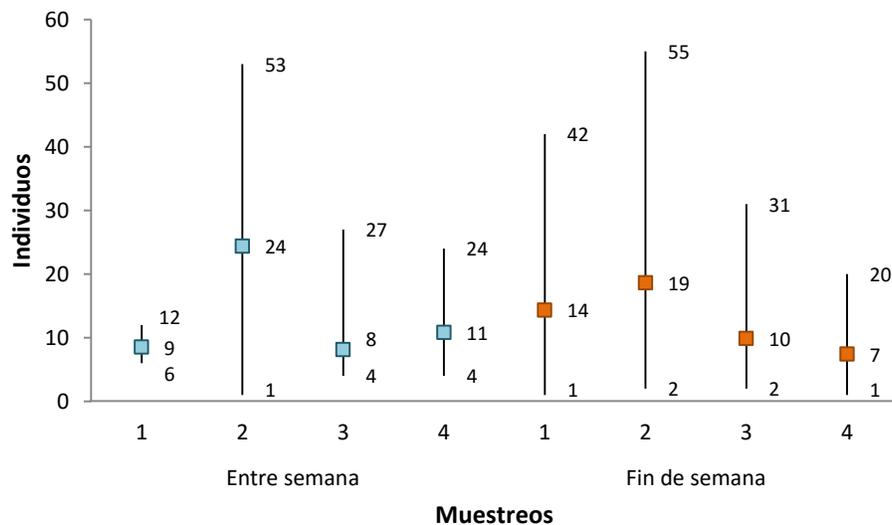


Figura 35. *Anser anser* máximo, mínimo y promedio de individuos alimentados por personas.



Las actividades de los visitantes influyeron en 15 especies de aves acuáticas. Algunos visitantes agredieron a las especies *Anas clypeata* (25 individuos), *Anas platyrhynchos diazi* (21) y *Anas platyrhynchos* domésticos (15) (Cuadro 3). Durante el proceso de desazolve del lago los vecinos (14 personas) proporcionaron agua y alimento a *Anas platyrhynchos* domésticos (4), *Cairina moschata* (3) *Anas platyrhynchos* híbridos (1) y *Anas platyrhynchos diazi* (1) (Cuadro 3). Las especies más desplazadas como parte de las actividades de recreación de los visitantes fueron *Anas clypeata* (138), *Anas platyrhynchos diazi* (57) y *Anas discors* (38) (Cuadro 3).

Aunque durante el uso de las lanchas la avifauna en general se desplaza para alejarse se observó que las especies *Anser anser*, *Anas platyrhynchos* domésticos, *Anas platyrhynchos híbridos*, *Anas clypeata* y *Anas platyrhynchos diazi* se mantenían nadando cerca de las lanchas. La especie *Cairina moschata* fue constantemente interrumpida durante el proceso de incubación y en algunas ocasiones se observó que algunos visitantes retiraban los huevos (Cuadro 3).



Cuadro 3. Actividad de los visitantes y número de individuos por especie involucrados en la actividad.

Especie	Agresión a individuos	Proporcionar alimento							
		Agua y alimento	A pie	Desde bicicleta	Desde lancha	Desde el tren	Desplazo de lugar	Usando lanchas	Retiro de huevo
Reptiles-Tortugas			7						
Aves									
<i>Anser anser</i>	10		1060	9	41			3	
<i>Anser cygnoides</i>			72						
<i>Cairina moschata</i>	14	3	393		1		1		1
<i>Anas americana</i>							2		
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	21	1	3543	4	239	5	57	1	
<i>Anas platyrhynchos</i> domésticos	15	4	1079	5	25	2		2	
<i>Anas platyrhynchos</i> híbridos	7	1	639	5	22			1	
<i>Anas discors</i>			725	2	6		38		
<i>Anas cyanoptera</i>							1		
<i>Anas clypeata</i>	25		4129	6	107		138	11	
<i>Aythya collaris</i>			4						
<i>Aythya affinis</i>							2		
<i>Ardea alba</i>							2		
<i>Gallinula galeata</i>	2		5						
<i>Fulica americana</i>			300		8		2		
<i>Columba livia</i>			11						
<i>Columbina inca</i>			32						
<i>Melospiza fusca</i>			2						
<i>Quiscalus mexicanus</i>			694						
<i>Passer domesticus</i>			6						
Total	94	9	12701	31	449	7	243	18	1



### Actividad de lanchas y botes de remos.

Durante el conteo inicial se estableció la abundancia de la avifauna antes del aumento de la presencia humana. Se observó que durante las repeticiones del conteo el número de individuos de las especies silvestres disminuyó al aumentar la actividad de las lanchas y el número de visitantes (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación del número de individuos de especies silvestres, número de lanchas y número de visitantes por muestreo y día de muestreo.

Número de muestreo	Entre semana				Fin de semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Número de individuos	11569	7614	6883	6526	24886	16411	14489	13583
Número de lanchas	3	23	36	70	0	81	277	697
Número de personas	142	378	411	728	147	942	2332	3789

### Relaciones intra- e inter-específicas.

Se registraron 493 eventos de interacciones agonísticas entre las especies que hacían uso del lago y sus alrededores. Las especies más agresivas fueron *Anas platyrhynchos diazi* (149 interacciones), *Fulica americana* (114) y *Anser anser* (78). La mayoría de las interacciones correspondieron a un individuo agrediendo a otro y la mayoría de las agresiones fueron intra-específicas. Las especies más agredidas fueron *Anas platyrhynchos diazi* (148), *Fulica americana* (112), *Anser anser* (53) y *Anas clypeata* (46) (Cuadro 5).



Cuadro 5. Especies agredidas durante las interacciones agonísticas.

Especie agresora	Especie agredida																Total				
	<i>Anas clypeata</i>	<i>Anas cyanoptera</i>	<i>Anas diazi</i>	<i>Anas discors</i>	<i>Anas domesticus</i>	<i>Anas hibridos</i>	<i>Anas strepera</i>	<i>Anser anser</i>	<i>Anser cygnoides</i>	<i>Ardea alba</i>	<i>Bubulcus ibis</i>	<i>Cairina moschata</i>	<i>Dendrocygna bicolor</i>	<i>Egretta thula</i>	<i>Fulica americana</i>	<i>Gallinula galeata</i>		<i>Himantopus mexicanus</i>	<i>Myiopsitta monachus</i>	<i>Oxyura jamaicensis</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>
<i>Accipiter striatus</i>															1						1
<i>Anas americana</i>					1																1
<i>Anas clypeata</i>	15			2											1						18
<i>Anas diazi</i>	9	1	131	3			1											4			149
<i>Anas discors</i>	3			20																	23
<i>Anas domesticus</i>	3		5	1	5	4						4			1						23
<i>Anas hibridos</i>	1		1		5	7						2	1							1	18
<i>Anser anser</i>	4			1	7	5		48	3	1		7	1	1							78
<i>Anser cygnoides</i>					1	1		4	1			1									8
<i>Ardea alba</i>										1					1						2
<i>Bubulcus ibis</i>											4										4
<i>Cairina moschata</i>					2	4						4									10
<i>Egretta thula</i>														4							4
<i>Fulica americana</i>	2			2	1										107	1				1	114
<i>Gallinula galeata</i>																					1
<i>Oxyura jamaicensis</i>	1														1				10		12
<i>Quiscalus mexicanus</i>	8		11	2				1						1	1		2				27
Total	46	1	148	32	21	21	1	53	4	2	5	18	2	7	112	1	2	4	10	3	493

Las conductas de agresión fueron picotazos, aleteos (303), persecución, aleteos (184), aleteo, vocalización (4), aleteos, patadas (1) y picotazos, persecución nadando en círculos (1) (Cuadro 6). El nombre de las conductas de agresión describe las conductas observadas.



Cuadro 6. Conductas de agresión.

Especie agresora	Conducta de agresión					Total
	Aleteo, vocalización	Aleteos, patadas	Persecución, aleteos	Picotazos, aleteos	Picotazos, persecución nadando en círculos	
<i>Accipiter striatus</i>				1		1
<i>Anas americana</i>				1		1
<i>Anas clypeata</i>				18		18
<i>Anas diazi</i>			52	96	1	149
<i>Anas discors</i>				23		23
<i>Anas domesticus</i>			8	15		23
<i>Anas híbridos</i>			6	12		18
<i>Anser anser</i>			7	71		78
<i>Anser cygnoides</i>				8		8
<i>Ardea alba</i>			1	1		2
<i>Bubulcus ibis</i>	4					4
<i>Cairina moschata</i>			1	9		10
<i>Egretta thula</i>				4		4
<i>Fulica americana</i>		1	93	20		114
<i>Gallinula galeata</i>				1		1
<i>Oxyura jamaicensis</i>			11	1		12
<i>Quiscalus mexicanus</i>			5	22		27
Total	4	1	184	303	1	493

En la mayoría de los casos la conducta de respuesta de las especies fue menos agresiva, las principales conductas de respuesta a la agresión fueron desplazo de lugar (382) y picotazos y aleteos (107) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Conducta de respuesta de las especies agredidas a las conductas de agresión.

Especie agredida	Respuesta de especie agredida					Total
	Aleteos, patadas	Continua acicalando	Desplazo de lugar	Escape con el alimento	Picotazos, aleteos	
<i>Anas clypeata</i>			32		14	46
<i>Anas cyanoptera</i>			1			1
<i>Anas diazi</i>			114		34	148
<i>Anas discors</i>			22		10	32
<i>Anas domesticus</i>			19		2	21
<i>Anas híbridos</i>			15		6	21
<i>Anas strepera</i>			1			1
<i>Anser anser</i>		1	20		32	53
<i>Anser cygnoides</i>					4	4
<i>Ardea alba</i>			2			2
<i>Bubulcus ibis</i>			5			5
<i>Cairina moschata</i>			15		3	18
<i>Dendrocygna bicolor</i>			2			2
<i>Egretta thula</i>			6		1	7
<i>Fulica americana</i>	1		108	2	1	112
<i>Gallinula galeata</i>			1			1
<i>Himantopus mexicanus</i>			2			2
<i>Myiopsitta monachus</i>			4			4
<i>Oxyura jamaicensis</i>			10			10
<i>Quiscalus mexicanus</i>			3			3
Total	1	1	382	2	107	493

### Actividad reproductiva de las aves.

Se registraron 57 eventos de cópula (Cuadro 8), 39 eventos de cópula intra específica de *Anas platyrhynchos* domésticos (13), *Anas platyrhynchos* híbridos (8), *Anas platyrhynchos diazi*, *Anser anser* (8), *Cairina moschata*, *Anas discors* (1) y 18 eventos de cópula inter específica entre *Anas platyrhynchos* domésticos/*Anas platyrhynchos* híbridos (16), *Anas platyrhynchos* domésticos/*Cairina moschata* (1), *Anas platyrhynchos* híbridos/*Cairina moschata* (1). Además se registró la reproducción e incubación de huevos de *Anser anser*, *Anser cygnoides* y *Cairina moschata*, con éxito de pollos en la especie *Anser anser* (Fig. 36).



Cuadro 8. Eventos de cópula intra e inter específica.

Especie que inicia cópula	<i>Anas diazi</i>	<i>Anas discors</i>	<i>Anas domesticus</i>	<i>Anas híbridos</i>	<i>Anser anser</i>	<i>Cairina moschata</i>	Total general
<i>Anas diazi</i>	8						8
<i>Anas discors</i>		1					1
<i>Anas domesticus</i>			13	7		1	21
<i>Anas híbridos</i>			9	8		1	18
<i>Anser anser</i>					8		8
<i>Cairina moschata</i>						1	1
Total general	8	1	22	15	8	3	57

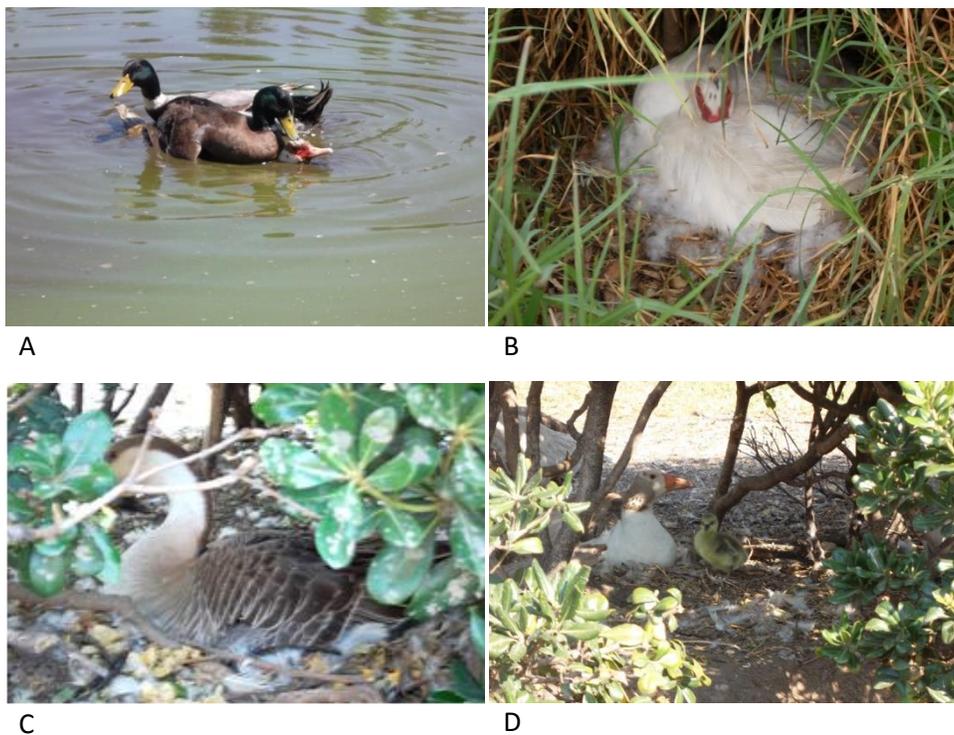


Figura 36 Reproducción y cópula. A. Evento de cópula interespecífica, B. Incubación de *Cairina moschata*, C. Incubación de *Anser cygnoides* y D. Éxito reproductivo de *Anser anser*.

# Discusión.

## Cambios en la zona.

Los organismos confían en pistas ambientales y estructurales para tomar “decisiones” sobre diferentes aspectos de su vida incluyendo migración, reproducción y alimentación. Las modificaciones del ambiente derivan en modificaciones de conducta como respuesta adaptativa (Weldon y Haddad, 2005; Robertson y Hutto, 2006). El espejo de agua y la facilidad para conseguir comida de origen “humano” pueden ser pistas para la selección del parque Tezozómoc.

Las trampas ecológicas ocurren cuando se presentan cambios repentinos en el ambiente o por estímulos antropogénicos nuevos como sitios de anidación, alimento y modificación del hábitat. Este fenómeno conductual se produce cuando un individuo mediante pistas ambientales prefiere un hábitat de baja calidad, afectando de manera negativa su condición y en última instancia afectando su supervivencia (Kokko y Sutherland, 2001; Schlaepfer *et al.*, 2002; Battin, 2004; Robertson y Hutto, 2006; Gilroy y Sutherland, 2007; Pärt y Villard, 2007; Fletcher *et al.*, 2012; Robertson, 2012).

Al iniciar los trabajos de desazolve la mayoría de las especies silvestres abandonaron el lago, las especies *Fulica americana*, *Ardea alba*, *Anas discors* y *Anas platyrhynchos diazi* mostraron resistencia a retirarse por completo del parque y permanecieron aún con un bajo o casi nulo nivel de agua. Se registró un individuo de la especie *Anas discors* que permaneció solitario siete días y fue encontrado muerto en un recipiente con agua.

Todas las aves necesitan lugares para descansar durante el día y la noche para evitar depredación y estrés (Weller, 1999). Los arbustos que servían como refugio para las aves fueron removidos, permitiendo mayor acceso a los visitantes y perdiendo las zonas de descanso a las que anteriormente no podían acceder.

## Riqueza específica.

El conocimiento de la conducta de los individuos permite monitorear las consecuencias de nuestras intervenciones sobre los ambientes. La transformación súbita del ambiente propiciada por la actividad humana, impone límites que restringen la probabilidad de respuesta evolutiva en las poblaciones (Gómez de Silva y Oliveras de Ita., 2002). Este impacto se reflejó en la disminución de la riqueza específica que inició en el mes de marzo debido al desazolve del lago para la extracción de sedimento como parte de la primera fase de remodelación del parque



Tezozómoc. Como respuesta a este cambio especies como *Podilymbus podiceps*, *Gallinula galeata*, *Dendrocygna bicolor* y *Aythya collaris* abandonaron progresivamente el lago.

Después de la remodelación en el parque y en un periodo de sólo 21 días después del llenado del lago se registró un retorno paulatino de especies, la primera en retornar fue *Ardea alba*, seguida de *Anas discors*, *Bubulcus ibis*, *Egretta thula* y *Anas clypeata*. El periodo que cubrió el estudio permitió observar el regreso de estas especies y una recuperación de la abundancia sin llegar a los valores máximos registrados al inicio de los muestreos, indicando que después de una modificación antropogénica con una duración de cuatro meses aproximadamente el parque Tezozómoc tiene la capacidad de recuperar la riqueza de especies dentro de la misma temporada de migración.

### Comparación de la avifauna.

Al realizar la comparación del presente estudio con los trabajos en el mismo sitio realizados por Ramírez-Bastida (2000) y Villafranco (2000) cinco especies no fueron registradas ya que en su mayoría se trataban de especies raras y esporádicas. En el caso de la especie *Dendrocygna autumnalis* fue reportado un organismo, probable escape ya que permitía la cercanía humana. *Charadrius vociferus* es una especie en disminución en áreas urbanas que no fue registrada durante los días de muestreo al ser una especie muy rara y esporádica. *Aythya americana* y *Phalaropus tricolor* son especies poco frecuentes y raras que no se registraron. En el caso de *Egretta caerulea* en estudios previos fue observada sólo una vez perchando momentáneamente.

Los cuerpos de agua artificiales que se han creado en el Valle de México han mostrado una tendencia a incrementar su riqueza, como en el humedal Espejo de los Lirios (Sánchez, 2010). En el parque Tezozómoc se observó esta tendencia al registrarse un aumento de la riqueza específica en este estudio comparada con estudios anteriores, esto puede explicarse por las altas cantidades de recursos alimenticios de diferentes orígenes que pueden sostener a una gran densidad de aves (Shochat *et al.*, 2010; Hassen–Aboushiba, 2014). Incluso algunas especies visitantes de invierno o con ocurrencia durante la migración, esporádicas y raras o muy raras fueron registradas durante este estudio como *Podiceps nigricollis*, *Aix sponsa*, *Dendrocygna bicolor* y *Anas strepera*.

### Estacionalidad.

Se observó un cambio en la estacionalidad de la especie *Anas acuta* reportada como residente reproductor por Villafranco (2000), durante el presente estudio esta especie se registró únicamente dos ocasiones en el mes de diciembre. *Ardea alba* reportada como Visitante invernal



por Howell y Webb (2010), se encuentra en el parque durante todo el año probablemente por la presencia de alimento como peces y ajolotes y la cercanía con otros humedales que les permite abandonar el parque al aumentar la presencia humana, sin embargo no se registró ningún evento reproductivo. Durante el estudio se registraron las especies transitorias *Anas americana*, *Egretta tricolor*, *Tringa flavipes* y un registro accidental de la especie *Dendrocygna bicolor*.

### **Abundancia relativa.**

La conducta alimenticia y las diferentes combinaciones de estrategias de forrajeo y dieta confieren a las especies diferentes niveles de resistencia ante cambios en el ambiente (Gómez de Silva y Oliveras de Ita., 2002). El proceso de desazolve del lago afectó la abundancia de especies, esto se reflejó en la disminución del número de individuos en casi todas las especies durante este periodo. Es importante señalar que *Anas platyrhynchos diazi* continuó frecuentando el parque a pesar del bajo nivel de agua, ya que seguía aprovechando el alimento proporcionado por los visitantes. En el caso de las garzas la tala de los árboles que utilizaban como sitios de percha redujo su abundancia y abandonaron casi por completo el parque.

Las especies que son beneficiadas con la comida brindada por los humanos, aumentan su abundancia y actividad reproductiva (Orams, 2002). Las especies domésticas *Anser anser*, *Cairina moschata*, *Anas platyrhynchos* domésticos y *Anas platyrhynchos* híbridos presentaron un aumento en su abundancia al ser las especies más beneficiadas con el alimento proporcionado.

*Aythya collaris* reportada por Howell y Webb (2010) por presentarse en grupos de 2 a 10 individuos en el Valle de México, fue observada en grupos de 2 a 14 organismos juntos entre hembras y machos. Estos grupos también fueron observados en Vaso Carretas indicando un sitio atractivo para esta especie (Aguilar, 2009), es importante resaltar que esta especie regresó al parque después del desazolve del lago.

Se observó un incremento de la abundancia relativa de *Anas clypeata*, *Anas discors*, *Ardea alba*, *Fulica americana*, *Egretta thula* y *Bubulcus ibis* en comparación con estudios anteriores (Ramírez-Bastida 2000 y Villafranco 2000). *Bubulcus ibis* presentó un cambio notable al pasar de abundante a abundancia extrema durante el presente estudio.

### **Frecuencia relativa.**

Algunas especies esporádicas como *Anas americana* y *Anas cyanoptera* podrían indicar mejores condiciones en el humedal (Ramírez-Bastida, 2000), al igual que la presencia de *Aythya affinis*, ya que se considera que sus poblaciones pueden estar declinando por efectos de contaminantes y la baja sobrevivencia de las hembras (Gurrola-Hidalgo, 2005).



## Diversidad.

Un factor que puede afectar la distribución, riqueza y diversidad de especies es la heterogeneidad del hábitat y la disponibilidad de zonas con agua profunda utilizadas por especies de patos buceadores, zambullidores y gansos para el forrajeo y zonas de poca profundidad usadas por garzas, playeros y garcetas (Traut y Hostetler, 2004; Hassen–Aboushiba, 2014), el lago tiene zonas con una profundidad máxima de 2.2m y zonas con poca profundidad en las orillas y una profundidad mínima de 50cm; con aguas más someras y una mayor heterogeneidad de hábitat se tendrían más especies.

Otros factores que pueden afectar la riqueza, diversidad y abundancia son el tamaño y heterogeneidad del sitio, cobertura de arbustos, presencia de agua y disponibilidad de árboles muertos (Tilghman, 1987; Cicero, 1989; Hassen–Aboushiba, 2014), aunque el tamaño del humedal es relativamente pequeño (17 000m<sup>2</sup>) comparado con otros humedales del noroeste de la Ciudad de México como el Espejo de los Lirios (151,610.35m<sup>2</sup>) o Vaso Carretas, el parque Tezozómoc presenta una riqueza de especies alta.

La vegetación es un recurso importante para las aves, el área con vegetación acuática provee refugio y alimento, mientras que la vegetación terrestre proporciona sitios de anidación y puede mitigar la perturbación humana reduciendo la accesibilidad al humedal (Fredrickson y Reid, 1988; Cicero, 1989; Murray *et al.*, 2013). Durante la mayor parte del estudio la vegetación acuática fue reducida, después de los trabajos de remodelación se aumentó la cobertura vegetal y se puede esperar un aumento de las especies obligadas de ambientes lacustres y una disminución del consumo de alimento de origen antropogénico si se mantiene y aumenta la cobertura vegetal.

La distancia entre áreas puede ser un factor determinante para la presencia de especies (Batllori y Uribe, 1988), debido a que pueden desarrollar distintas actividades en más de un sitio. La cercanía del parque Tezozómoc con los humedales Vaso Regulador El Cristo (400 m), Vaso Regulador Carretas (4.95 km) y Presa Madín (7 km), permite la movilidad temporal y presencia constante de las especies migratorias.

La riqueza y abundancia de especies se debe en parte a los movimientos de aves detectados entre El Cristo y el parque Tezozómoc (Ramírez-Bastida, 2000) y la cercanía entre estos lugares que permiten formar “corredores”.

## Variación de especies entre conteos.

La prueba Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas en los muestreos entre semana y en fines de semana y entre las repeticiones del conteo inicial a pesar de los valores atípicos en los

diagramas de caja de datos no paramétricos debido a la gran variabilidad de los datos en cada conteo, la variación de las especies dominantes y la baja cantidad de individuos de especies como *Anas strepera*, *Anas acuta*, *Anas americana*, *Dendrocygna bicolor*, *Podilymbus podiceps*, *Podiceps nigricollis* y *Porzana carolina*. Estos resultados confirman las diferencias en la abundancia de las especies que se registraron en campo asociadas al suministro de alimento, aumento en la actividad de los visitantes y número de lanchas.

La diferencia de los muestreos entre semana y en fin de semana se debe al descenso en la abundancia en los conteos durante fines de semana donde existía una mayor cantidad de personas utilizando lanchas y realizando actividades recreativas alrededor del lago, la mayoría de las veces en grandes grupos familiares.

La influencia de la actividad humana en la riqueza y diversidad de especies en parques urbanos depende de la cantidad de cobertura protectora (Cicero, 1989). En los conteos iniciales la abundancia de las especies *Anas discors*, *Anas cyanoptera*, *Anas clypeata*, *Bubulcus ibis* y *Egretta thula* se mantuvo en un intervalo semejante de un muestreo a otro, durante las repeticiones del conteo inicial se observó un descenso en la abundancia de las especies migratorias y en algunos casos se observó individuos de algunas especies como *Anas cyanoptera* y *Anas americana* abandonando el parque al aumentar la actividad humana, especialmente en ocasiones donde los visitantes utilizando lanchas invadían el montículo en el centro del lago que la mayoría de las especies utilizaban para descansar y acicalarse.

De las cinco especies migratorias que se incluyeron en el análisis por especie sólo las especies *Anas platyrhynchos diazi* y *Bubulcus ibis* presentaron diferencia entre el conteo inicial y las tres repeticiones, esto se debe a que *Bubulcus ibis* utilizaba el parque Tezozómoc como sitio de descanso y lo abandonaba casi por completo durante los primeros conteos, en el caso de *Anas platyrhynchos diazi* aunque consumió alimento “humano”, presentó gran movilidad y se observó a los individuos abandonando el parque durante las repeticiones del conteo inicial.

Las especies silvestres *Anas discors*, *Anas clypeata* y *Fulica americana* no mostraron diferencias significativas, esto puede indicar tolerancia de las actividades humanas o puede ser atribuido a la variación en la abundancia entre los conteos como en la especie *Anas clypeata* que presentó gran movilidad y abandonó el parque registrando 166 individuos menos entre el primer y último conteo aunque consumió el alimento proporcionado por los visitantes.



En las especies domésticas sólo *Anas platyrhynchos* híbridos presentó diferencia en los conteos entre semana y fin de semana, esto se puede atribuir a una mayor actividad para aprovechar el alimento proporcionado en mayor cantidad durante los fines de semana.

### **Influencia de las actividades humanas.**

La exposición a los ambientes urbanos con áreas verdes tiene beneficios a la salud que se incrementan al aumentar la riqueza de plantas, aves y mariposas del sitio (Dearborn y Kark, 2010; Jones, 2010; Jones, 2011b), los visitantes comentaron que acudían al parque para relajarse, caminar y estar en contacto con la naturaleza. Durante este estudio se observó el fenómeno de “extinción de la experiencia” principalmente en jóvenes que tienen oportunidades limitadas de observar o interactuar con la naturaleza pero fue inspirador conocer personas que sin tener mucha información sobre la fauna se preocupan por cuidar a los animales que los rodean y ver padres enseñando a sus hijos a apreciar la belleza de la naturaleza y el respeto hacia los seres vivos.

La observación de avifauna acuática proporciona la sensación de bienestar (Jones, 2010), en el parque las aves acuáticas son la principal atracción de los visitantes y vecinos quienes disfrutaban observar “la cantidad de patos de diferentes formas y tamaños”. Durante el estudio resolví dudas de los visitantes y en algunas ocasiones les mostré la variedad de tamaños, colores de plumaje y conductas de las aves acuáticas. Los comentarios de los visitantes denotan falta de información sobre las aves, pero a la vez su interés abre la puerta para promover programas de educación ambiental y talleres que permitan difundir sobre la importancia de las aves acuáticas y otros temas.

### **Suministro de alimento.**

La disponibilidad de alimento es una característica crucial para determinar la viabilidad del hábitat (White y Main, 2005). El alimento de origen antropogénico puede afectar virtualmente cada aspecto de la ecología de las aves, con efectos positivos como el incremento de la supervivencia durante el invierno y el éxito reproductivo al complementar o reemplazar a otras fuentes de alimento en lugares alterados por influencia de la actividad humana y efectos negativos como la propagación de enfermedades, aumento de depredadores, aumento de agresión, dependencia y creación de trampas ecológicas (Dunkley y Cattet, 2003; O’Leary y Jones, 2006; Ottoni *et al.*, 2008; Robb *et al.*, 2008; Chapman y Jones, 2010; Jones, 2011a, 2011b). Debido a su alta digestibilidad con frecuencia su consumo sólo puede ser detectado mediante observaciones de conducta (Ottoni *et al.*, 2008).



La atracción de aves mediante alimentación es una forma popular de interacción con la fauna de la cual se cuenta con poca información (Chapman y Jones, 2010; Jones, 2011a). Las personas alimentan a las aves porque esta actividad les proporciona placer al disfrutar su compañía, les permite observarlas o lo sienten como una forma de revertir los impactos negativos del ser humano (Jones, 2011a). En el parque Tezozómoc los vecinos (como parte de su rutina diaria) y los visitantes, la mayoría de las veces en grupos familiares proporcionaron alimento como forma de recreación y en un intento por “ayudar” a la avifauna, esto aumentó durante la rehabilitación del parque, especialmente durante el tiempo que los patos domésticos tenían menos fuentes de alimento al secarse el lago, expresando que esta actividad les proporcionaba bienestar. Este tipo de interacción tiene un gran impacto a largo plazo sobre la percepción de la naturaleza (Jones, 2010).

La alimentación de patos con recursos de origen antropogénico se realiza principalmente con comida que se lleva a un día de campo como el pan, este tipo de alimento puede tener un impacto negativo en la condición de los individuos al tener poco aporte nutricional y aumentar el peso de las aves (Robertson y Hutto, 2006; Ottoni *et al.*, 2008; Chapman y Jones, 2010).

Los lugares donde se proporciona comida para aves pueden actuar como trampas ecológicas al proporcionar pistas erróneas sobre la calidad del hábitat con base en la cantidad de alimento (Robb *et al.*, 2008; Jones, 2011a). Cuando el alimento proporcionado por los humanos es suficiente para reducir el tiempo y esfuerzo de forrajeo, los individuos pierden la habilidad de forrajeo y se desarrolla una dependencia (Orams, 2002; O’Leary y Jones, 2006; Jones, 2011a).

La mayoría de las especies exhibieron conductas que indican una habituación a la presencia humana como la búsqueda de alimento “humano” o balanceado durante el periodo de desazolve del lago por *Aythya collaris* y *Gallinula galeata*. Se observaron conductas alimenticias que pueden ser mal adaptativas en las especies domésticas que dependían en gran medida del suministro de alimento. La especie residente *Anas platyrhynchos diazi* permaneció en el parque durante el periodo de desazolve para obtener alimento proporcionado por los visitantes y después abandonaban el parque (Orams, 2002; O’Leary y Jones, 2006; Robb *et al.*, 2008; Jones, 2011a). Las especies *Anas strepera*, *Anas acuta*, *Anas americana*, *Dendrocygna bicolor*, *Podilymbus podiceps*, *Podiceps nigricollis* y *Porzana carolina* se observaron menos tolerantes a la presencia humana y no consumieron comida “humana”.



### Actividad de lanchas, botes de remos, bicicletas y tren turístico.

La respuesta de la avifauna a la perturbación humana es análoga a la respuesta ante depredadores. La mayoría de la fauna normalmente se queda a una distancia segura de los seres humanos, como una adaptación que les permite escapar en caso de peligro. En las aves acuáticas el vuelo de escape es la respuesta más observable, después de que las aves nadan para alejarse de la actividad humana (Korschgen y Dahlgren, 1992; Orams, 2002; Pease *et al.*, 2005; Kelly y Evens, 2013). En todas las especies se observaron conductas de evasión, fueron más evidentes en las que no aprovechaban el alimento de origen antropogénico y en las que abandonaban el parque al aumentar la actividad de los visitantes y de las lanchas como *Anas cyanoptera*, *Anas americana* y *Anas acuta*.

Las actividades de recreación humana pueden alterar el éxito reproductivo, distribución y conducta de la avifauna, ya que las aves tienen que incrementar el tiempo de vigilancia y disminuyen el tiempo de forrajeo (Fernandez-Juricic *et al.*, 2001), reduciendo la sobrevivencia especialmente durante la temporada de migración (Chace y Walsh, 2006). Las especies migratorias *Anas discors* y *Fulica americana* mostraron poca o nula disminución en su abundancia máxima entre el primer y el último muestreo sugiriendo que estas especies no son tan afectadas por el incremento de la presencia humana y presentan un grado mayor de tolerancia a las actividades de recreación del parque Tezozómoc.

Los animales que se habitúan al contacto con los seres humanos y que asocian la actividad humana con comida se encuentran en mayor riesgo al no estar adaptados a esquivar automóviles, botes o personas que pueden lastimarlos (Orams, 2002). Todas las especies domésticas en el parque Tezozómoc que tenían un mayor grado de habituación se encontraron en situaciones de riesgo. Durante el estudio se registraron agresiones de los visitantes a la avifauna sin realizar acciones para intervenir en estas interacciones negativas que fueron realizadas por niños en algunas ocasiones supervisados por sus padres, los cuales no intentaron detener la agresión. Las agresiones se realizaron utilizando lanchas de control remoto o lanchas y botes rentados para perseguir patos domésticos, lanzar piedras a un grupo de *Anser anser* incubando, utilizar pistolas de juguete que se venden en el parque para jugar tiro al blanco contra la especie *Anas clypeata* y retirar huevos en incubación de *Anser anser* y *Cairina moschata*.

*Cairina moschata*, *Anas platyrhynchos* domésticos, *Anas platyrhynchos* híbridos, *Anser anser* y las especies silvestres *Fulica americana*, *Anas platyrhynchos diazi*, *Anas discors* y *Anas clypeata* modificaron su respuesta natural de alejarse del peligro, nadando con mucha frecuencia cerca de las lanchas en lugar de alejarse, esta conducta como resultado de la comida proporcionada

por los visitantes desde las lanchas, el tren turístico y las bicicletas. Las especies migratorias se desplazaron evitando la cercanía de personas o lanchas y en algunas ocasiones volando en círculos alrededor y fuera del lago, interrumpiendo las actividades de descanso o búsqueda de alimento y gastando energía adicional (Weller, 1999; Chace y Walsh, 2006; Kelly y Evens, 2013).

### Relaciones intra- e inter-específicas.

Las relaciones intra- e inter-específicas son un mecanismo por el cual los individuos compiten por recursos esenciales generalmente limitados, pueden influenciar la selección del hábitat, afectar la eficiencia durante el periodo de forrajeo, reducir la disponibilidad de territorio y presas (Alexander, 1987; White y Main, 2005).

Los gansos y otras especies de aves sociales forman grandes grupos con complejas relaciones, las interacciones dentro de estos grupos pueden ser de dos tipos, “activas” durante interacciones agonísticas y “pasivas” para reducir los efectos del estrés mediante la presencia de un aliado (Scheiber *et al.*, 2009b). El apoyo social puede aumentar el éxito en las interacciones agonísticas y el acceso a fuentes de comida (Scheiber *et al.*, 2009a). La especie que presentó mayor cantidad de interacciones fue *Anser anser*, esto se debe al apoyo social activo que los gansos proveen durante las interacciones agonísticas, este apoyo frecuentemente consiste en vocalizaciones de demostración realizadas por el resto del grupo (Scheiber *et al.*, 2009a).

Altas densidades de individuos en un área, la disponibilidad de alimento y la alimentación suplementaria pueden influenciar las interacciones agonísticas durante el forrajeo (Orams, 2002; Robb *et al.*, 2008; Jones, 2011a). Un ejemplo de esto fue el desplazamiento de *Anas discors*, *Anas clypeata* y las especies domésticas por parte de *Anser anser* cuando las personas proporcionaban alimento, esta especie obtenía una mayor cantidad de alimento desplazando a otras especies. Después del retiro de las especies domésticas, se observó un ligero desplazamiento de las zonas de descanso y lugares donde se ofrecía alimento de las especies *Anas discors* y *Anas clypeata* por la especie *Anas platyrhynchos diazi*.

Al igual que en el Espejo de los Lirios (Sánchez, 2010) *Fulica americana* y *Quiscalus mexicanus* fueron de las especies más agresivas, aunque en este estudio sólo se registraron las interacciones hacia la avifauna acuática, la especie *Quiscalus mexicanus* fue la cuarta especie más agresiva y durante los muestreos se le observó agrediendo a otras especies como *Accipiter striatus*. En el caso de *Fulica americana* que fue la segunda especie más agresiva es importante resaltar que en este estudio la mayoría de las agresiones fueron intra específicas a diferencia del Espejo de los Lirios donde esta especie presentó una mayor cantidad de agresiones hacia otras



especies. Las especies *Anser anser* y *Anser cygnoides* no tuvieron agresores de otras especies y todas las interacciones que se presentaron fueron entre ellas.

### **Actividad reproductiva de las aves.**

Todas las especies domésticas que incubaron huevos fueron interrumpidas o agredidas por los visitantes y en ocasiones los huevos fueron removidos para tomar fotografías o cambiarlos de lugar, se observó que esta era una actividad que los visitantes no consideraban que tuviera un impacto negativo en la reproducción de la especie. La única especie que tuvo éxito de pollos fue *Anser anser* y los visitantes mostraron interés en obtener fotografías pero no se observaron agresiones hacia los pollos.

Existen muchos ejemplos de parques urbanos y humedales artificiales donde las actividades de aves han sido modificadas por actividades humanas y por el suministro de alimento de origen antropogénico. Debido a que la mayoría de estudios en humedales artificiales no se realizan en ambientes urbanos y se enfocan en la abundancia y diversidad de especies (Brusati *et al.*, 2001; Traut y Hostetler, 2003), se debe enfatizar el uso de estudios de conducta para determinar las funciones ecológicas que brinda el humedal y reconocer los cambios adaptativos que se generan por los cambios antropogénicos que no tienen un impacto negativo de los cambios maladaptativos que pueden resultar en trampas ecológicas si la preferencia de estos hábitats tiene un impacto en el éxito reproductivo.

Es importante resaltar la diferencia que existe entre la alimentación de aves passeriformes con semillas en comederos, basadas en guías detalladas para la mejor alimentación que están a disposición del público (Johnson, 1983; David, 1995; O'Leary y Jones, 2006) y la alimentación de aves acuáticas mediante comida "humana" como el pan, ya que este tipo de alimento aumenta los efectos negativos que se presentan con la alimentación suplementaria.

Actualmente el uso de humedales artificiales ha cambiado y la tendencia es que funcionen como fuentes complementarias de hábitat y refugio para las aves que dependen de humedales. Continuar las investigaciones sobre el efecto que tiene la alimentación de aves permitirá que los lugares donde se alimenten como actividad de recreación tengan un impacto positivo en la dinámica de población de las especies, que permitan el desarrollo de planes de manejo de calidad del agua, nutrientes y alimento. El desazolve del lago y el aumento de la vegetación acuática son un paso para mejorar la calidad del lago del parque Tezozómoc y un inicio hacia un manejo de este lago como un hábitat de calidad para las aves migratorias y residentes reduciendo el impacto de las actividades recreativas de los usuarios del parque.



# Conclusiones.

Se actualizó el inventario del parque Tezozómoc, reportando 36 especies de aves acuáticas registradas en conjunto con Ramírez-Bastida (2000) y Villafranco (2000), de las cuales cinco especies registradas previamente no se observaron en el presente estudio y se registraron 10 especies que no aparecen en estudios previos realizados en el parque Tezozómoc.

Se registraron 31 especies distribuidas en 19 géneros, 6 familias y 5 órdenes. El orden mejor representado fue Anseriformes, seguido de Pelecaniformes, Gruiformes, Podicipediformes y Charadriiformes.

En el parque Tezozómoc el 44% de las especies son muy raras, el 13% son abundantes, raras y comunes, el 10% presentan abundancias extremas y el 7% es muy abundante. Se encontraron 14 especies esporádicas, 10 especies frecuentes, 3 especies poco frecuentes y 3 especies en la categoría muy frecuentes.

En febrero del año 2012 se presentaron los niveles más altos de diversidad. Durante los meses de junio, julio y agosto se observó una gran disminución de la diversidad alcanzando valores de cero debido a la desecación del lago y los niveles más bajos de diversidad se presentaron en septiembre.

Los valores de equitatividad presentaron fluctuaciones como resultado de la desecación del lago, los niveles más altos se presentaron en abril y los niveles más bajos sin considerar los meses de desecación del lago se presentaron en septiembre. Las especies dominantes durante el estudio fueron *Anas clypeata*, *Anas discors*, *Anas platyrhynchos diazi*, *Bubulcus ibis* y *Fulica americana*.

La prueba no paramétrica Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas entre el número de aves acuáticas registradas entre semana y en fin de semana y para el número de aves registradas entre las tres repeticiones del conteo inicial.

Se registraron diferentes tipos de interacciones de los visitantes con la avifauna como el desplazamiento de lugar, agresión, suministro de alimento y uso de lanchas.

El alimento proporcionado en mayor cantidad fue el bolillo, seguido de frituras y tortillas, este tipo de alimento puede aumentar el peso de las aves y tiene poco aporte nutricional.

Se registraron alteraciones de los patrones de conducta naturales relacionados al suministro de alimento proporcionado por los visitantes y por el parque Tezozómoc, dependencia y habituación de las especies domésticas y las especies silvestres *Fulica americana*, *Anas platyrhynchos diazi*, *Anas discors* y *Anas clypeata*.

Las especies más desplazadas como parte de las actividades de recreación de los visitantes fueron *Anas clypeata*, *Anas platyrhynchos diazi* y *Anas discors*.

Se registraron 493 eventos de interacciones agonísticas. Las especies con más interacciones y más agresivas fueron *Anas platyrhynchos diazi*, *Fulica americana*, y *Anser anser*. Las especies



más agredidas fueron *Anas platyrhynchos diazi*, *Fulica americana*, *Anser anser* y *Anas clypeata*. Las principales conductas de agresión fueron picotazos y aleteos y persecución y aleteos.

Se registró la incubación de huevos de *Anser anser* y *Cairina moschata*, con éxito reproductivo de la especie *Anser anser*.

La actividad de observación y alimentación de la avifauna acuática forma parte de la rutina diaria de muchas personas que viven en los alrededores del parque y para muchos visitantes la avifauna del lago es la razón para preferir convivir con su familia en el parque Tezozómoc.



# Recomendaciones.

Una parte importante del atractivo del parque para los visitantes es la “oportunidad” de alimentar a los patos. Después de los trabajos de remodelación del parque se pretendía prohibir la alimentación de la avifauna, una alternativa para que se siga llevando a cabo esta actividad sin tener un impacto negativo en la avifauna y en la limpieza del lago puede ser vender bolsas de alimento para aves a un precio accesible, obteniendo ingresos para el parque y sustituyendo las frituras que usualmente se compran con este fin, además de informar a los visitantes las razones por las que no es conveniente otro tipo de alimento para las aves.

Continuar el monitoreo del parque Tezozómoc para conocer la recuperación de las especies después de los cambios durante el periodo de remodelación.

Le Delegación Azcapotzalco emplea el sitio de las oficinas del parque para actividades de recreación como clases de baile, como parte de los programas de educación ambiental el parque puede ofrecer talleres y exposiciones para escuelas empleando la avifauna acuática.

Durante la remodelación del parque los aireadores (sistema de tubería dentro del humedal para oxigenar el agua) fueron rehabilitados y se aumentaron las zonas con vegetación acuática. Es importante mantener en funcionamiento los aireadores, evitar remodelaciones en época invernal para no estresar a las aves, retirar animales muertos, extraer basura y/o desperdicios alimenticios del lago.

Aumentar los manchones de vegetación acuática y arbustos alrededor del lago que sirven como fuente de alimento y refugio para muchas especies.

Se debe considerar la capacidad de carga del lago para evitar que el número de lanchas que se emplean se conviertan en un peligro para la avifauna acuática.

El parque podría limitar el acceso de las bicicletas alrededor del lago o crear un borde de vegetación que aisle visualmente a las aves, reduciendo el estado de alerta de las aves.

Evitar la introducción de especies exóticas o liberación de mascotas no deseadas al lago, como patos domésticos o tortugas y canalizarlos periódicamente a organizaciones protectoras de animales.



Instalar letreros que prohíban agredir a la avifauna acompañados de pláticas de educación ambiental para evitar futuras agresiones y promover el cuidado de la fauna por los visitantes del parque.

Es importante que el parque imponga reglas de protección para la avifauna, prohibir la alimentación de la avifauna desde las lanchas, bicicletas o el tren, con el fin de evitar que las aves puedan sufrir algún daño al buscar alimento y fomentar la actividad recreativa de observación y alimentación de avifauna proporcionando alimento de mejor calidad.

# Literatura citada.

- AOU (American Ornithologists' Union). 2014. Check-list of North American birds. [En línea]: <http://checklist.aou.org/taxa/>. Acceso: diciembre 2015.
- Aguilar A. D. A. 2009. Avifauna del Vaso regulador Carretas, Tlanepantla Edo. de México. Importancia y difusión. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Tlanepantla. 71 pp.
- Alexander W. C. 1987. Aggressive behavior of wintering diving ducks (Aythyini). *The Wilson Bulletin*. 99: 38-49.
- Altmann J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*. 49: 227-266.
- Ayala-Pérez V., N. Arce y R. Carmona. 2013. Distribución espacio-temporal de aves acuáticas invernantes en la ciénega de Tláhuac, planicie lacustre de Chalco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84: 327-337.
- Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia-Calidris y WWF Colombia. 2004. Manual para el Monitoreo de Aves Migratorias. Convenio de cooperación entre la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil y la, Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia-Calidris. 54 pp.
- Battin J. 2004. When good animals love bad habitats: ecological traps and the conservation of animal populations. *Conservation Biology*. 18: 1482-1491.
- Batlloxi X. y F. Uribe. 1988. Aves nidificantes de los jardines de Barcelona *Miscellanea Zoologica*. 12: 283-294.
- Brusati E. D., P. J DuBow y T. E. Lacher Jr. 2001. Comparing ecological functions of natural and created wetlands for shorebirds in Texas. *Waterbirds*. 24:371-380.
- Chace J. F. y J. J. Walsh. 2006. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and urban planning*. 74: 46-69.
- Chapman R. y D. N. Jones. 2009. Just Feeding the Ducks: Quantifying a Common Wildlife-human Interaction. *The Sunbird: Journal of the Queensland Ornithological Society*. 39: 19-28.
- Chapman R. y D. N. Jones. 2010. Duck diversity in greater Brisbane: native species, domestic races and the influence of feeding. *The Sunbird: Journal of the Queensland Ornithological Society*. 40: 29.
- Chapman R. A. y Jones, D. N. 2011. Foraging by native and domestic ducks in urban lakes: behavioural implications of all that bread. *Corela*. 35: 101-106.
- Centro Cultural Recreativo Tezozómoc. 2012. Rehabilitación integral del Parque Tezozómoc (folleto). Delegación Azcapotzalco.



- Cicero C. 1989. Avian community structure in a large urban park: controls of local richness and diversity. *Landscape and urban planning*. 17: 221-240.
- Colón-Quezada D. 2009. Composición de la dieta de otoño del pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*) en el vaso sur de las ciénegas del Lerma, Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80: 193-202.
- Contreras G. A. M. y O. F. A. Rivera. 2003. Diagnóstico ambiental del lago del Parque Tezozómoc, Azcapotzalco. D.F. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla. 49 pp.
- Contreras-Rivero G., G. Camarillo-de la Rosa, N. A. Navarrete-Salgado y G. Elías-Fernández. 2005. Corixidae (Hemiptera, Heteroptera) en el lago urbano del parque Tezozómoc, Azcapotzalco, México, DF. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 11:93-97.
- David S. 1995. Wildlife in My Backyard Part 1. Attracting Winter Birds and Bird Feeding. 42: 112-116.
- Dearborn D. C. y S. Kark. 2010. Motivations for conserving urban biodiversity. *Conservation biology*. 24: 432-440.
- D.D.F. (Departamento del Distrito Federal). Departamento Parques y Jardines. 1998. Parque Tezozómoc, Azcapotzalco. Folleto Informativo. 4 pp.
- Dunkley L. y M.R.L. Cattet. 2003. A Comprehensive Review of the Ecological and Human Social Effects of Artificial Feeding and Baiting of Wildlife. Canadian Cooperative Wildlife Health Centre: Newsletters & Publications. 68 pp
- Elías-Fernández G., N. A. Navarrete-Salgado, J. L. Fernández-Guzmán y G. Contreras-Rivero. 2006. Crecimiento, abundancia y biomasa de *Poecilia reticulata* en el lago urbano del parque Tezozómoc de la ciudad de México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. 12:155-159.
- Escalante P. P., A. M Sada y J. Robles. 2014. Listado de nombres comunes de las aves de México. Instituto de Biología. UNAM. México, D. F. 39 pp.
- Fernandez-Juricic E., M. D. Jimenez y E. Lucas. 2001. Alert distance as an alternative measure of bird tolerance to human disturbance: implications for park design. *Environmental Conservation*. 28: 263-269.
- Fletcher R. J., J. L. Orrock y B. A. Robertson. 2012. How the type of anthropogenic change alters the consequences of ecological traps. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 279: 2546-2552.
- Floyd T. 2008. *Smithsonian field guide to the birds of North America*. HarperCollins. New York. 512 pp.
- Fredrickson L. H. y F. A. Reid. 1988. Preliminary Considerations for Manipulating Vegetation. En: Cross D. H. (compilador). *Waterfowl Management Handbook: US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service*. 27-32.
- Gilroy J. J. y W. J. Sutherland. 2007. Beyond ecological traps: perceptual errors and undervalued resources. *Trends in Ecology & Evolution*. 22: 351-356.

- Gómez de Silva H. y A. Oliveras de Ita (editores). 2002. Conservación de aves experiencias en México. CIPAMEX. México. 408 pp.
- Gurrola-Hidalgo M. A. 2005. Ficha técnica de *Aythya affinis*. En: Escalante-Pliego P. (compilador). "Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000. Parte 2". Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W042. México, D.F.
- Hassen–Aboushiba A. B. 2014. Importance of urban seasonal waterlogged areas for resident and migrant waterbird species. *International Journal of Ecology and Ecosolution*. 2:1-6.
- Howell S. N. G. y S. Webb. 2010. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. New York. 851 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1988. Cuaderno estadístico delegacional. Azcapotzalco. Distrito Federal. 54 pp.
- Johnsgard P. A. 2010. *Waterfowl of North America, Revised Edition*. University of Nebraska. Lincoln Libraries. 676 pp.
- Johnson R. J. 1983. G83-669 Backyard Wildlife Feeding Birds (Revised May 1997). Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension. 6 pp.
- Jones D. 2010. Living together in an urban world: urbanisation and its implications for human-wildlife interactions. *Convergence or conflict: Animal welfare in wildlife management and conservation*. RSPCA Australia Scientific Seminar. 3 pp.
- Jones D. 2011a. An appetite for connection: why we need to understand the effect and value of feeding wild birds. *Emu*. 111: i-vii.
- Jones D. 2011b. Seeking nature in the city: The implications of feeding wildlife. Environmental Futures Research Institute. Conference Auckland, New Zealand. 4 pp.
- Kelly J. P. y J. G. Evens. 2013. Boating Disturbance to Waterbirds in California Estuaries. *Audubon Society*: 89: 6-12.
- Kokko H. y W. J. Sutherland. 2001. Ecological traps in changing environments: ecological and evolutionary consequences of a behaviourally mediated Allee effect. *Evolutionary Ecology Research*. 3: 537-551.
- Korschgen C. E. y R. B. Dahlgren. 1992. Human Disturbances of Waterfowl: Causes, Effects, and Management. En: Cross D. H. (compilador). *Waterfowl Management Handbook: US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service*. 1-8.
- Kowarik I. 2011. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*. 159:1974-1983.
- Krebs C.J. 1985. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. 2ª edición. Harla. 753 pp.
- Kushlan J. A., M. J Steinkamp., K. C. Parsons, J. Capp, C. M. Acosta, M. Coulter, I. Davidson, L. Dickson, N. Edelson, R. Elliot, R. M. Erwin, S. Hatch, S. Kress, R. Milko, S. Miller, K. Mills, R. Paul, R. Phillips, J. E. Saliva, B. Sydeman, J. Trapp, J. Wheeler, y K. Wohl. 2002. *El Plan para la Conservación de Aves Acuáticas de Norteamérica, Versión 1*. Waterbird Conservation for the Americas, Washington, DC, 78



- pp. (Traducción al español 2006). [En línea]: [http://www.waterbirdconservation.org/pdfs/plan\\_files/complete.pdf](http://www.waterbirdconservation.org/pdfs/plan_files/complete.pdf). Acceso: octubre 2014.
- Ma Z., Y. Cai, B. Li y J. Chen. 2010. Managing Wetland Habitats for Waterbirds: An International Perspective. *Wetlands*. 30:15-27.
- McAleece N., J.D.G. Gage, P.J.D. Lambshead y G.L.J. Paterson. 1997. BioDiversity Professional statistics analysis software. The Scottish Association for Marine Science and The Natural History Museum London. [En línea]: <http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro/?searchterm=biodiversity#sthash.L7oY0KeF.dpuf>. Acceso: diciembre 2015.
- Martin J., K. French y R. Major. 2012a. Behavioural adaptation of a bird from transient wetland specialist to an urban resident. *PloS one*. 7:e50006.
- Martin L. J., B. Blossey y E. Ellis. 2012b. Mapping where ecologists work: biases in the global distribution of terrestrial ecological observations. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 10: 195–201.
- Marzluff J. M., R. Bowman y R. Donnelly. 2001. A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. En *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Springer US. 1-17.
- Meléndez-Herrada A., R. G. Wilson, H. Gómez de Silva y P. Ramírez-Bastida. 2013. Aves del Distrito Federal. Una lista anotada. Universidad Autónoma Metropolitana. Serie Académicos. C.B.S.108. 253 pp.
- Microsoft® Office Excel 2007
- Murray C. G. y A. J. Hamilton. 2010. Review: Perspectives on wastewater treatment wetlands and waterbird conservation. *Journal of applied ecology*. 47:976-985.
- Murray C. G., S. Kasel, R. H. Loyn, G. Hepworth, y A. J. Hamilton. 2013. Waterbird use of artificial wetlands in an Australian urban landscape. *Hydrobiologia* 1-16.
- National Geographic Society. 2008. *Field Guide to the Birds of North America*. Fifth Edition. Washington D.C. 503 pp.
- O'Leary R. y D. N. Jones. 2006. The use of supplementary foods by Australian magpies *Gymnorhina tibicen*: implications for wildlife feeding in suburban environments. *Austral Ecology*. 31:208-216.
- Oliva M. G., A. Rodríguez, A. Lugo y M. D. R. Sánchez. 2008. Composición y dinámica del fitoplancton en un lago urbano hipertrófico. *Hidrobiológica*. 18:1-13.
- Orams M.B. 2002. Feeding wildlife as a tourism attraction: a review of issues and impacts. *Tourism Management*. 23: 281-293.
- Otoni I., F. R. de Oliveira y R. J. Young. 2008. Estimating the diet of urban birds: The problems of anthropogenic food and food digestibility. *Applied Animal Behaviour Science*. 117: 42-46.
- Pärt T., D. Arlt y M. A. Villard. 2007. Empirical evidence for ecological traps: a two-step model focusing on individual decisions. *Journal of Ornithology*. 148: 327-332.
- Pease M. L., R. K. Rose y M. J. Butler. 2005. Effects of human disturbances on the behavior of wintering ducks. *Wildlife Society Bulletin*. 33: 103-112.



- Pérez-Arteaga A y K. J. Gaston. 2004. Wildfowl population trends in Mexico, 1961–2000: a basis for conservation planning. *Biological conservation*. 115: 343-355.
- Peterson, A. T. y A. G. Navarro-Sigüenza. 2006. Hundred-year changes in the avifauna of the Valley of Mexico, Distrito Federal, Mexico. *Huitzil*. 7: 4-14.
- Peterson R. T. y E. L. Chalif. 1998. *Aves de México: Guía de campo*. Diana, México, D. F.
- Pineda-López R. 2011. Aves acuáticas urbanas y extra-urbanas en Queretaro, México. *El canto del Cenzontle*. 2: 87-103.
- Pisanty I., M. Mazari y E. Ezcurra. 2009. El reto de la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas. *Capital natural de México: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio. México. 2: 719-759.
- Ralph, C. J., G. R. Geupel., P. Pyle, T. E. Martín., D. F. De Sante y B. Milá. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. General Technical Report, Albany CA. Pacific Southwest Station, Forest Service, U.S.A. Department of Agriculture. U. S. A. 46 pp.
- Ramírez-Bastida P. 2000. *Aves de Humedales en Zonas Urbanas del Noroeste de la Ciudad de México*. Tesis de Maestría. Posgrado de la Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 180 pp.
- Ramírez-Bastida P., A. G. Navarro-Sigüenza y A. T. Peterson. 2008. Aquatic bird distributions in Mexico: designing conservation approaches quantitatively. *Biodiversity and Conservation*. 17:2525-2558.
- Ramírez-Bastida P., D. E. Varona-Graniel, y A. E. DeSucre- Medrano. 2011. Aves en los relictos de un gran lago: Los humedales de la ciudad de México y áreas vecinas. *El canto del Cenzontle* 2: 72-86.
- Richter K. O. y A. L. Azous. 2001. Bird distribution, abundance, and habitat use. En: Azous A. y Horner R. R. (editores). *Wetlands and Urbanization: Implications for the Future*. CRC Press. Florida. 338 pp.
- Richter K. O. y A. L. Azous. 2010. Bird Communities in Relation to Watershed Development. En: Azous A. y Horner R. R. (editores). *Wetlands and Urbanization: Implications for the Future*. CRC Press. Florida. 338 pp.
- Robb, G. N., R. A. McDonald, D. E. Chamberlain y S. Bearhop. 2008. Food for thought: supplementary feeding as a driver of ecological change in avian populations. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 6: 476-484.
- Robertson B. A. y R. L. Hutto. 2006. A framework for understanding ecological traps and an evaluation of existing evidence. *Ecology*. 87:1075-1085.
- Robertson B. A. 2012. Investigating Targets of Avian Habitat Management to Eliminate an Ecological Trap. *Avian Conservation and Ecology*. 7:7 pp.
- Rocha G. O. E., M. C. Estrada, B. M. Rodríguez, S. M. M. Vázquez y D. L. A. Antaño. 2009. Plan de manejo tipo para el manejo, conservación y aprovechamiento sustentable de aves acuáticas y playeras. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). México. Distrito Federal. 67 pp.



- Sánchez S. C. A. 2010. Uso de hábitat y comportamiento de las aves en el humedal del Parque Ecológico Espejo de los Lirios, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla.
- Scheiber I. B. R., K. Kotrschal y B. M. Weiss. 2009a. Serial agonistic attacks by graylag goose families, *Anser Anser*, against the same opponent. *Animal Behaviour*. 77: 1211-1216.
- Scheiber I. B. R., K. Kotrschal y B. M. Weiss. 2009b. Benefits of family reunions: social support in secondary greylag goose families. *Hormones and behavior*. 55:133-138.
- Schlaepfer M. A., M. C. Runge y P. W. Sherman. 2002. Ecological and evolutionary traps. *Trends in Ecology & Evolution*. 17: 474-480.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Estrategia para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las aves acuáticas y su hábitat en México. México. Distrito Federal. 92 pp.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de septiembre de 2010.
- Shochat E., S. Lerman y E. Fernández-Juricic. 2010. Birds in urban ecosystems: Population dynamics, community structure, biodiversity, and conservation. *Urban Ecosystem Ecology, Agronomy Monographs* 55. 75-86.
- Sibley D. A. 2000. The Sibley guide to birds. Alfred A. Knopf. New York. 545 pp.
- Tilghman N. G. 1987. Characteristics of urban woodlands affecting breeding bird diversity and abundance. *Landscape and Urban planning*. 14: 481-495.
- Traut, A. H. y M. E. Hostetler. 2003. Urban lakes and waterbirds: effects of development on avian behavior. *Waterbirds*. 26:290-302.
- Traut A. H. y M. E. Hostetler. 2004. Urban lakes and waterbirds: effects of shoreline development on avian distribution. *Landscape and Urban Planning*. 69:69-85.
- Villafranco C. J. A. 2000. Avifauna del Parque Tezozómoc, Azcapotzalco. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal. 63 pp.
- Weldon A. J. y N. M. Haddad. 2005. The effects of patch shape on Indigo Buntings: evidence for an ecological trap. *Ecology*. 86: 1422-1431.
- Weller M. W. 1999. Wetland birds: habitat resources and conservation implications. Cambridge University Press. 271 pp.
- White C. L. y M. B. Main. 2005. Waterbird use of created wetlands in golf-course landscapes. *Wildlife Society Bulletin*. 33: 411-421



## Anexos.

**Anexo 1.** Listado sistemático. Los nombres comunes fueron tomados de Escalante *et al.* (2014). El arreglo sistemático y los nombres en inglés se tomaron de A.O.U. (2014), Estacionalidad, Frecuencia y Abundancia de la avifauna en el Parque Tezozómoc.

♦No considerado por no estar presente en el primer conteo.

### Claves

#### Estacionalidad:

Re: Residente-Reproductor.

Rv: Residente de verano.

Vi: Visitante de invierno.

T: Transitorio.

A: Accidental.

Om: Ocurrencia durante la migración.

In: Introducidas

#### Abundancia relativa:

Abundancia extrema (AE): 100 o más organismos.

Muy abundante (MA): de 41 a 99 organismos.

Abundante (A): 16 a 40 organismos.

Común (C): 6 a 15 organismos.

Rara (R): 3 a 5 organismos.

Muy rara (MR): 1 a 2 organismos

#### Frecuencia:

Muy frecuente (MF): 0.76 - 1

Frecuente (F): 0.51 - 0.75

Poco frecuente (PF): 0.26 - 0.50

Esporádico (E): 0.00 - 0.25

Nombre científico	Nombre en español	Nombre en inglés	Estacionalidad	Categoría Abundancia	Categoría Frecuencia
<b>Anseriformes</b>					
Anatidae					
<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije canelo	Fulvous Whistling-Duck	A	MR	E
<i>Anser anser</i>	Ganso común	Greylag Goose	In	MA	F
<i>Anser cygnoides</i>	Ganso chino	Swan Goose	In	R	F
<i>Cairina moschata</i>	Pato real	Muscovy Duck	In	C	F
<i>Aix sponsa</i>	Pato arcoiris	Wood Duck	Vi	MR	E
<i>Anas strepera</i>	Pato friso	Gadwall	Vi	MR	E
<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán	American Wigeon	T	MR	E
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato mexicano	Mexican Duck	Re	AE	MF
<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>			In	A	MF
<i>Anas platyrhynchos</i> híbridos			In	A	MF
<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	Blue-winged Teal	Vi	MA	F
<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela	Cinnamon Teal	Vi	R	E
<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón norteño	Northern Shoveler	Vi	AE	F
<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	Northern Pintail	Vi	MR	E
<i>Aythya valisineria</i>	Pato coacoxtle	Canvasback	Vi	MR	E
<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	Ring-necked Duck	Vi	C	PF
<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor	Lesser Scaup	Vi	R	PF
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate	Ruddy Duck	Re	C	F
<b>Podicipediformes</b>					
Podicipedidae					
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	Pied-billed Grebe	Vi	MR	E
<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor orejudo	Eared Grebe	Vi	MR	E
<b>Pelecaniformes</b>					



Nombre científico	Nombre en español	Nombre en inglés	Estacionalidad	Categoría Abundancia	Categoría Frecuencia
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Great Egret	Re	C	F
<i>Egretta thula</i>	Garceta pie dorado	Snowy Egret	Vi	A	F
<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor	Tricolored Heron	T	MR	E
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Cattle Egret	Re	AE	F
<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	Green Heron	Re	MR	E
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	Black-crowned Night-Heron	Re	MR	E
<b>Gruiformes</b>					
Rallidae					
<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora	Sora	Vi	MR	E
<i>Gallinula galeata</i>	Gallineta frente roja	Common Moorhen	Re	MR	PF
<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	American Coot	Vi	A	F
<b>Charadriiformes</b>					
Recurvirostridae					
<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano	Black-necked Stilt	Re	R	E
Scolopacidae					
<i>Tringa flavipes</i> ♦	Patamarilla menor	Lesser Yellowlegs	T		



**Anexo 2.** Comparación de especies registradas en el Parque Tezozómoc entre el presente estudio y los estudios 1996-1998 (Ramírez-Bastida 2000) y de 1998-1999 (Villafranco 2000).

■ Especies no compartidas

◆ Registros únicos del presente estudio

Especies	Ramírez-Bastida 1996-1998	Villafranco 1998-1999	Presente estudio 2011-2012
<b>Anseriformes</b>			
Anatidae			
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	■		
<i>Dendrocygna bicolor</i>			◆
<i>Anser anser</i>	*	*	*
<i>Anser cygnoides</i>			◆
<i>Cairina moschata</i>	*	*	*
<i>Aix sponsa</i>			◆
<i>Anas strepera</i>			◆
<i>Anas americana</i>			◆
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	*	*	*
<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>	*	*	*
<i>Anas platyrhynchos</i> híbridos			*
<i>Anas discors</i>	*	*	*
<i>Anas cyanoptera</i>			◆
<i>Anas clypeata</i>	*	*	*
<i>Anas acuta</i>		*	*
<i>Aythya valisineria</i>	*		*
<i>Aythya americana</i>		■	
<i>Aythya collaris</i>			◆
<i>Aythya affinis</i>			◆
<i>Oxyura jamaicensis</i>	*	*	*
<b>Podicipediformes</b>			
Podicipedidae			
<i>Podilymbus podiceps</i>	*	*	*
<i>Podiceps nigricollis</i>			◆
<b>Pelecaniformes</b>			
Ardeidae			
<i>Ardea alba</i>	*	*	*
<i>Egretta thula</i>	*	*	*
<i>Egretta caerulea</i>		■	
<i>Egretta tricolor</i>			◆
<i>Bubulcus ibis</i>	*	*	*
<i>Butorides virescens</i>	*	*	*



Especies	Ramírez-Bastida 1996-1998	Villafranco 1998-1999	Presente estudio 2011-2012
<i>Nycticorax nycticorax</i>	*	*	*
<b>Gruiformes</b>			
Rallidae			
<i>Porzana carolina</i>		*	*
<i>Gallinula galeata</i>	*	*	*
<i>Fulica americana</i>	*	*	*
<b>Charadriiformes</b>			
Charadriinae			
<i>Charadrius vociferus</i>	■		
Recurvirostridae			
<i>Himantopus mexicanus</i>	*		*
Scolopacidae			
<i>Tringa flavipes</i>	*		*
<i>Phalaropus tricolor</i>		■	
Total	20	20	31