



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**DENSIDAD POBLACIONAL DE LA ARDILLA
GRIS (*Sciurus aureogaster*), EN EL DISTRITO
FEDERAL, MEXICO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

JUAN JESÚS CABRERA LUNA



**DIRECTOR DE TESIS:
M. en C. YOLANDA HORTELANO MONCADA**

**ASESOR INTERNO
M. en C. NICTÉ RAMÍREZ PRIEGO**

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A Dios

Por todo su amor y sus bendiciones.

A mi familia

Por siempre hacerme tan feliz, por darme todo su apoyo, su cariño y su cobijo a lo largo de este difícil camino. Gracias por sus palabras de ánimo, por sus consejos, por cada momento de adversidad que me ayudaron a superar, y por qué cada acción que ustedes emprendieron siempre fue pensando en lo mejor para mí.

A Jania

Por su incondicional amor.

Gracias mi amor por todo lo que me has brindado, por tu amor, tu compañía, tu solidaridad y tu entrega para conmigo y tu compromiso con mis sueños, pero sobre todo por haber llegado a completar mi vida con tanta felicidad. Te has convertido en un pilar fundamental de este logro.

¡¡Gracias, lo logramos!!

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y por la oportunidad de poder superarme día con día; cada palabra es mínima para agradecer tantas bendiciones.

A la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por la instrucción académica de excelencia que me brindo, además de agradecer profundamente por la oportunidad de poder ser parte de esta gran institución. Aprovecho además para agradecer a todos mis profesores por sus enseñanzas, por sus consejos y por cada detalle que han tenido en contribución a mi crecimiento profesional.

Agradezco al Instituto de Biología de la UNAM y a la Colección Nacional de Mamíferos por el apoyo brindado para la elaboración de este trabajo, en especial al Dr. Fernando Cervantes Reza por haberme recibido en su laboratorio y por la atención y cordialidad de su trato, además de agradecerle todos sus consejos y la manera de siempre compartir su conocimiento ¡¡Gracias Doctor es usted una gran persona!!

En especial quiero agradecer a la M en C. Yolanda Hortelano Moncada, por haberme recibido como su alumno de servicio social y posteriormente como su tesista; agradezco en verdad su confianza, su trato, su tiempo, todo su apoyo, su solidaridad, sus consejos, sus observaciones y en especial su paciencia, ¡¡¡Gracias por todo !!!

A la M en C. Nicté Ramírez por su colaboración como asesor interno, en especial por sus excelentes observaciones, por sus consejos por su apoyo, por su comprensión y su solidaridad, gracias maestra Nicté fue un placer trabajar con usted.

A la SEP a través del Programa Nacional de Becas de Licenciatura, por la beca que se me otorgó para la realización de este proyecto.

Agradezco de manera atenta a las autoridades de La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria UNAM, por permitir elaborar los muestreos dentro de la reserva y por todas las facilidades y el apoyo brindado.

Se agradece además a la Secretaria Técnica del Bosque de San Juan de Aragón, a la Secretaria Técnica del Bosque de Chapultepec y a las autoridades del Bosque de Tlalpan por las facilidades dadas para poder realizar los muestreos.

Agradezco mucho el apoyo brindado por el Comisariado de los Ejidos de San Andrés Totoltepec y en especial a la M en C. Lizbeth García por todas las facilidades y el apoyo para poder realizar los estudios permitentes dentro de los ejidos.

A los Comisariados de la Reserva Ejidal de San Miguel Topilejo por permitir la entrada a sus ejidos y por la orientación brindada para la realización del trabajo en esa localidad, así como también a los oficiales del Desierto de los Leones por su ayuda y orientación.

Agradezco a los profesores de la Fes Zaragoza que aceptaron ser Sinodales de este trabajo, Gracias al M en C. Manuel Rico; al Biol. Cristóbal Galindo y al M en C. Alberto Méndez, gracias a sus acertados comentarios y por sus observaciones.

Y finalmente y no por eso menos importantes gracias a todos mis maestros y compañeros de la Colección Nacional de Mamíferos y a mis grandes amigos de la FES Zaragoza, por hacerme siempre sus comentarios positivos y por alegrarse conmigo conforme cada logro dentro de este proyecto.

PORTADA

AGRADECIMIENTOS

INDICE:

1.- RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1 Áreas urbanas y el síndrome de la urbanización.....	2
2.2 Sobrepoblación y problemas producidos por las ardillas.....	4
2.3 Población urbana de ardillas en el Distrito Federal.....	5
3. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ARDILLA GRIS (<i>Sciurus aureogaster nigrescens</i> , Benett, 1833).....	7
4. HIPÓTESIS	11
5. OBJETIVOS	11
6. ÁREA DE ESTUDIO.....	12
7. MATERIALES Y MÉTODOS	20
7.1 Densidad poblacional.....	23
7.2 Tasa de observación por tipo de vegetación.....	24
7.3 Distribución espacial.....	29
8. RESULTADOS.....	31
8.1 Densidad poblacional.....	31
8.1.1. Densidad poblacional por localidad y por temporada.....	33
8.1.2. Densidad poblacional en localidades del Suelo Urbano.....	36
8.1.3. Densidad poblacional en localidades del Suelo de Conservación.....	38
8.1.4 Estimación del número de individuos.....	45
8.2 Tasa de observación por tipo de vegetación.....	46
8.3 Distribución espacial.....	50
9. DISCUSIÓN.....	59
9.1 Densidad poblacional en localidades de Suelo Urbano.....	59
9.2 Densidad poblacional en localidades del Suelo de Conservación.....	61
9.3 Aspectos zoonos sanitarios y Legales.....	63
10. CONCLUSIONES.....	68
11. RECOMENDACIONES	70
12. BIBLIOGRAFÍA.....	72

1. RESUMEN

La ardilla gris, *Sciurus aureogaster*, es una especie nativa del centro de México, sin embargo se sabe de su reciente introducción en zonas urbanas del Distrito Federal desde mediados del siglo XX. Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue estimar la densidad poblacional y la distribución espacial de la ardilla gris, *S. aureogaster* considerando localidades donde la especie es nativa y donde ha sido introducida, eligiendo sitios en el Suelo Urbano y en el Suelo de Conservación. Para estimar la densidad poblacional, se realizaron conteos visuales por transecto lineal, de aproximadamente 1.3 km. Se utilizó la relación de número de ardillas por distancia recorrida (n/L), por tipo de vegetación. Para evaluar el tipo de disposición espacial, se utilizó el método de conteo por lotes (50 x 50 m). Para el suelo urbano, se encontró una densidad poblacional promedio alta, 454.39 ind/km², con un intervalo de 393.10 ind/km² en secas a 515.67 ind/km² en lluvias. Con una tasa de observación alta en bosques y parques artificiales en la época de secas con 15.37 ind/km, y mayor en lluvias en los bosques urbanos con 18.97 ind/km. Sin embargo para el Suelo de Conservación la densidad promedio fue baja, 21.36 ind/km² con un intervalo de 17.09 ind/km² en secas a 25.64 ind/km² en lluvias. Con una tasa de observación baja de 0.961 ind/km en bosques de pino, encino y oyamel. Por otro lado, la disposición espacial fue de tipo contagiosa, con una agregación marcada en zonas urbanas. Estos resultados muestran que en lugares urbanizados esta especie se ha beneficiado, y sus densidades poblacionales son muy altas.

Palabras clave: Urbanización, fauna urbana, especie nociva, estimación, y distribución espacial.

2. INTRODUCCIÓN

Las ardillas son roedores pertenecientes a la familia *Sciuridae*, la cual está compuesta por 50 géneros y por 261 especies en el mundo, que incluyen a los ardillones (*Otospermophilus*, *Ictidomys*, *Poliocitellus*, *Xerospermophilus*, *Notocitellus*, *Callospermophilus* y *Urocyon*), las marmotas (*Ammospermophilus*), los “perritos” de las praderas, (*Cynomys*), las ardillas “voladoras” o planeadoras (*Glaucomys*), los chimocos (*Tamiasciurus* y *Neotamias*) y las ardillas arborícolas (*Sciurus*; Váldez-Alarcón, 2003; Castillo, 2009; Helgen, *et. al.*, 2009).

Las ardillas se encuentran ampliamente distribuidas por todo el planeta, desde regiones templadas y tropicales hasta zonas áridas y desiertos, estando ausentes solo en Australia, algunas zonas áridas del viejo mundo, Madagascar y en las regiones polares; inclusive se les puede encontrar, en zonas de alta perturbación y zonas urbanas, en donde son uno de los grupos de mamíferos silvestres más conocidos (Gómez y Dredge, 2003; Váldez-Alarcón, 2003; Castillo, 2009).

En las ciudades y sus alrededores, se puede ver a las ardillas en los parques, en los jardines de muchas casas y algunas veces hasta se les mantiene como mascotas, siendo su comportamiento alegre y poco temeroso al ser humano lo que hace que sean tan carismáticas; algunas son muy comunes en las áreas urbanas de América y algunas ciudades de Europa, donde algunos residentes las consideran deseables en torno a sus hogares y otras por el contrario, las consideran una plaga, con un profundo impacto en las actividades humanas (Conover, 1997; Hein, 1997; Adams *et al.*, 2006; McCleery, *et al.*, 2007; Parker y Nillon, 2008; Mora-Ascencio, *et al.*, 2010), tal es el caso de la introducción de *Sciurus carolinensis* en Eurasia, donde ha invadido parques, hasta áreas verdes en ciudades de Italia (Bertolino y Genovesi, 2003).

2.1 Áreas urbanas y el síndrome de la urbanización

Las áreas urbanas a pesar de ser lugares de población humana relativamente densa o muy densa, donde la mayor parte del uso del suelo se destina a

edificios, vialidades de concreto, terrenos baldíos y otros usos del suelo no agropecuarios, mantienen ciertas zonas con características estructurales que pueden ser seleccionadas por algunas especies silvestres como hábitats alternos; estos lugares se conocen como espacios verdes y son considerados como cualquier lugar dentro de la zona urbana, donde las plantas son la cobertura dominante, los cuales pueden proporcionar alimentos, agua, refugio y protección de los depredadores (Adams *et al.*, 2005; Mccleery, *et al.*, 2007), sin embargo, a pesar de existir dentro de las ciudades lugares verdes con apariencia semejantes al medio natural, estos espacios se encuentran fragmentados y con grandes problemas ecológicos (Adams *et al.*, 2005; Mccleery, *et al.*, 2007), debido a la constante generación de desechos y a la contaminación (Patz, *et al.*, 2004), por lo que especies silvestres como algunas ardillas, que han podido adaptarse a estos cambios, lo han logrado modificando parte de sus parámetros naturales en un proceso definido como "síndrome de la fauna silvestre urbana" (Flyger 1970, 1974, Cooke 1980; Gliwicz *et al.* 1994; Daily, 1997; Adams *et al.*, 2005).

Las consecuencias pueden significar un problema ecológico grave, principalmente porque al momento en que las actividades humanas colapsan el equilibrio ecológico, también se pierden diversos factores que controlan el número de individuos y su dispersión (Montiel, 1981; Krebs, 1985; Soberón, 1987), debido a esto se da una considerable disminución de la biodiversidad (García, 2007), ya que los organismos con mayor especialización se vuelven más vulnerables y son desplazados, en cambio las especies más plásticas sobreviven y se establecen; pero lejos de ser un beneficio, estos organismos aprovechan las nuevas condiciones (principalmente, el abundante alimento producido por los desechos de la urbe) y tienden a tener una reproducción acelerada y convertirse en especies nocivas (González, 1980 ; Ceballos y Oliva, 2005; Zalapa, *et al.*, 2005; Álvarez-Romero, *et al.*, 2008)

El síndrome de la urbanización como también se le ha llamado, se refiere a un conjunto de modificaciones que presentan algunas especies en sus parámetros ecológicos, teniendo como consecuencia una mayor agresividad intraespecífica, mayor longevidad, menor temor a los humanos (cautela),

cambios en la proporción de sexos, cambios en el uso del hábitat, modificación en el comportamiento y un mayor crecimiento en el tamaño de la población (Gliwicz *et al.*, 1994; C.E. Braun, 2005; Parker y Nillon, 2008), de tal forma que resulta ineficaz plantear un manejo adecuado de estas poblaciones con la investigación realizada sobre la vida silvestre en su hábitat natural, debido a que los estudios realizados en fauna urbana son escasos (Vandruff *et al.*, 1996; Hein, 1997; de Burger 2001; Adams *et al.*, 2005; C.E. Braun, 2005 Ditchkoff *et al.* 2006; Parker y Nillon, 2008)

2.2 Sobre población y problemas producidos por las ardillas

Existen estudios que indican la presencia del síndrome de la urbanización en ardillas como *Sciurus carolinensis* (Flyger 1970, 1974, Cooke 1980; Gliwicz *et al.* 1994; C.E. Braun, 2005) *Sciurus niger* (Adams *et al.*, 2005; Mcclery, *et al.*, 2007) y *S. aureogaster* (Koprowski, *et al.*, 2005; Pernas y Clark, 2007; Mora-Ascencio, *et al.*, 2010) y además plantean la necesidad de un manejo poblacional debido al crecimiento tan acelerado que han tenido estas especies, tal es el caso del "Lafayette Park", en Washington, D. C., donde se reporta una gran sobrepoblación de la ardilla *Sciurus carolinensis*, (Maski *et al.*, 1980; Parker y Nillon, 2008), por otro lado está el caso del Biscayne National Park en Florida donde la especie *S. aureogaster* fue introducida y representa un problema serio para la fauna local (Koprowski, *et al.*, 2005; Pernas y Clark, 2007; Palmer; 2012), debido a la competencia por los recursos y por las enfermedades que puede transmitir (Álvarez-Romero, *et al.*, 2008) otro es el caso de la ardilla zorro *S. niger* en Texas, Estados Unidos, la cual ha tenido un enorme éxito en áreas urbanas y ha llegado a producir problemas al invadir hogares, edificios y destruir los cables (Hein, 1997; Mcclery, *et al.*, 2007; Adams *et al.* 2006).

En México se tiene conocimiento que existen ardillas arborícolas del género *Sciurus*, nativas e introducidas, en parques y jardines de las ciudades, como Mérida (*S. yucatanicus*), Tuxtla Gutiérrez (*S. variegatoides* y *S. aureogaster*), Oaxaca (*S. aureogaster*), y el Distrito Federal (*S. aureogaster*), donde la sobrepoblación está causando problemas (Ceballos y Pacheco, 1994; Mora-Ascencio, *et al.*, 2010).

2.3 Población urbana de ardillas en el Distrito Federal

Actualmente se reconocen 35 especies de ardillas en México y solo 3 se distribuyen en el Distrito Federal, de las cuales 2 son ardillas terrestres *Otospermophilus variegatus* e *Ictidomys mexicanus* y una ardilla arborícola *Sciurus aureogaster* (Gómez y Dredge, 2003; Helgen, *et al.*, 2009; Hortelano-Moncada y Cervantes, 2011).

La ardilla gris, *S. aureogaster*, es una de las especies de mamíferos silvestres más conocidos en las ciudades y sus alrededores (Gómez y Dredge, 2003), y aunque las ardillas *Otospermophilus. variegatus* e *Ictidomys mexicanus* se les puede encontrar también en zonas urbanas, es en zonas rurales donde tienen mayor presencia, y llegan a ser consideradas como plagas de cultivos en zonas agrícolas del Distrito Federal (González, 1980).

En el Distrito Federal, se han encontrado poblaciones naturales de ardilla gris, *S. aureogaster* en el Bosque de Chapultepec (López, 2003; Santiago, 2003), Parque Nacional Desierto de los Leones, Ajusco y Parres el Guarda (Ceballos *et al.*, 1994; Hortelano-Moncada y Cervantes, 2011). Se menciona además que a mediados del siglo XX, es cuando la ardilla gris, comenzó a expandirse en el Distrito Federal siendo introducida en parques urbanos y reservas de la Ciudad de México, tal es el caso de los Viveros de Coyoacán (Mora-Ascencio, *et al.*, 2010), Bosque de Aragón, Parque Hundido, Colonia del Valle (SEMARNAT, 2012), la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria (Hortelano-Moncada, *et al.*, 2009), y el Bosque de Tlalpan, de manera que, a pesar de habitar en uno de los sistemas más complejos y contaminados que la sociedad ha generado, esta ardilla se ha adaptado de manera eficiente a los diferentes cambios, principalmente al cambio de uso de suelo y a la fragmentación del hábitat (Ochoa, 2008).

En la actualidad se han generado grandes cuestionamientos sobre cómo llevar a cabo el manejo adecuado de las ardillas en medios urbanos, ya que en zonas donde se presume ha sido introducida las poblaciones han crecido de manera alarmante y por consecuencia está ocasionando problemas (Mora-Ascencio, *et al.*, 2010), tal es el caso de los Viveros de Coyoacán, donde se han reportado

daños a las plantas y a los cables de luz provocando apagones (SEMARNAT, 2012), en otros lugares como el Bosque de Aragón es considerada como una plaga (Bosque de San Juan de Aragón, 2012), mientras que en el Bosque de Chapultepec, estudios realizados mencionan que el tamaño de la población es muy grande, además que descortezan a los árboles comiéndose los retoños del tronco, y permitiendo la entrada de microorganismos e insectos que producen enfermedades a los árboles (López, 2003; Santiago, 2003; Guerrero, 2005; Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2006). En un diagnóstico sanitario en los bosques del Distrito Federal, se encontró que *S. aureogaster*, fue la especie que mayor daño causó en el árbol de pino (*Pinus hartwegii*), debido a que se alimenta de los brotes apicales (Velazco-Bautista, *et al.*, 2002), asimismo se le ha reportado como portadora de parásitos, que pueden producir fiebre bubónica y fiebre de colorado y que en ocasiones comparten con las ratas. (Suzán, *et al.*, 2000; Szyfres y Acha, 2003; Maguiña, 2004 y SEMARNAT, 2012)

Aunque se conocen los problemas producidos por la sobrepoblación de ardillas, en muchos lugares del Distrito Federal se desconoce la densidad poblacional, dato que es de suma importancia para el correcto control y manejo de la especie, y evitar que esta influya en las actividades humanas (Mandujano, 1994; Castillo, 2009; Hidalgo, *et al.* 2012)

3. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ARDILLA GRIS (*Sciurus aureogaster nigrescens*, Bennett, 1833).

La ardilla gris, *S. aureogaster nigrescens* (Fig.1), pertenece a la familia *Sciuridae*, Orden *Rodentia* (Musser, 1968 ; Hall,1981). Son animales diurnos, de hábitos casi exclusivamente arborícolas. Generalmente son solitarios; se reúnen varios individuos en la época de celo; la reproducción se realiza en cualquier época del año, aunque la primavera o verano es la época más común, siendo un factor limitante la disponibilidad del alimento. El periodo de gestación es de 44 días, después del cual nacen de 2 a 4 crías, las cuales son amamantadas por otras 10 semanas. A los 5 o 6 meses pueden ser consideradas adultos (Pernas y Clark, 2007; Ceballos y Galindo, 1984).

Su color es gris y/o salpicado de blanco en el dorso y de ocre a café oscuro en la grupa, la nuca y el cuello, el vientre varía de blanco hasta castaño claro (Ceballos y Galindo, 1984), aunque la coloración negra es común. La cola es larga y esponjada y la longitud desde la punta de la nariz hasta la punta de la cola es de 450 a 573; la longitud de su cola varía de 235 a 276; el largo de su pata es de 67 a 73, y su peso tiene un intervalo de 500 a 690g. *S. aureogaster* es la ardilla más grande del Distrito Federal en cuanto a su longitud (hasta 573mm en *S. aureogaster* y hasta 525mm en *Otospermophilus variegatus*), y en cuanto peso es *O. variegatus* (hasta 570g en *S. aureogaster* y hasta 817g en *O. variegatus*; Ceballos y Galindo, 1984; Váldez-Alarcón y Téllez-Girón, 2005).

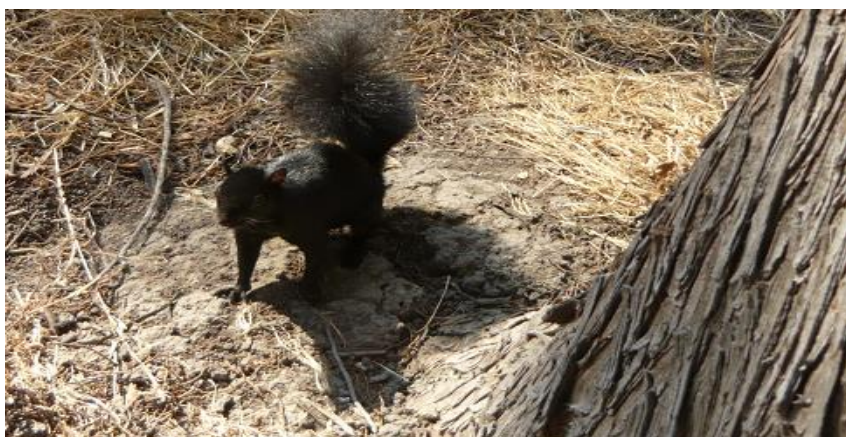


Figura 1. Ardilla gris, *S. aureogaster* en los Viveros de Coyoacán, Distrito Federal, México.

Son activas durante la mayor parte del día, presentan dos picos de actividad; el primero en la mañana desde las 7:00 hasta las 10:00 am y el segundo en la tarde desde las 3:00 hasta las 5:00 pm. Están bien adaptadas para el medio arbóreo en el cual se desplazan ágilmente (Mora-Ascencio, *et al.*, 2010; Hidalgo, *et al.*, 2012). Hacen sus nidos de forma esferoidal en las ramas de los pinos o de algún otro árbol, contruidos con ramas y hojas (Pacheco, 2011). Emplean gran parte de su tiempo alimentándose de yemas de brotes, conos, semillas de pinos y oyameles. También comen bellotas de encino. Ocasionalmente comen pequeños reptiles, insectos y huevos de aves. Efectúan desplazamientos de un bosque a otro cercano según la época de fructificación. Los lince y gavilanes se encuentran entre sus depredadores (Váldez-Alarcón, 2003).

En cuanto al hábitat, se encuentra en diferentes tipos de vegetación en los que predominan los árboles. Habitan los bosques de pino, encino, cedro, enebro y oyamel. También pueden habitar en bosques tropicales estacionales, húmedos y matorrales espinosos, además de ser comunes en áreas perturbadas y parques en ciudades (Hortelano-Moncada, *et al.*, 2009).

Su distribución es amplia, se le encuentra desde el sur de Tamaulipas hasta Centroamérica, está ausente en el noroeste de la República y en las penínsulas de Baja California y de Yucatán (Musser, 1968; Ceballos y Galindo, 1984; Váldez-Alarcón y Téllez-Girón, 2005; Escalante, T., 2013), aunque recientemente se ha sabido de la introducción en regiones de Florida. E.U. (Koprowski, *et al.*, 2005; Pernas & Clark, 2007; Palmer, 2012) y en las penínsulas de Baja California y Yucatán (Fig. 2; Ceballos, *et al.*, 2006).

Se reconocen dos subespecies de *Sciurus aureogaster*, *S. a. aureogaster* (Cuvier, 1829) se distribuye por la costa del Golfo de México, desde Nuevo León, Veracruz, Tabasco y Chiapas; y *S. a. nigrescens* (Benett, 1833), que se distribuye desde Nayarit, Jalisco, Michoacán; Querétaro; Puebla, El Valle de México; Guerrero; Oaxaca, el sur de Chiapas y hasta Guatemala (Hall, 1981), siendo esta subespecie la que se distribuye en el Distrito Federal.

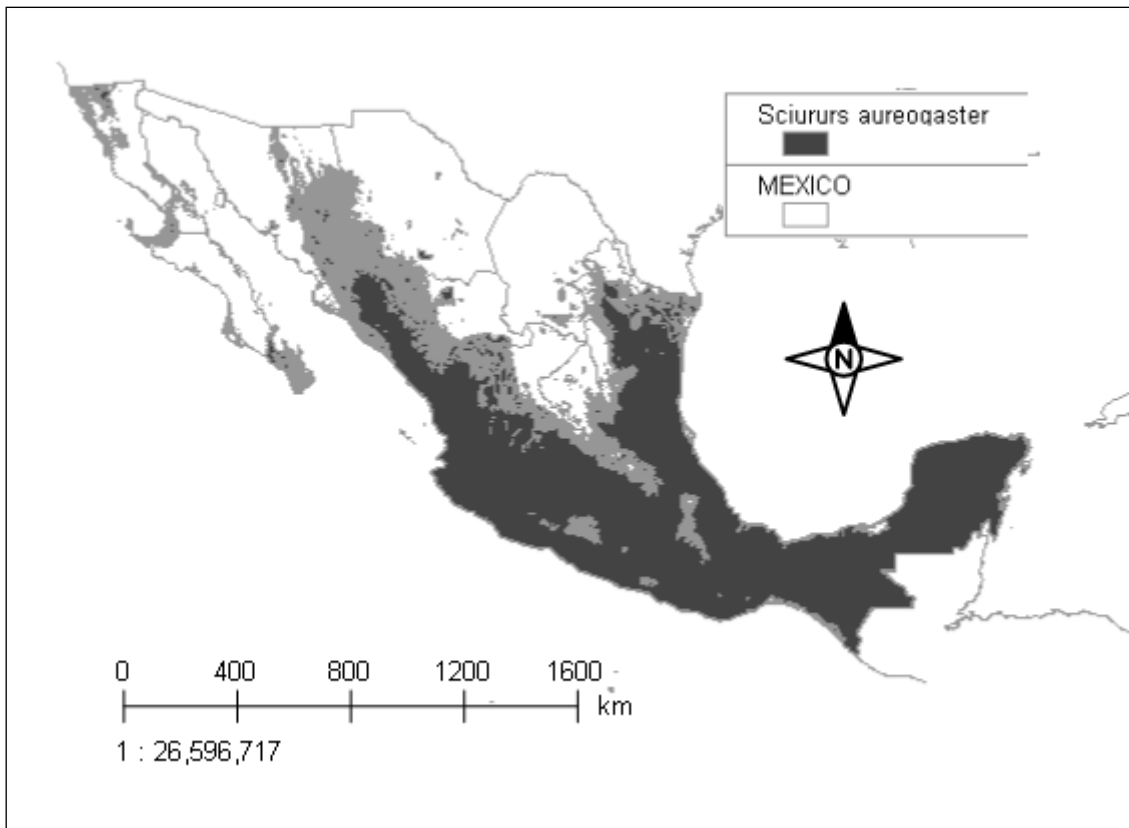


Figura 2. Distribución actual de la ardilla gris, *S. aureogaster*, en color oscuro se ubican los puntos de alta densidad (8-10 ind/ha) y de color claro los puntos de baja densidad (1-4 ind/ha). Tomado de CONABIO (Ceballos, G., S. Blanco, C. González y E. Martínez, 2006)

Se ha comprobado, en *S. aureogaster*, su enorme éxito dentro de hábitats urbanos y perturbados, así como en lugares donde ha sido introducida (Gómez y Dredge, 2003; Parker y Nillon, 2008; Hortelano–Moncada, *et al.*, 2009; Mora-Ascencio, *et al.*, 2010; Palmer, 2012). Existen registros de esta ardilla en distintas localidades del Distrito Federal: Cruz Blanca, Parque Nacional Desierto de los Leones, Cerro Ajusco, Parres (El Guarda); 34 km S Ciudad de México, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria, UNAM, 2250m; 3 km S Volcán Xitle, 3200m, Primera Sección Bosque de Chapultepec, Viveros de Coyoacán, 2250m, Santa Rosa Xochiac, 2700m, Pico de San Miguel y 16.1 km N Ciudad de México (Hortelano-Moncada y Cervantes, 2011).

La relación con el ser humano es muy interesante, la intensa depredación que hacen estas ardillas de los conos y semillas de especies forestales como los pinos y oyameles les confiere una gran importancia ya que pueden influir negativamente en la regeneración de los bosques (SEMARNAT, 2012; Mora-Ascencio, *et al.*, 2010; Velazco-Bautista *et al.* 2002), además de impactar en cultivos de cocos (Hidalgo, *et al.*, 2012) sin embargo no se han reportado problemas para las zonas agrícolas del Distrito Federal (González, 1980).

4. HIPÓTESIS

La ardilla gris *S. aureogaster* ha logrado adaptarse a sitios dominados por el hombre, aprovechando la constante disponibilidad de recursos que existen en las áreas verdes urbanas; debido a esto la densidad poblacional de la ardilla gris será más alta en los parques y reservas perturbados (tanto poblaciones naturales como introducidas), que en hábitats más conservados.

5. OBJETIVOS

- Estimar y comparar la densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster* en áreas del Distrito Federal que presenten transformación del hábitat e influencia humana (parques) y en áreas de suelo de conservación, en las dos temporadas del año (lluvias y secas).
- Conocer la distribución espacial de la ardilla gris, *S. aureogaster* en el Distrito Federal.

6. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el Distrito Federal, se localiza en el interior de la Cuenca del Valle de México, con apenas 1,485 km² de territorio. Se encuentra en la región central del territorio nacional colindando al norte, este y oeste con el estado de México y al sur con el estado de Morelos (Fig. 3). Tiene como ubicación geográfica la confluencia del paralelo 19°36' al norte, al sur 19°03' de latitud norte; al este 98°57' y al oeste 99°22' de longitud oeste, con una altitud promedio de 2,400 m (INEGI, 2000).



Figura 3. Ubicación del Distrito Federal, dentro del territorio nacional (INEGI, 2000).

El Distrito Federal se divide en dos grandes zonas administrativas: el Suelo Urbano y el Suelo de Conservación (SCDF; Fig. 4). El Suelo Urbano es donde se ubica la Ciudad de México, la cual es considerada una de las ciudades más grandes del mundo con casi 9 millones de habitantes, que representan el 9 por ciento de la población de todo México, y que además genera el 20 por ciento del producto interno bruto (PIB) de toda la República Mexicana; siendo el 90 por ciento del PIB de la entidad generado por 3 sectores: comercio, transporte,

y servicios comunales. La Ciudad de México ha sido protagonista de los hechos más relevantes que han configurado la historia de nuestro país, es el principal centro político, económico, cultural, educativo y religioso de México (INEGI, 2006; Gobierno del Distrito Federal, 2012).

El Suelo de Conservación se refiere a las zonas que, por sus características ecológicas, proveen servicios ambientales, necesarios para el mantenimiento de la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México, de conformidad con lo establecido en la Ley Ambiental del Distrito Federal. El SCDF ocupa una extensión aproximada de 87,297.1 ha, y se localiza principalmente al sur y surponiente del Distrito Federal (Gobierno del Distrito Federal, 2012).

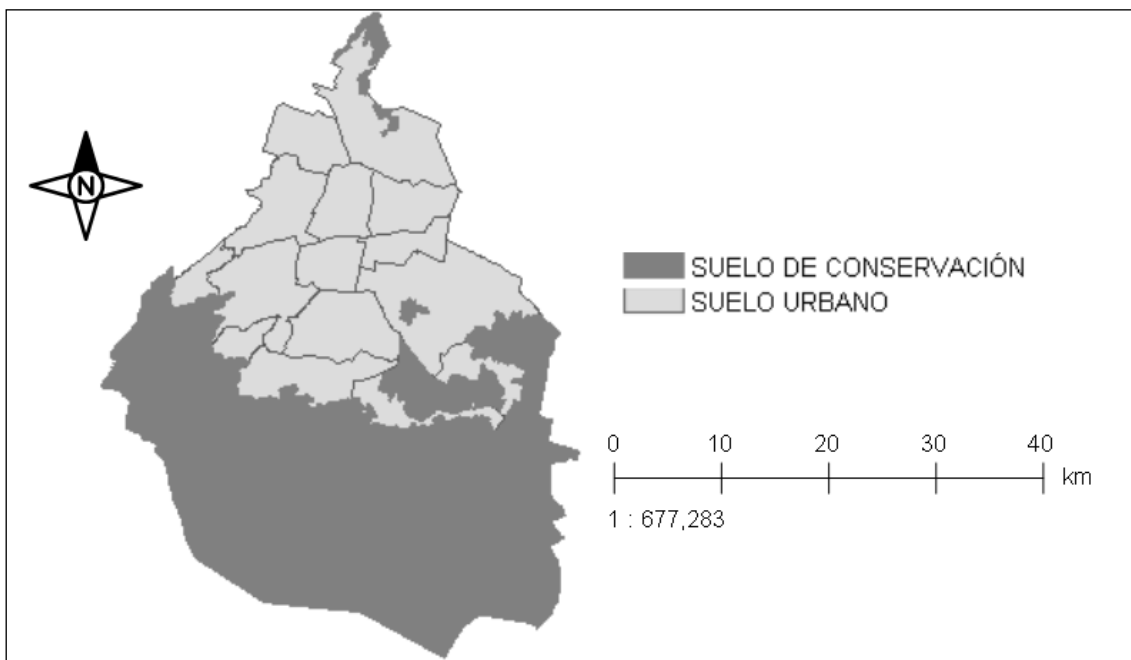


Figura 4. División de las zonas administrativas del Distrito Federal (Gobierno del Distrito Federal, 2012).

En el caso del Distrito Federal, la mayor parte de su territorio presenta clima templado subhúmedo, el resto de su territorio presenta climas secos, semisecos y templados húmedos. La temperatura media anual promedio es de 16 °C, presentando temperaturas mayores a los 25 °C en los meses de marzo a mayo y menores a los 5 °C en diciembre y enero. La zona urbana tiene un clima templado lluvioso, con temperaturas entre 0° C al comienzo del año a 28° C a finales de primavera, siendo la cresta Ajusco la zona con más frío.

La precipitación total anual es variable: en la región seca es de 600 mm y en la parte templada húmeda es de 1,200 mm, siendo el régimen de lluvias en verano. La temporada de lluvias va de junio a noviembre, con la mayoría de las precipitaciones entre junio y agosto. La topografía del Distrito Federal se define por un valle cuya altitud promedio es de 2,400 m, rodeado de altas montañas cuya mayor elevación se encuentra en el Ajusco con 3,930 m (Aguilar, *et al.*, 2006; Gobierno del Distrito Federal, 2012).

El Distrito Federal presenta 15 tipos de suelo, de los cuales el Andosol Húmico, el Litosol y el Feozem Háplico abarcan 81% del área en suelo de Conservación, mientras que en la Ciudad de México los suelos son mezclas complejas de arcillas heterogéneas, volcánicas, lacustres y una variedad de microorganismos que adicionan compuestos solubles y que forman parte de la estructura del suelo, así como materia orgánica residual. Los minerales predominantes son feldespato (50%) y hornblenda (24%). Es notoria la ausencia de calcita (Aguilar, *et al.*, 2006).

La vegetación del Distrito Federal cuenta con una gran variedad de especies. Se reconocen 6 tipos de vegetación natural (Fig. 5; Rivera y Espinosa, 2007) y dos tipos de áreas verdes para el área urbana (Adams, 2005).

Bosque de *Abies religiosa*. Este bosque se localiza principalmente al poniente del Distrito Federal, en las delegaciones de Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras; también existen pequeños manchones en las delegaciones Tlalpan y Milpa Alta. Ocupa una extensión de 11,162 ha y se localiza principalmente a una altitud de 2500 y 3500 m de altitud. Se caracteriza por presentar casi siempre un solo estrato arbóreo, en donde el elemento dominante y con frecuencia exclusivo es *Abies religiosa*; un estrato arbustivo escaso, en donde predomina *Roldana angulifolia*, en ocasiones acompañada de *Ribes ciliatum*, *Symphoricarpos*, *Cestrum anagyris*, *Solanum cervantesii* y *Physalis coztomatl*, entre otras; y un estrato herbáceo, compuesto principalmente por *Arracacia atropurpurea*.

Bosque de *Pinus*. Es el tipo de vegetación más extenso del Distrito Federal, ocupa una superficie de 24,534 ha y se ubica en las delegaciones Cuajimalpa,

Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan y Milpa Alta. Altitudinalmente se encuentra entre los 2700 y los 3800 m. En las partes más altas (comúnmente entre 2900 y 3800 m), es posible encontrar un bosque en donde la especie casi exclusiva es *Pinus hartwegii*; sin embargo algunos sitios como el Volcán Pelado en Tlalpan se presentan *Alnus jorullensis*, especie que en ocasiones llega a formar bosque de dimensiones reducidas. El estrato arbóreo es reducido, en ocasiones solo se encuentran individuos aislados de *Berberis schiediana* y *Senecio cinerarioides*, este último comúnmente en condiciones de disturbio. El estrato herbáceo son frecuentes los pastos amacollados, tales como *Muhlenbergia macroura*, *M. quadridentata*, *Festuca tolucensis* y *F. amplissima*, entre otros. Además de los pastos, están *Gentiana spathacea*, *Alchemilla procumbens*, *Geranium potentillaefolium*, *Lobelia gruinata*, *Penstemon gentianoides*, *Lupinus montanus*, *Eryngium proteaeflorum*, *Senecio tolucanus*, *Potentilla ranunculoides* y *P. rubra*. También en algunos pinares se pueden encontrar *Arceuthobium globosum* y *A. vaginatum*.

Entre los 2700 y 3100 m de altitud se puede presentar un bosque en donde el elemento dominante es *Pinus montezumae*, acompañado por *P. pseudostrobus* y *P. teocote*, y en algunos casos por *Quercus laurina*. En el estrato arbóreo es posible encontrar a *Arbutus xalapensis*, *Alnus jorullensis*, *Salix paradoxa*, *Buddleja cordata* y arbustos como *Solanum cervantesii* y *Barkleyanthus salicifolius*. También se puede encontrar a *Alchemilla procumbens*, *Salvia prunelloides*, *Stipa ichu*, *Muhlenbergia quadridentata* y *Festuca tolucensis*. Finalmente, en las partes altas del pedregal de San Ángel encontramos un bosque pequeño establecido en suelos muy someros, en donde el elemento dominante es *Pinus teocote*. Comúnmente está acompañado por *Pinus rudis* y en los estratos inferiores por elementos aislados de *Buddleja cordata* y *B. parviflora*; en el estrato arbustivo encontramos a *Baccharis conferta*, *Salvia polystachya*, *Symphoricarpos microphyllus*, *Bouvardia ternifolia* y *Barkleyanthus salicifolius*; y en el estrato herbáceo se encuentra *Penstemon roseus*, *Castilleja tenuiflora*, *Piqueria trinervia*, *Muhlenbergia robusta* y *Zephyranthes fosteri*, entre otras.

Bosque de *Quercus*. Se localiza en las delegaciones de Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta y Gustavo A. Madero. Comprende una extensión de 3669 ha y se ubica entre los 2300 y los 3000 m de altitud, aunque algunos manchones de las delegaciones Milpa Alta y Tlalpan alcanzan los 3300 m. A partir de la cota de los 2300 y hasta los 2800 m, se presenta un bosque de *Quercus rugosa*, en el cual también encontramos individuos de otras especies de encinos, tales como *Q. laeta*, *Q. crassipes* y *Q. castanea*. En menor escala, también se pueden encontrar a *Q. obtusata*, *Q. candicans*, *Q. crassifolia* y *Q. dysophylla*, entre otras. Los encinos están acompañados en muchas ocasiones por *Pinus leiophylla*, *P. rudis*, *Clethra mexicana*, *Arbutus xalapensis*, *Garrya laurifolia*, *Prunus serotina ssp. capuli* y *Ceanothus coeruleus*, entre otras. El estrato arbustivo es abundante, sobresaliendo principalmente *Solanum cervantesii*, *Cestrum anagyris*, *Monnina ciliolata*, *Bouvardia ternifolia*, *Acaciella angustissima* y *Croton adpersus*.

En el estrato herbáceo es común encontrar a *Penstemon roseus*, *Peperomia campyloptropa*, *Polygala alba*, *Castilleja tenuiflora* y *Ageratina pazcuarensis*, entre otras. En este bosque es muy común la presencia de trepadoras como *Smilax mora-nensis*, *Dioscorea galeottiana*, *Passiflora exsudans*, *Clematis dioica* y *Bomarea hirtella*. En el límite superior y hacia los 2600 m de altitud, se encuentran pequeñas superficies de bosque conformado principalmente por *Quercus laurina*, siendo común que se mezcle con el bosque de *Abies*. Son comunes algunos individuos de *Abies religiosa*, *Pinus patula* y *P. teocote*, junto con elementos aislados de *Garrya laurifolia*, *Salix paradoxa*, *Arbutus xalapensis* y *Buddleja cordata*, así como elementos propios de ambos bosques en los estratos inferiores.

Matorral xerófilo. Ocupa una superficie de 4193 ha, a una altitud entre 2300 y 3060 m, y está presente en las delegaciones Gustavo A. Madero (Sierra de Guadalupe), Iztapalapa (Cerro de la Estrella y Sierra de Santa Catarina), Tláhuac (Sierra de Santa Catarina), Tlalpan (Pedregal de San Ángel), Xochimilco y Milpa Alta. Bajo esta denominación se conoce a varias comunidades arbustivas que se desarrollan, de manera preferencial, en las partes más secas del D.F. Resalta en importancia el matorral de *Pittocaulon*

praecox, ya que se trata del matorral en mejor estado de conservación; se lo encuentra en la delegación Tlalpan, en lo que se conoce como Pedregal de San Ángel y en él, además de la especie dominante, también se pueden encontrar *Buddleja cordata*, *Dodonaea viscosa*, *Montanoa tomentosa*, *Schinus molle* y *Wigandia urens*, los cuales conforman un estrato arbóreo muy disperso y abierto. El estrato arbustivo está compuesto principalmente por *Verbesina virgata*, *Bouvardia ternifolia* y *Sedum oxypetalum*. En los estratos herbáceos se encuentran *Commelina coelestis*, *Arracacia toluensis* var. *multifida*, *Anagallis arvensis*, *Begonia gracilis*, *Muhlenbergia robusta*, *Pseudognaphalium oxyphyllum*, *Asclepias linaria*, *Dahlia coccinea*, *Sarcoglottis schaffneri*, *Lepechinia caulescens* y *Manfreda pringlei*, entre otras.

En otras partes del Distrito Federal, como las Sierras de Guadalupe y Santa Catarina, el Cerro de la Estrella y otras localidades en Milpa Alta, prospera otro tipo de matorral xerófilo, dominado principalmente por *Eysenhardtia polystachya*, en donde también se puede encontrar a *Acacia schaffneri*, *Bursera cuneata*, *B. fagaroides*, *Ipomoea murucoides*, *Opuntia tomentosa*, *Quercus frutex*, *Tecoma stans*, *Yucca filifera* y *Nolina parviflora*. En los estratos arbustivo y herbáceo se encuentren *Mimosa biuncifera*, *Brongniartia intermedia*, *Buddleja sessiliflora*, *Calliandra grandiflora*, *Loeselia mexicana*, *Havardia leptophylla*, *Calochortus barbatus*, *Cosmos bipinnatus*, *Dyschoriste microphylla*, *Silene laciniata*, *Echeandia mexicana*, *Erythrina leptorhiza*, *Evolvulus prostratus*, *Gaura hexandra*, y *Tigridia vanhouttei*, entre muchas otras especies que son evidentes sobre todo en temporada de lluvias. Las trepadoras comunes son *Cardiospermum halicacabum*, *Cissus sicyoides*, *Cologania angustifolia*, *Dioscorea galeottiana*, *Gonolobus uniflorus*, *Phaseolus coccineus* y *Gaudichaudia cynanchoides*, entre otras.

Pastizal. Se localiza en las delegaciones de Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan y Milpa Alta, ocupando un área de 1,580 ha. Se localiza principalmente entre los 2800 y los 3860 m de altitud. En el Distrito Federal predomina el pastizal conformado por pastos amacollados, denominados también zacatonales alpinos o subalpinos y que comúnmente se encuentran asociados con el bosque de *Pinus hartwegii*, presentándose

también algunos manchones importantes de pastizal puro. En esta comunidad dominan *Muhlenbergia macroura*, *Festuca tolucensis*, *F. Amplissima* y *Stipa ichu*, entre otras.

También se encuentra en la zona la pradera de *Potentilla candicans*, ocupando claros en medio del bosque de *Pinus* o de *Abies*; en la temporada seca predomina *Potentilla candicans*, junto con *Sisyrinchium scabrum* y *Zephyranthes fosteri*, y en la temporada lluviosa prevalece un grupo de gramíneas y ciperáceas tales como *Vulpia myuros*, *Trisetum kochianum*, *Carex peucophila* y *Cyperus seslerioides*, entre otras.

Vegetación acuática y subacuática. Se localiza principalmente en las delegaciones Xochimilco y Tláhuac. Ocupa una superficie de 1078 ha a 2250 m al pie de las montañas del sur del Distrito Federal. Predominan los tulares de *Typha latifolia* y *Schoenoplectus californicus*, aunque también es común la presencia de *Polygonum amphibium*, *Cyperus semiochraceus*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Pistia stratiotes* y *Nymphaea mexicana*, que aún se lo puede encontrar en los canales de Xochimilco.

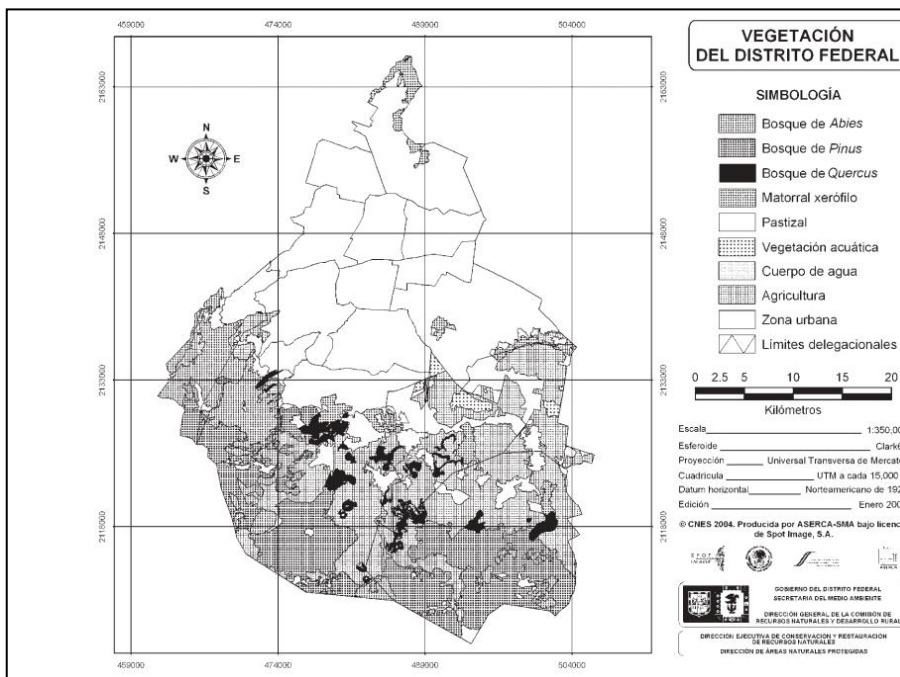


Figura 5. Mapa de cobertura vegetal en el Distrito Federal, México.

Para la cobertura vegetal del Área Urbana del Distrito Federal se utilizara la clasificación de áreas verdes según Adams en 2005.

Parches de manejo. La característica que tiene este apartado es que todas son formaciones vegetales artificiales, con un manejo intenso del ser Humano y que se encuentran dentro de suelo Urbano. El estrato arbóreo artificial del Distrito Federal se compone de: encino, fresno liquidámbar, casuarina, eucalipto, trueno, pino, cedro, ahuehuete (Mora-Ascencio, *et al.*, 2010)

Parche de remanente de hábitat. En este apartado se incluyen los bosques de pino y pino-encino, con la particularidad de ser formaciones naturales ubicadas dentro de la Ciudad de México con cierto grado de perturbación. Estas localidades presentan dominancia de especies de *Pinus spp.*, *Quercus*, y representantes de la familia *Cupressaceae* (coníferas) y *Oleaceae* (como trueno y fresno; López, 2003; Santiago, 2003; Guerrero, 2005)

El Distrito Federal alberga grandes componentes de fauna, principalmente mamíferos con 80 especies (Hortelano-Moncada y Cervantes, 2011), se pueden encontrar hasta 21 especies de anfibios, 151 de aves y 28 de reptiles (Aguilar, *et al.*, 2006; INEGI, 2010; Delegación Tlalpan, 2011; Gobierno del Distrito Federal, 2012).

7. MATERIALES Y MÉTODOS

Para estimar la densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster* en el Distrito Federal fueron seleccionados 10 sitios de muestreo, de los cuales 7 se encuentran ubicados en la Ciudad de México: El Bosque de Aragón (Aragón) en la delegación Gustavo A. Madero, El Bosque de Chapultepec primera sección (Chapultepec) en la Delegación Miguel Hidalgo, Parque Hundido (Hundido) y Parque Francisco Villa (Los Venados), Los Viveros de Coyoacán y La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria UNAM (REPSA- UNAM) en la Delegación Coyoacán, y El Parque Nacional Bosque de Tlalpan (Tlalpan) en la delegación Tlalpan; y 3 sitios se ubican en el Suelo de Conservación del Distrito Federal: El Parque Nacional “Desierto de los Leones” (Desierto de los Leones) en la Delegación Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón, la Reserva Ejidal Comunitaria de San Miguel Topilejo (Topilejo) y Los Ejidos de San Andrés Totoltepec (Totoltepec) en la delegación Tlalpan. (Cuadro 1).

Los sitios fueron seleccionados considerando lugares donde la especie *S. aureogaster* es nativa y donde ha sido introducida, abarcando tanto el área urbana como el Suelo de Conservación en el Distrito Federal, tomando como criterio ubicaciones previas que reportan problemas con la población de ardilla gris, como el caso de Chapultepec (López, 2003; Santiago, 2003; Guerrero, 2005; Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2006), Aragón (Bosque de San Juan de Aragón, 2012), Viveros de Coyoacán (Mora-Ascencio, *et al.*, 2010), Bosque de Tlalpan, Parque Hundido (SEMARNAT, 2012) y los Venados; se menciona como fauna no nativa, con probable introducción reciente a *S. aureogaster* en la REPSA-UNAM y alrededores (Hortelano-Moncada, *et al.*, 2009); y 3 sitios en el Suelo de Conservación del Distrito Federal donde la ardilla gris, *S. aureogaster* es nativa: Desierto de los Leones, Totoltepec y Topilejo (Fig. 6; Ceballos y Pacheco, 1994; Hortelano-Moncada y Cervantes, 2011).

Cuadro 1. Sitios de muestreo seleccionados para estimar la densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster*.

Localidades	Zona administrativa	Delegación	Área total (km ²)	Cobertura vegetal
Aragón	Suelo urbano	Gustavo A. Madero	1.62028	Bosque artificial, perturbado (eucaliptos, casuarinas pirules, fresnos y truenos)
Chapultepec	Suelo urbano	Miguel Hidalgo	2.7408	Bosque perturbado con dominancia de Oleaceae (trueno y fresno) y Cupressaceae (coníferas)
Parque Hundido	Suelo urbano	Benito Juárez	0.099	Estrato artificial (eucaliptos, casuarinas pirules, fresnos y truenos)
Los Venados	Suelo urbano	Benito Juárez	0.089	Estrato artificial (eucaliptos, casuarinas pirules, fresnos y truenos)
Viveros de Coyoacán	Suelo urbano	Coyoacán	0.43	Estrato arbóreo artificial de encino, fresno liquidámbar, casuarina, eucalipto, trueno, pino, cedro, ahuehuate
REPSA-UNAM.	Suelo urbano	Coyoacán	2.37	Matorral xerófilo con dominancia de <i>Senecio praecox</i> .
Bosque de Tlalpan	Suelo urbano	Tlalpan	2.52	Bosque de <i>Quercus</i> y matorral xerófilo
Desierto de Los Leones	Suelo de Conservación	Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos	15.29	Bosque mixto (<i>Abies-Pinus-Quercus</i>);
Topilejo	Suelo de Conservación	Tlalpan	60	Bosque perturbado de <i>Pinus</i> y <i>Pinus-Quercus</i>
Totoltepec	Suelo de Conservación	Tlalpan	1.462	Bosque perturbado de <i>Quercus</i> , <i>Pinus-Quercus</i> y matorral xerófilo.

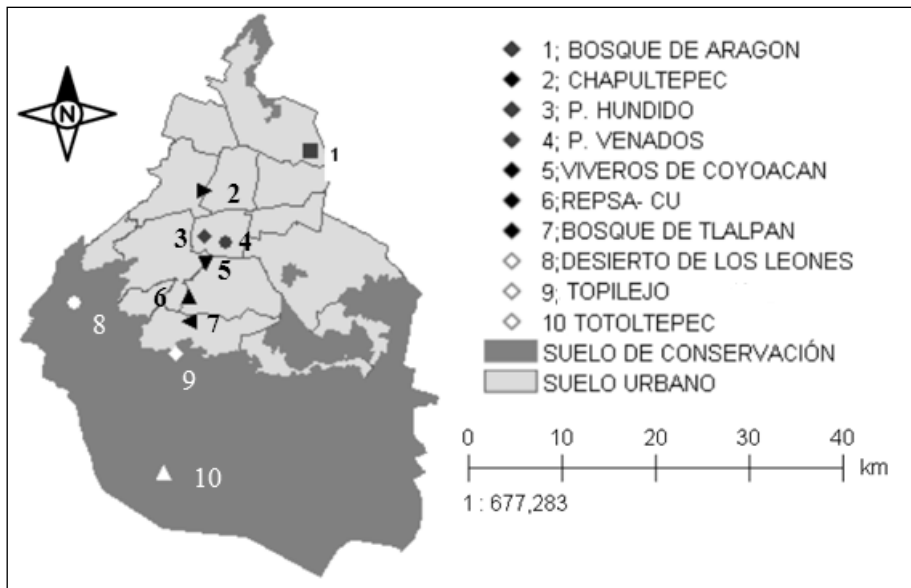


Figura 6. Localización de los puntos de muestreo de la ardilla gris, *S. aureogaster* en el Distrito Federal.

De manera sistemática se escogieron 6 transectos de aproximadamente 1.3 km. cada uno, con excepción de los Viveros de Coyoacán donde los transectos fueron de 0.6 km; el Parque Hundido y los Venados donde los transectos en ambos sitios fueron de 0.033 km. Se tomaron además 4 lotes por localidad de 50 x 50 m, de manera aleatoria, con la excepción del Parque Hundido y de los Venados donde solo fueron 2 lotes. Se realizaron 2 muestreos por sitio en la temporada de secas (Enero y Febrero) y lluvias (Junio y Julio), realizando salidas de 3 días por localidad.

Se registró el número de ardillas observadas dentro de una franja de 20 m (considerando los 10 m a cada lado del centro del transecto), asumiendo que dentro de esta franja la probabilidad de detección será igual a 1 (Mandujano, 1994; 1997; Hein, 1997; Burnham y Harris, 2002; Mora-Ascencio, *et al.*, 2010; Hidalgo *et. al.* 2012). Cada transecto tuvo una separación de 150 m, que evitó que se contara dos veces al mismo individuo (Santiago, 2003; Mora-Ascencio, *et al.*, 2010), además se aprovecharon senderos y caminos (Mandujano, 1997) delimitando la distancia por medio de un equipo GPS Garmin modelo ETREX 10 P/N 010-00970-00.

La separación mínima entre cada uno de los lotes fue de cuando menos 250 m, con el fin de reducir la probabilidad de contar dos veces a una misma ardilla. Se contaron todas las ardillas que se observaron dentro de cada cuadrante y caminando en zig-zag para abarcar toda el área del lote (Mora-Ascencio, *et al.*, 2010).

Para evitar sesgos causados por los patrones de actividad de las ardillas, los recorridos fueron seleccionados al azar, ya sea por la mañana (9:00 a 10:00 hrs) o por la tarde (16:00 a 17:00 hrs.), considerando un estudio previo que registra que las ardillas presentaron un máximo de actividad en estas horas (Ceballos, *et al.*, 1994).

7.1 Densidad poblacional

La manera más común de expresar la abundancia es a través del número de individuos que existe por unidad de espacio o área, esta razón se denomina como densidad poblacional o densidad relativa, y permite realizar inferencias sobre la población total a partir de una muestra representativa (Krebs, 1985; Montiel, 1981; Soberón, 1987; Mandujano, 1994, 1997; Burnham y Harris, 2002; Parker y Nillon, 2008).

Para estimar la densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster*, se utilizó el método por transecto de franja (Burnham, 1980; Mandujano, 1994; 1997; Harris y Burnham, 2002), siendo este el método más adecuado para este grupo de roedores (Bouffart y Hein, 1978; Healy y Welsh, 1992; Hein, 1997; Gurnell *et al.* 2009; Mora-Ascencio, *et al.*, 2010; Pacheco, 2011; Hidalgo *et al.* 2012).

Para el cálculo de la densidad se aplicó la fórmula (Burnham, 1980; Harris y Burnham, 2002):

$$D = n / 2 w L,$$

Dónde:

n = número de ardillas observadas,

L = suma total del largo del transecto (que fue la suma de la longitud de todos los transectos), y

w = ancho del transecto.

Con el objetivo de conocer si existían diferencias significativas entre localidades ubicadas en Suelo urbano y Suelo de conservación, se realizó un análisis de t de student de cola derecha, utilizando el promedio obtenido de ambas épocas de estudio por cada sitio.

Para determinar si existían diferencias entre las dos épocas del año (secas y lluvias) se realizó un análisis de t de student de dos colas, con un nivel de confianza del 95 por ciento (α de 0.05). Se incluyeron los datos de todos los sitios y se utilizaron las funciones estadísticas del paquete de office Excel 2010.

Para determinar el tamaño de la población de ardilla gris *S. aureogaster* por sitio, se multiplico la densidad obtenida por el área (km²) de cada una de las localidades de estudio. La precisión del estimado de tamaño de población se determinó con base en la construcción de intervalos de confianza al 95 por ciento.

7.2 Tasa de observación por tipo de vegetación

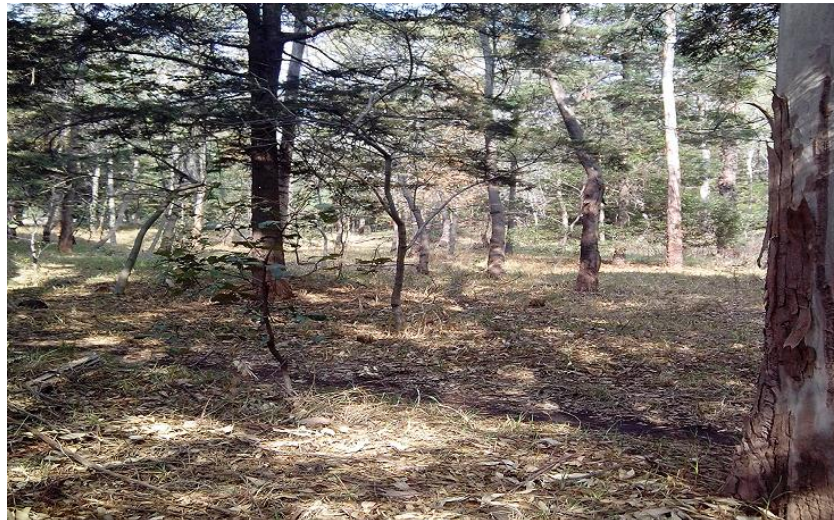
Con el objeto de conocer si existe alguna tendencia de un mayor número de ardilla gris, *S. aureogaster* de acuerdo al tipo de vegetación o en zonas urbanas y Suelo de Conservación del Distrito Federal, se utilizó la relación n / L como una tasa de observación de ardillas, donde “ n ” es el número de individuos observados sobre “ L ” que es la distancia recorrida por localidad

(Mandujano, 1994). El análisis se realizó ponderando el número de kilómetros recorridos en cada tipo de vegetación y en cada zona estudiada (Suelo Urbano y Suelo de Conservación del Distrito Federal) y en ambas épocas del año, secas y lluvias.

Para la determinación de la tasa de observación por tipo de vegetación se utilizaron los siguientes criterios:

Las localidades de suelo urbano que tienen bosque natural de *Pinus-Quercus* son, Chapultepec, y 4 Transectos del Bosque de Tlalpan, las cuales se consideran como Parche de remanente de hábitat o Bosque natural urbano (Fig.7).

a)



b)



Figura 7. Bosque natural urbano, a) Bosque de Tlalpan, b) Bosque de Chapultepec.

Las localidades de suelo urbano con vegetación artificial tales como parques y canchas son: Aragón, Viveros de Coyoacán, Parque Hundido, los Venados y los Transectos recorridos en los jardines y Facultades de Ciudad Universitaria UNAM, los cuales se incorporan en la categoría Parches de manejo o bosques artificiales parques y canchas (Fig.8).

a)



b)



Figura 8. Vegetación artificial, a) Bosque de Aragón, b) Jardín de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), UNAM.

Las localidades que se ubican en el Suelo Urbano y Suelo de Conservación del Distrito Federal, con matorral xerófilo son REPSA-UNAM (solo los transectos recorridos dentro de la Reserva), el Bosque de Tlalpan (solo en la parte conservada del matorral xerófilo) y dos transectos de los ejidos de Totoltepec con matorral xerófilo. (Fig. 9).

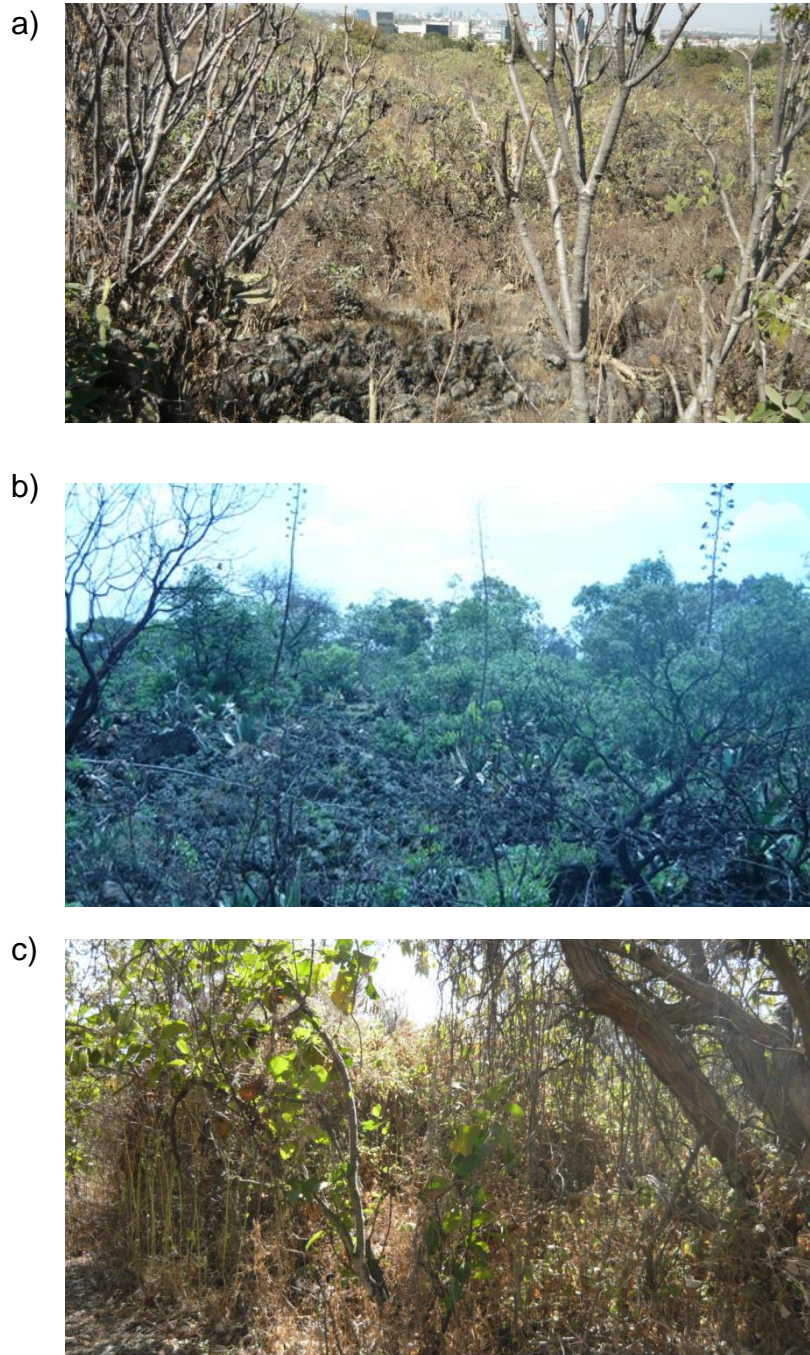


Figura 9. a) Bosque de Tlalpan, matorral xerófilo. b) Totoltepec, matorral xerófito c) Núcleo Oriente de REPSA-UNAM.

Las localidades que se ubican en Suelo de Conservación del Distrito Federal son Topilejo, con bosque de *Pinus*, el Desierto de los Leones con *Abies religiosa* y Ejidos de Totoltepec con 4 transectos de bosque de *Pinus-Quercus*, los transectos recorridos fueron sumados y se obtuvo la tasa de observación en la categoría Pino-Encino-Oyamel (Fig.10).

a)



b)



c)



Figura 10. a) Desierto de los Leones, bosque de oyamel (*Abies religiosa*), b) Topilejo, bosque de pino y c) Totoltepec, bosque de pino-encino.

7.3 Distribución espacial

La distribución espacial, se refiere al arreglo que tienen los individuos de una determinada población en el espacio, esta puede ser de 3 tipos: a) al azar donde los individuos se encuentran en un medio físico homogéneo y son totalmente indiferentes a la presencia de otros, b) uniforme cuando en un medio homogéneo los individuos presentan interacciones negativas entre sí y c) contagiosa donde los individuos se encuentran en un medio discontinuo y la distribución de estos se da dependiendo de las condiciones de cada punto (Ravinovich, 1978; Krebs, 1985).

Para evaluar el tipo de distribución espacial que presentó la ardilla gris *S. aureogaster* en el Distrito Federal se realizó una prueba de la razón varianza/media a partir de los datos obtenidos de los conteos por lotes, obteniendo un índice de agregación basado en la distribución de *Poisson*. Cuando dicho cociente es igual a 1, la disposición espacial es aleatoria, definiendo dicha aleatoriedad como el hecho de que la distribución espacial observada se ajusta perfectamente a una *Poisson*. Si es igual a 0, indica varianza nula, es decir la disposición espacial es uniforme. Cuando el cociente alcanza valores altos, significa que la agregación es máxima, ajustándose una distribución Binomial Negativa.

Para la descripción del tipo de disposición se utilizó el modelo de distribución binomial negativa (Ravinovich, 1978; Krebs, 1989).

$$P_x = \frac{[\gamma(k+x)]}{[x! \gamma(k)]} \left[\frac{\mu}{\mu+k} \right]^x \left[\frac{k}{\mu+k} \right]^{-k}$$

Dónde:

P_x = la probabilidad de observar una cuadrícula con x individuos.

μ = la media de la distribución

k = el exponente de la binomial negativa

γ = la función Gamma

Para la estimación de k , se utiliza la varianza de la muestra (S^2), como estimación de la varianza poblacional (σ^2) y la media muestral como estimativo de la media poblacional, entonces la estimación de k viene dada por:

$$k = \frac{m}{S^2 - m}$$

El parámetro k suele ser visto como una medida de agregación, considerándose que mientras menor sea su valor, mayor será la agregación. De esta manera, el enfoque tradicional plantea que ajustar una distribución Binomial a un patrón de disposición espacial consiste en encontrar un valor de k que, dada una media muestral, permita modelar cualquier patrón de agregación como una de las infinitas formas de la Binomial Negativa (Ravinovich, 1978)

Con el objeto de conocer si la distribución espacial de la ardilla gris, *S. aureogaster* del Distrito Federal se ajusta al modelo de disposición contagiosa, se realizó un ajuste entre las frecuencias esperadas y obtenidas por medio de una prueba de χ^2 (Ravinovich, 1978; Krebs, 1989). Se utilizó además el software MapWindows y Arcgis Explorer para la realización de los mapas.

8. RESULTADOS

8.1 Densidad poblacional

El mayor número de avistamientos en ambas temporadas de estudio se dio en Chapultepec (393), seguido por los Viveros de Coyoacán (281) y Aragón (197); mientras las localidades donde se observó el menor número de ardillas en las dos temporadas, fue Topilejo con 4 avistamientos y Totoltepec, con uno, mientras que REPSA-UNAM tuvo 50, Bosque de Tlalpan 67, los Venados con 48, El parque Hundido con 35 y el Desierto de los Leones con 35 (Cuadro 2, Fig. 11).

El área total muestreada, en el Distrito Federal fue de 60.28 km en 54 transectos, obteniéndose en total 1,111 ardillas de las cuales 499 se observaron en la temporada de secas y 612 en lluvias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de observaciones de ardilla gris, *S. aureogaster* en cada una de las localidades en ambas temporadas del año.

<i>Localidades</i>	Área muestreada (km)	Secas	Lluvias	Total de individuos
Aragón	7.8	96	101	197
Chapultepec	7.8	174	219	393
Parque Hundido	0.099	12	23	35
Los Venados	0.0951	18	30	48
Viveros de Coyoacán	3.5	139	142	281
REPSA-UNAM.	7.8	22	28	50
Bosque de Tlalpan	7.81	22	45	67
Desierto de Los Leones	7.8	14	21	35
Topilejo"	7.8	1	3	4
Totoltepec	7.8	1	0	1
Total		499	612	
Total ambas temporadas	60.28	1,111		

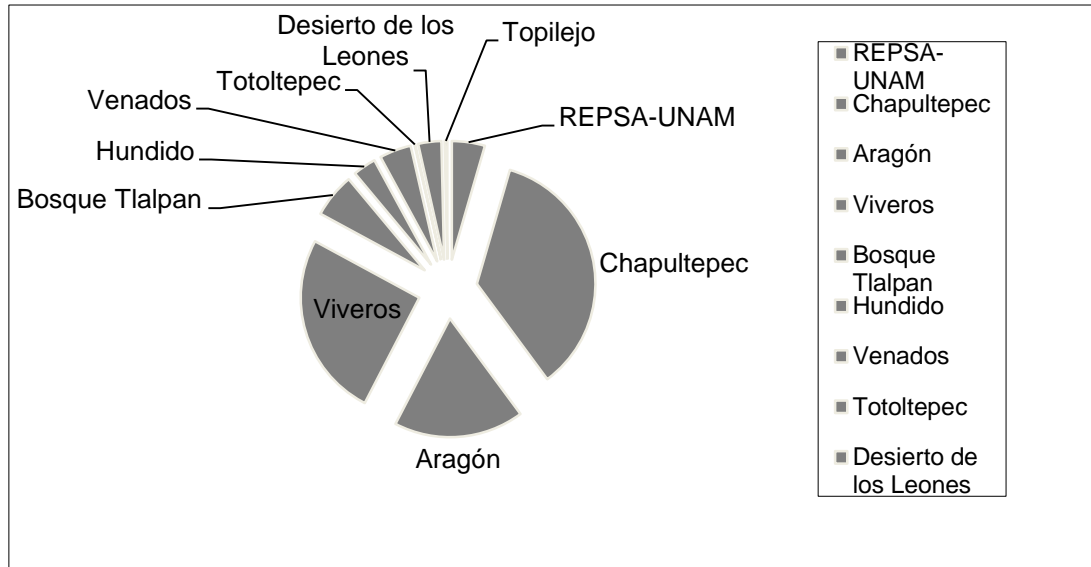


FIGURA 11. Proporción de ardilla gris, *S. aureogaster* en las diferentes localidades estudiadas.

En el Suelo de Conservación, para Topilejo y Totoltepec, el número de ardillas grises observadas no fue suficiente para realizar estimaciones confiables del tamaño poblacional, ya que el número mínimo es de 10 individuos (Buckland *et al.*, 1993; Hidalgo, *et al.*, 2012), por lo tanto para esta zona solo se considera la densidad del Desierto de los Leones. Sin embargo los datos de densidad poblacional de estas 3 localidades son incluidos en la realización del promedio para todo el suelo de conservación, para el análisis por tipo de vegetación y para los análisis de distribución espacial.

Los datos obtenidos en el Parque Hundido y los Venados no fueron usados para calcular la densidad entre localidades, debido a que presentan un área muy reducida con respecto al resto de las localidades, sin embargo si son utilizados para la estimación del tamaño poblacional, para los análisis de distribución espacial, para la tasa de observación y para obtener el promedio de densidad poblacional del suelo Urbano.

8.1.1. Densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster* por localidad y por temporada

La localidad con mayor densidad poblacional promedio fue Los Viveros de Coyoacán con 1000.71 ind/km², seguido por Chapultepec con 629.80 ind/km² y por Aragón con 314.09 ind/km². Las localidades con menor densidad poblacional promedio fueron el Bosque de Tlalpan con 107.23 ind/km², la REPSA-UNAM con 80.12 ind/km² y el Desierto de los Leones con 56.08 ind/km² (Fig. 12, Cuadro 3).

En el periodo de secas, tanto para Suelo Urbano como para Suelo de Conservación la densidad poblacional tuvo un intervalo de 44.87 ind/km², a 990.02 ind/km² mientras que en lluvias se encontraron densidades que van desde 67.30 ind/km² hasta los 1011.39 ind/km² (Cuadro 3).

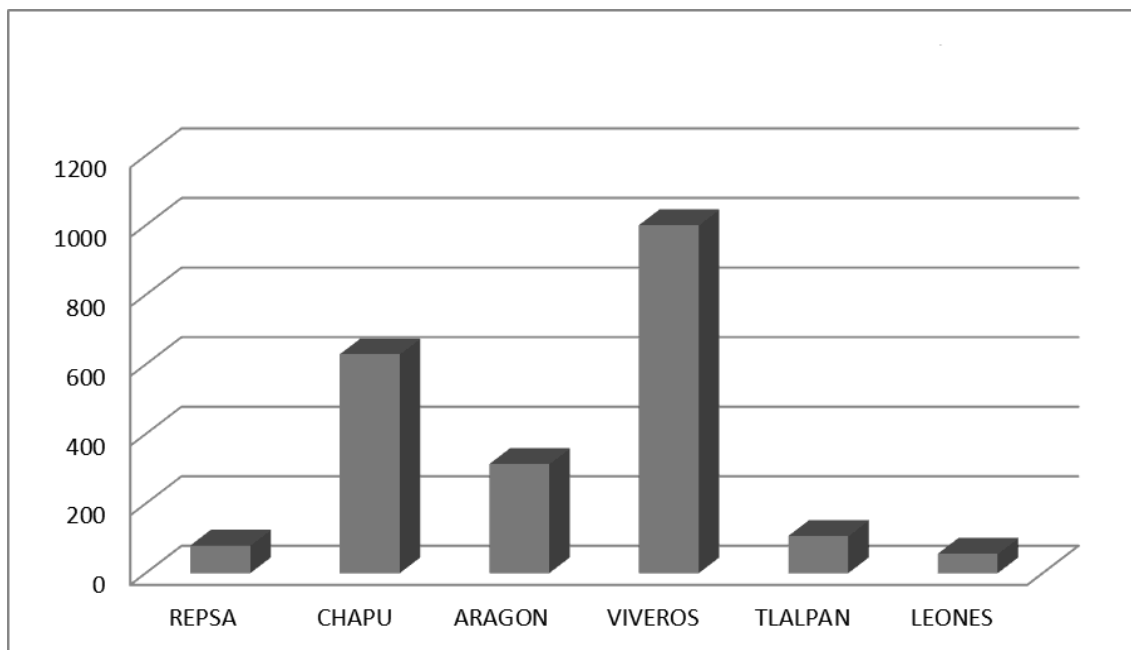


Figura 12. Densidad promedio por localidad de la ardilla gris, *S. aureogaster* en el Distrito Federal incluyendo ambos periodos de estudio.

Cuadro 3. Densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster* por localidad de estudio y por temporada.

Localidad	Área muestreada (km)	Núm.observaciones	Densidad (ind/km ²)	Densidad Promedio (ind/km ²)
Aragón	7.8	Secas 96	Secas 306.12	314.09
		Lluvias 101	Lluvias 322.06	
Chapultepec	7.8	Secas 174	Secas 557.69	629.80
		Lluvias 219	Lluvias 701.92	
**Parque Hundido	0.099	Secas 12	Secas 315.78	460.52
		Lluvias 23	Lluvias 605.26	
**Los Venados	0.0951	Secas 18	Secas 441.17	588.23
		Lluvias 30	Lluvias 735.29	
Viveros de Coyoacán	3.5	Secas 139	Secas 990.02	1000.71
		Lluvias 142	Lluvias 1011.39	
REPSA-UNAM.	7.8	Secas 22	Secas 70.5	80.12
		Lluvias 28	Lluvias 89.74	
Bosque de Tlalpan	7.81	Secas 22	Secas 70.42	107.23
		Lluvias 45	Lluvias 144.04	
Desierto de Los Leones	7.8	Secas 14	Secas 44.87	56.08
		Lluvias 21	Lluvias 67.30	
* Topilejo	7.8	Secas 1	Secas 3.20	6.4102
		Lluvias 3	Lluvias 9.61	
* Totoltepec	7.8	Secas 1	Secas 3.20	1.60255
		Lluvias 0	Lluvias 0	

(*) Localidades donde no se pudo calcular la densidad por el tamaño de muestra, y (**) por el tamaño de área.

No se apreciaron diferencias significativas entre la época de secas y la época lluvias ($t = -0.2253$, $\alpha = 0.05$ $gl=10$, $0.77 > p < 0.922$), aunque si se manifiesta un ligero incremento de la densidad de ardilla gris, *S. aureogaster* en lluvias (Fig. 13)

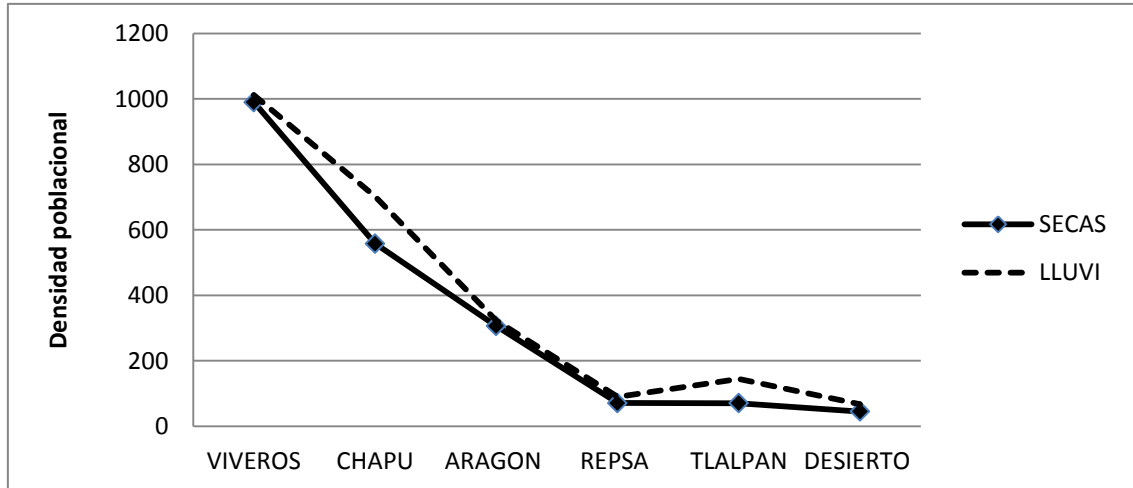


Figura 13. Densidad poblacional la ardilla gris, *S. aureogaster* en el Distrito Federal por localidad y por temporada.

La densidad poblacional promedio de ambas épocas del año, obtenida a partir de los bosques y parques de Suelo Urbano es de 454.39 ind/km², y va desde 393.10 ind/km² (Secas) a 515.67 ind/km² (Lluvias), para el Suelo de Conservación se obtuvo un promedio de 21.36 ind/km² que van desde 17.09 ind/km² en secas a los 25.64 ind/km² en lluvias (Fig.14), y con un nivel de significancia del 0.05, por lo tanto el promedio de la densidad del Suelo Urbano es mayor que la presentada en Suelo de Conservación ($t = 3.507$, $gl=6$, $P=0.031$).

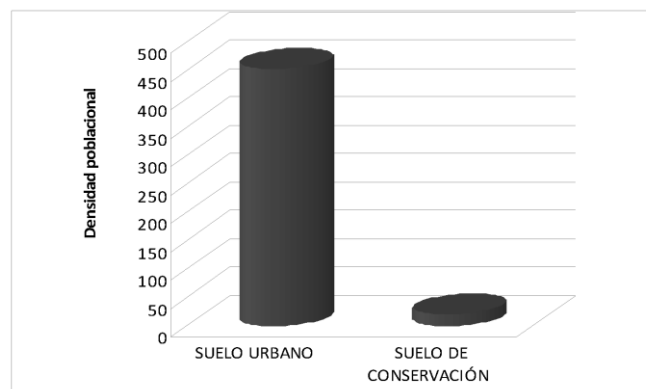


Figura 14. Densidad poblacional promedio de la ardilla gris, *S. aureogaster* en el Distrito Federal, de las dos regiones estudiadas.

8.1.2. Densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster* en localidades del Suelo Urbano

La localidad que presentó la mayor densidad poblacional fue Los Viveros Coyoacán con 990.02 ind/ km² (secas) a 1011.396 ind/ km² (Lluvias), seguido de Chapultepec con una densidad poblacional de 557.69 ind/km² (Secas) y 701.92 ind/km² (Lluvias), y Aragón con 306.12 ind/km² y 322.06 ind/km² en secas y lluvias respectivamente.

Las localidades que no presentaron índices tan altos de densidad fueron REPSA-UNAM (70.51 ind/ km² en secas a 89.7435 ind/ km² en Lluvias), y el Bosque de Tlalpan (70.42 ind/ km² secas a 144.046 ind/ km² en Lluvias), siendo los sitios de esparcimiento y los senderos con árboles de pino y encino, los de mayor cantidad de registros (Fig.15).

Ambas localidades tienen como semejanza tener parte del derrame lávico del Xitle, por ende tienen una gran diversidad en cuanto a vegetación propia de matorral xerófilo en sus zonas más conservadas, sin embargo tanto en la REPSA-UNAM, como la Zona Oriente del Bosque de Tlalpan no se registró ninguna ardilla gris, *S. aureogaster* (Fig.16).

Las localidades de Parque Hundido y Los Venados son localidades con área de tan solo 99,052 m² y 89,235 m² respectivamente, sin embargo para el parque Hundido se observaron 12 ardillas en secas y 23 en Lluvias, mientras que en Los Venados se observaron 18 ardillas en secas y 30 en Lluvias, lo que representa un número mayor de avistamientos que el número total de observaciones en Suelo de Conservación en ambas temporadas (50 ind.).

a)



b)



Figura 15, a) Jardín de la Biblioteca Nacional, UNAM; b) Vegetación del Bosque de Tlalpan de pino-encino.

a)



b)



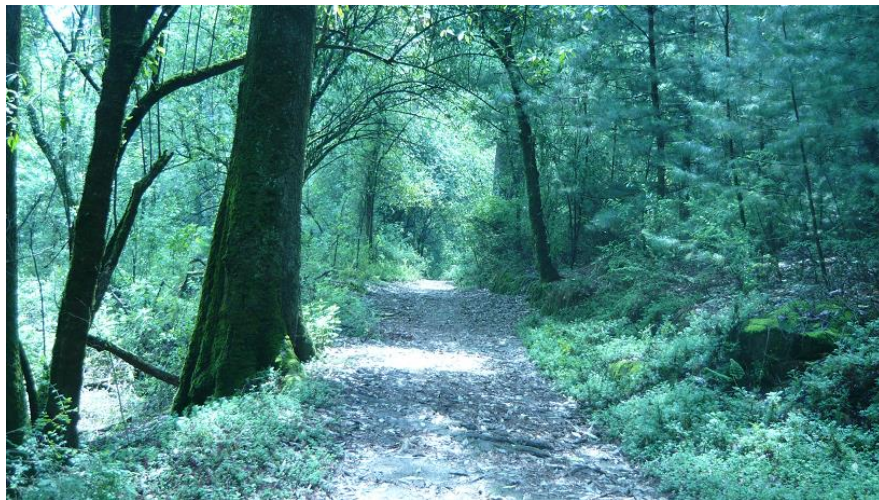
Figura 16. a) REPSA-UNAM, zona núcleo oriente, b) Zona de matorral xerófilo del Bosque de Tlalpan.

*8.1.3. Densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster* en localidades del Suelo de Conservación.*

El Desierto de los Leones fue la localidad con mayor densidad dentro del Suelo de Conservación y el único punto de esta demarcación donde se obtuvieron datos confiables sobre la densidad poblacional, con un intervalo de 44.87

ind/km² en secas, a 67.30 ind/km² en lluvias. Si bien fue la densidad calculada más baja del estudio en ambas épocas del año, la localidad cuenta con excelentes elementos que aseguran mantener una población de ardilla gris, *S. aureogaster* en buenas condiciones (Fig. 17). Se observaron ardillas juveniles, en la época de lluvias, por lo que aumento de manera notoria la densidad en esta época. A pesar de existir gran cantidad de depredadores, las condiciones de la vegetación y del medio en general permiten que las ardillas encuentren refugios, y las zonas donde hubo mayor número de registros, es en donde menos transitan las personas.

a)



b)



Figura 17. Vegetación Desierto de los Leones a) Sendero cabalgaduras b) Sendero hacia las ermitas.

La reserva de Topilejo y Totoltepec, pertenecientes al suelo de conservación, fueron las localidades con menor cantidad de registros en ambas temporadas de estudio, con 4 y 1 respectivamente.

En Topilejo se observaron zonas con vegetación quemada y grandes extensiones de árboles de baja estatura (producto de recientes reforestaciones, Fig.18), además de sitios con alto grado de deforestación y cultivos de forraje alrededor (Fig.19).

a)



b)



Figura 18. a) Zonas con vegetación quemada, b) Árboles jóvenes producto de la reforestación en Topilejo.

a)



b)



Figura 19. Bosque de Topilejo, a) Zonas deforestadas, b) Áreas utilizadas para el cultivo de forraje.

La localidad de Totoltepec, presenta un ecosistema con algunas zonas conservadas, en las cuales se observaron importantes componentes de biodiversidad, principalmente en vegetación, la cual como producto del derrame lávico del Xitle produjo sucesiones ecológicas muy variadas, creando zonas de matorral xerófilo, de pino y pino-encino (Fig. 20), sin embargo pueden encontrarse zonas muy deterioradas donde hay perros vagando, basura, cascajo, pastizales inducidos (Fig. 21), y un reciente incendio que afecto gran parte de los ejidos (Fig.22).

a)



b)



c)

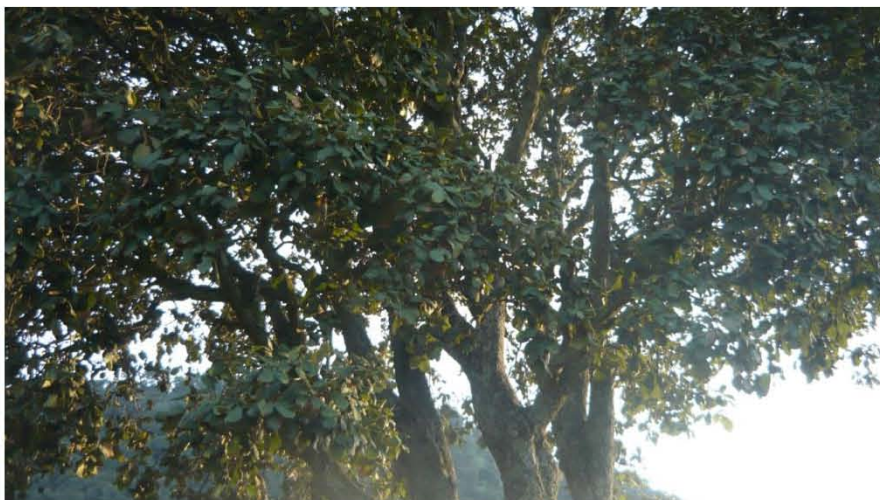


Figura 20. Diferentes tipos de vegetación de Totoltepec, producto de la sucesión ecológica a partir de los derrames lávicos del Xitle, a) Matorral xerófilo b) Bosque de pino-encino, c) Encino

a)



b)



c)



Figura 21. Daños, a la cobertura vegetal en Totoltepec, a) Cascajo, b) Basura, c) Huecos en la cobertura forestal,

a)



b)



Figura 22. Ejeidos de Totoltepec después del incendio; a) Pino muerto por el incendio, b) Aparente regeneración del bosque.

8.1.4 Estimación del número de individuos de la ardilla gris, *S. aureogaster*.

Con base a los resultados obtenidos y a los intervalos de confianza al 95 por ciento, se estima que el mayor número de ardillas se encuentra en la localidad de Suelo Urbano Bosque de Chapultepec, con un estimado de 1726 ardillas en 2.74 km², seguido por la localidad de Suelo de Conservación Desierto de los Leones con 858 ardillas en 15.29 km² y por las zonas verdes artificiales de Aragón con 509 ardillas en 1.62 km² y los Viveros de Coyoacán con 430 ardillas en tan solo 0.43 km², ambas en Suelo Urbano

Se estima que las localidades con menor número de ardillas son Parque Hundido con 46 ardillas y los Venados con 52 ardillas, ambas en Suelo Urbano sin embargo el área que ocupan es tan solo de 0.099 km² y 0.089 km² respectivamente (Cuadro 4).

Las localidades de Bosque de Tlalpan y la REPSA-UNAM, muestran según las estimaciones una cantidad de ardillas alta, 270 y 190 ardillas respectivamente, sin embargo a pesar de no haber presentado índices tan altos de densidad, el área que ocupan dentro de Suelo Urbano es grande, tan solo la REPSA-UNAM de Ciudad Universitaria ocupa una superficie de 2.37 km² y el Bosque de Tlalpan de 2.52 km² (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estimación del número de individuos por localidad con intervalos de confianza del 95 por ciento.

<i>Localidades</i>	<i>Área total (km²)</i>	<i>Densidad poblacional</i>	<i>Intervalo inferior</i>	<i>Intervalo superior</i>	<i>Estimación número de individuos</i>
Aragón	1.62	314.09	303.0	333.1	509
Chapultepec	2.74	629.807	529.8	729.7	1726
Parque Hundido	0.099	460.526	259.9	661.1	46
Los Venados	0.089	588.235	384.4	792.0	52
Viveros de Coyoacán	0.43	1000.71	985.9	1015.51	430
REPSA-UNAM.	2.37	80.1281	66.80	93.45	190
Bosque de Tlalpan	2.52	107.234	56.21	195.06	270
Desierto de Los Leones	15.29	56.089	40.54	71.63	858
Topilejo*	60	6.4102	1.96	10.85	385
Totoltepec*	1.462	1.6025	0	3.823	2

* Localidades donde los datos de densidad poblacional no son confiables.

8.2 Tasa de observación por tipo de vegetación.

Se obtuvieron registros de 4 tipos de vegetación. La tasa de observación indica que se observaron mayor cantidad de ardilla gris, *S. aureogaster* en los bosques y parque artificiales en las secas (15.37 ind/ km) y mayor observación en lluvias en los bosques urbanos (Chapultepec y Bosque de Tlalpan; 18.97 ind/km) sin embargo en promedio se observaron más ardilla gris, *S. aureogaster* en los bosque urbanos, con una tasa de 4.46 ind/km (Cuadro 5).

La cobertura vegetal con mayor densidad poblacional promedio fue en los bosque naturales urbanos con un promedio de 409.92 ind/ km², seguido por los bosques y parques artificiales (con cobertura vegetal inducida por el hombre en su totalidad) con 392.79 ind/km². Los tipos de vegetación con menor densidad fueron el bosque de pino-encino-oyamel y el matorral xerófilo, con 24.3 ind/km² y 35.81 ind/ km² respectivamente (Fig. 23), la densidad del matorral es baja, debido a que no se presenta en este tipo de vegetación arboles altos donde la

ardilla gris, *S. aureogaster* se siente más cómoda y donde es menos vulnerable a los depredadores. En cuanto a la densidad por periodo, se aprecia un incremento en la época de lluvias (Fig. 24).

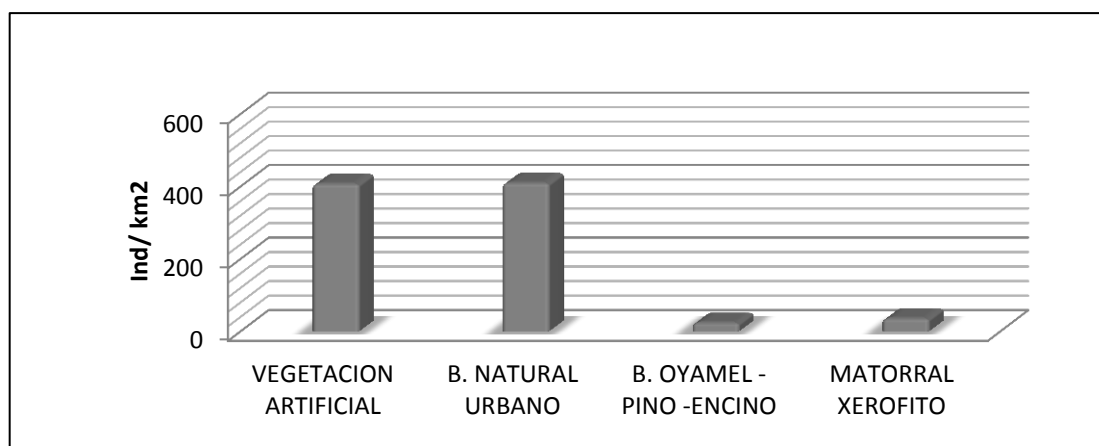


Figura 23. Densidad poblacional promedio de la ardilla gris, *S. aureogaster* por cobertura vegetal.

Cuadro 5. Tipo de vegetación que se recorrió, donde “n” es el número de avistamientos, n/L es la tasa de observación y “D” es la densidad poblacional de ardilla gris, *S. aureogaster* (ind/km²)

Secas	Vegetacion artificial	Bosque natural urbano	Bosque de pino encino, oyamel	Matorral xerófilo
N	285	188	16	10
N/L	15.38046411	13.82352941	0.769230769	1.36425648
D	384.5116028	345.5882353	19.23076923	34.10641201
Lluvias				
N	319	258	24	11
N/L	17.2153265	18.97058824	1.153846154	1.500682128
D	430.3831624	474.2647059	28.84615385	37.51705321
Ambas Temporadas ¹				
N	604	446	40	21
N/L	16.2978953	16.39705882	0.961538462	1.432469304
D	407.4473826	409.9264706	24.03846154	35.81173261

¹ Promedio de los datos de ambas épocas de ambas épocas

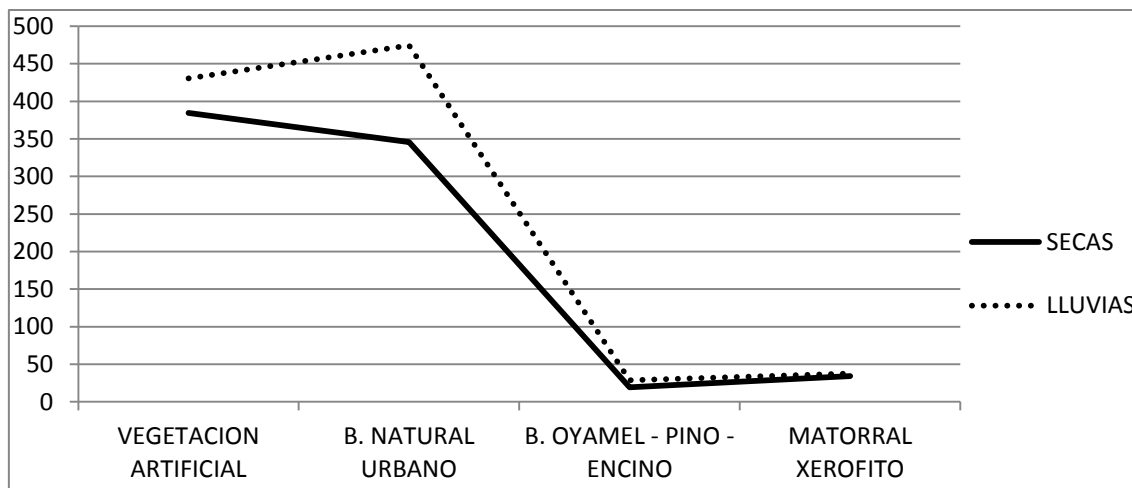


Figura 24. Densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster* en el Distrito Federal por temporada y por tipo de vegetación.

Los resultados obtenidos en los recorridos de Suelo Urbano (36.88 km y en Suelo de Conservación 23.4 km), indicaron una tasa de observación mayor que la que presentó el suelo de conservación, de 14.53 ind/km y 0.85 ind/km respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Tasa de observación de la ardilla gris, *S. aureogaster* en el Distrito Federal, por zona administrativa

Época	Suelo Urbano	Suelo de Conservación
Secas		
N	483	16
N/L	13.096	0.68
Lluvias		
N	588	24
N/L	15.97	1.025
Ambas épocas		
N	998	40
N/L	14.53	0.85

Se observaron además diferentes tonalidades de coloración, siendo las ardillas de Suelo Urbano las que presentaron mayor cantidad de patrones, desde las negras en su totalidad (melánicas), negras con gris y/o salpicado de blanco en el dorso, algunas ocre a café oscuro en la nuca y el cuello, hasta las de color blanco en casi todo el cuerpo y solo con algunas manchas grises en los hombros y en la cabeza; este último patrón descrito es anormal en vida silvestre y es un reflejo indirecto de la baja variabilidad genética en las poblaciones (Guevara, *et al.*, 2011); solo se observó en Aragón y se considera como una manifestación de leucismo.

En el Suelo de Conservación la gran mayoría de las ardillas que se registraron fueron negras, y solo una presentó una coloración parda con manchas grises y vientre claro (Fig. 25).

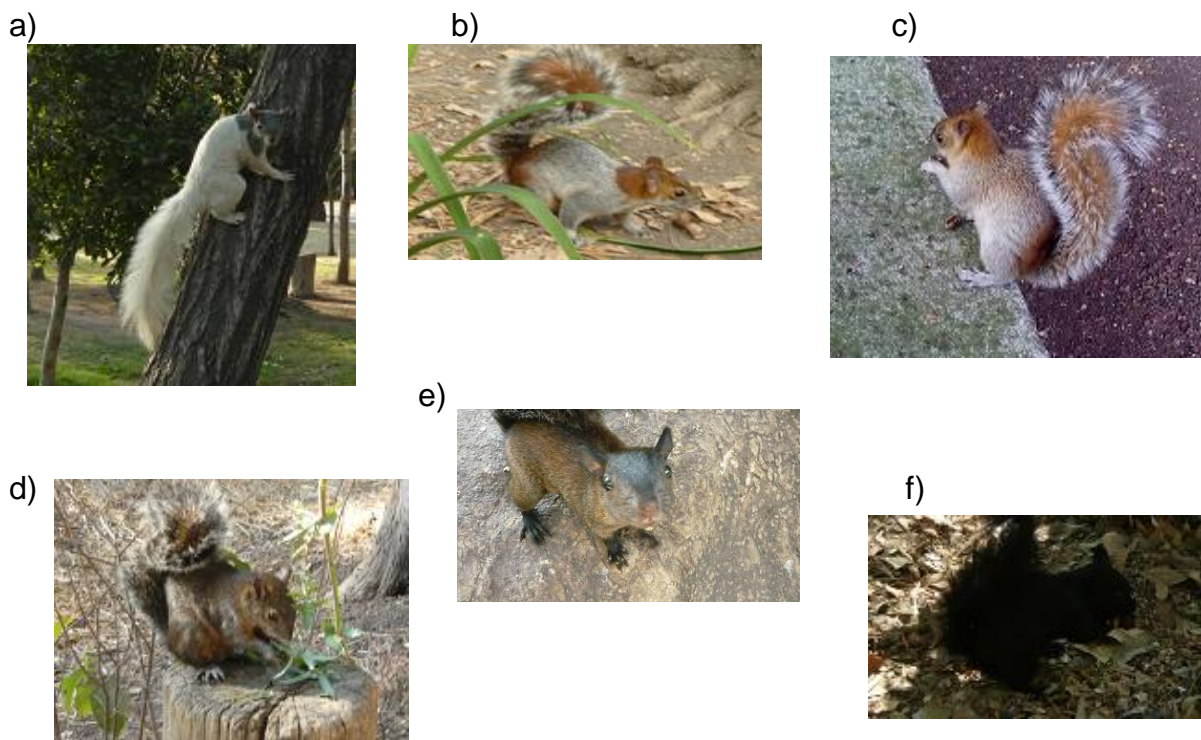


Figura 25. Diferentes patrones de coloración de la ardilla gris, *S. aureogaster*, a) Ardilla de Aragón, b) Ardilla de Chapultepec, c) Ardilla de REPSA UNAM, d) Ardilla de Bosque de Tlalpan, f) Ardilla del Desierto. Leones.

8.3 Distribución espacial

La distribución espacial de la ardilla gris *S. aureogaster* en el Distrito Federal es de tipo Contagiosa, de acuerdo a la prueba de la relación varianza / media, la cual fue de 8.8442, y la estimación del parámetro “*k*” que fue de 1.133; con un nivel de significancia de 0.05, se obtuvo un ajuste entre el modelo de distribución Binomial Negativa (modelo de disposición contagiosa; Fig. 26), y las frecuencias observadas ($\chi^2 = 2.01$, $gl = 2$; $0.25 \leq p \leq 0.50$). Se contaron 614 ardilla gris, *S. aureogaster* según los conteos por lotes, 291 en secas y 323 en lluvias (Cuadro 7); se aprecia además que las ardillas registradas en los lotes se encuentran agregadas en el Suelo Urbano 93.48% y el 64.6% de todos los avistamientos del presente estudio se encuentran en 3 localidades.

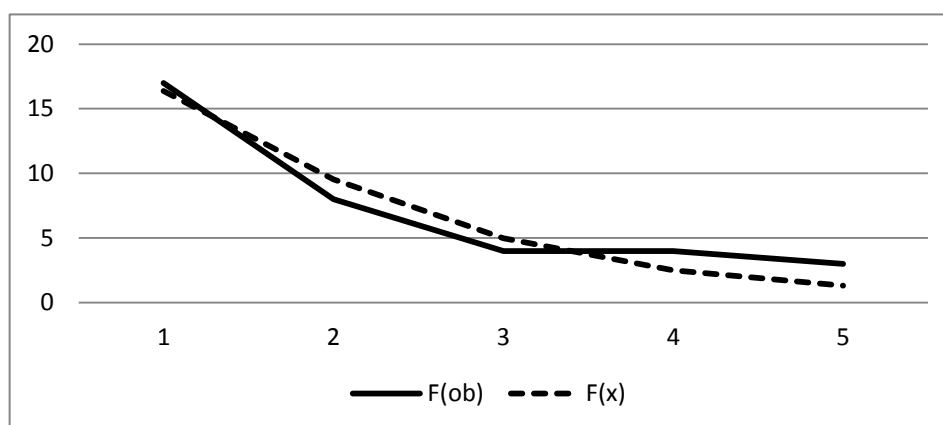


Figura 26. Ajuste entre las frecuencias observadas de individuos de ardilla gris, *S. aureogaster* en el Distrito Federal y las frecuencias obtenidas a partir del modelo de distribución contagiosa (Binomial Negativa)

Los datos revelan una disposición espacial contagiosa, donde la mayor cantidad de ardilla gris, *S. aureogaster* se encuentran agregadas en sitios donde hay recursos alimenticios y gran cantidad de refugios tales como Chapultepec, Aragón, los Viveros de Coyoacán, Parque Hundido y los Venados, lugares donde se ubicaron agregados hasta 30 individuos en 2,500 m². Estos sitios se ubican desde el centro hacia el norte del Distrito Federal en las Delegaciones Coyoacán, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Gustavo A. Madero. Los sitios con menor número de ardilla gris, *S. aureogaster* contadas mediante el método por lotes fueron Totoltepec y Topilejo. (Cuadro 7 y Fig. 27).

Cuadro 7. Número de individuos de ardilla gris, *S. aureogaster* por lotes.

<i>Localidad</i>	<i>Secas</i>	<i>Lluvias</i>	<i>Promedio</i>
1 Aragón	14	19	33
1 Aragón	23	18	41
1 Aragón	5	4	9
1 Aragón	5	6	11
2 Chapultepec	12	32	44
2 Chapultepec	21	19	40
2 Chapultepec	11	11	22
2 Chapultepec	30	30	60
3 Parque Hundido	6	6	12
3 Parque Hundido	10	25	35
4 Parque Venados	5	4	9
4 Parque Venados	12	25	37
5 Viveros de Coyoacán	40	15	55
5 Viveros de Coyoacán	21	3	24
5 Viveros de Coyoacán	18	18	36
5 Viveros de Coyoacán	4	18	22
6 REPSA-CU	7	7	14
6 REPSA-CU	7	5	12
6 REPSA-CU	0	0	0
6 REPSA-CU	6	6	12
7 Bosque de Tlalpan	6	18	24
7 Bosque de Tlalpan	4	4	8
7 Bosque de Tlalpan	4	4	8
7 Bosque de Tlalpan	3	3	6
8 Desierto de los Leones	1	1	2
8 Desierto de los Leones	5	4	9
8 Desierto de los Leones	4	4	8
8 Desierto de los Leones	6	12	18
9 Reserva Ejidal San Miguel Topilejo	0	1	1
9 Reserva Ejidal San Miguel Topilejo	0	1	1

Continuación cuadro 7.

Localidad	Secas	Lluvias	Promedio
9 Reserva Ejidal San Miguel Topilejo	0	0	0
9 Reserva Ejidal San Miguel Topilejo	1	0	1
10 San Andrés Totoltepec	0	0	0
10 San Andrés Totoltepec	0	0	0
10 San Andrés Totoltepec	0	0	0
10 San Andrés Totoltepec	0	0	0

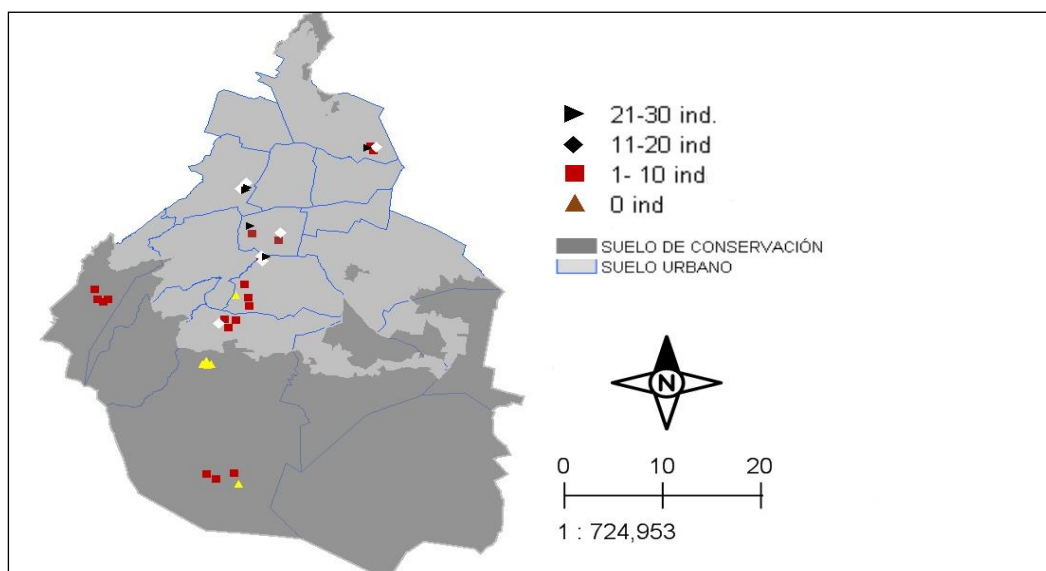


Figura 27. Mapa de la disposición espacial de la ardilla gris, *S. aureogaster* en el Distrito Federal.

Estos sitios, sin competencia directa, sin depredadores, alimento en abundancia y de fácil acceso, parecen ser idóneos ya que además de obtener alimento de los árboles o de los brotes de plántulas como sucede en los Viveros de Coyoacán (Fig. 28), las personas se los proporcionan directamente e indirectamente a través de los desechos que generan los visitantes a estos sitios (Fig. 29), lo cual incluye otra modificación de alto interés, el cambio de la dieta natural de la ardilla gris, *S. aureogaster*, al comenzar a consumir frituras y otras cosas como pan, tortilla y alimentos procesados los cuales pueden impactar en su salud. (Fig. 30).



Figura 28. Ardilla gris, *S. aureogaster* comiendo los brotes de plántulas, Viveros de Coyoacán, Distrito Federal.



Figura 29. Desechos en el Bosque de Aragón.



Figura 30. Ardilla gris, *S. aureogaster* aprovechando el alimento a partir de los sobrantes y desechos de los visitantes.

La disposición Contagiosa de la ardilla gris, *S. aureogaster* se da principalmente por su comportamiento, las ardillas se aglutinan en ciertos lugares donde ellas mismas se percatan que las personas se les acercan y las

alimentan, además que estas no tienen necesidad de dispersarse ya que la gente se les acerca ahí donde ellas se encuentran, lo cual genera cierta competencia por el espacio y de ahí la agresividad que en ocasiones se aprecia, pero que cuando hay mucha gente cerca esta es nula porque todas se ven beneficiadas (Fig. 31).



Figura 31. Ardilla gris, *S. aureogaster* que esperan ser alimentadas

Las poblaciones altas de ardilla gris, *S. aureogaster* se encontraron cerca de puestos de comida o lugares de esparcimiento, ya sea que la gente las alimente o que simplemente aprovechen los desechos de comida (Fig.32).



Figura 32. Ardillas que han aprovechado los desechos producidos por los seres humanos.

Además se contaron alrededor de 10 "comederos" para ardilla gris, *S. aureogaster* en los Venados (Fig. 33) y en parque Hundido la gente se encarga de alimentarlas diariamente tanto a ardillas como palomas y otras aves (Fig. 34).



Figura 33. Comederos de ardilla gris, *S. aureogaster* en los Venados.



Figura 34. Alimento para ardilla gris, *S. aureogaster* y palomas en Parque Hundido

Si además la ardilla gris, *S. aureogaster* ha reducido la desconfianza al hombre, así como el aumento de la agresión intraespecífica; y el cambio de hábitos, (Flyger 1970, 1974, Cooke 1980; Gliwicz et al. 1994, de Burger 2001; Ditchkoff et al. 2006; Parker y Nillon, 2008), encontramos variables que aumentan el desequilibrio y tienden a llevar a un problema de sobrepoblación (Fig. 35).

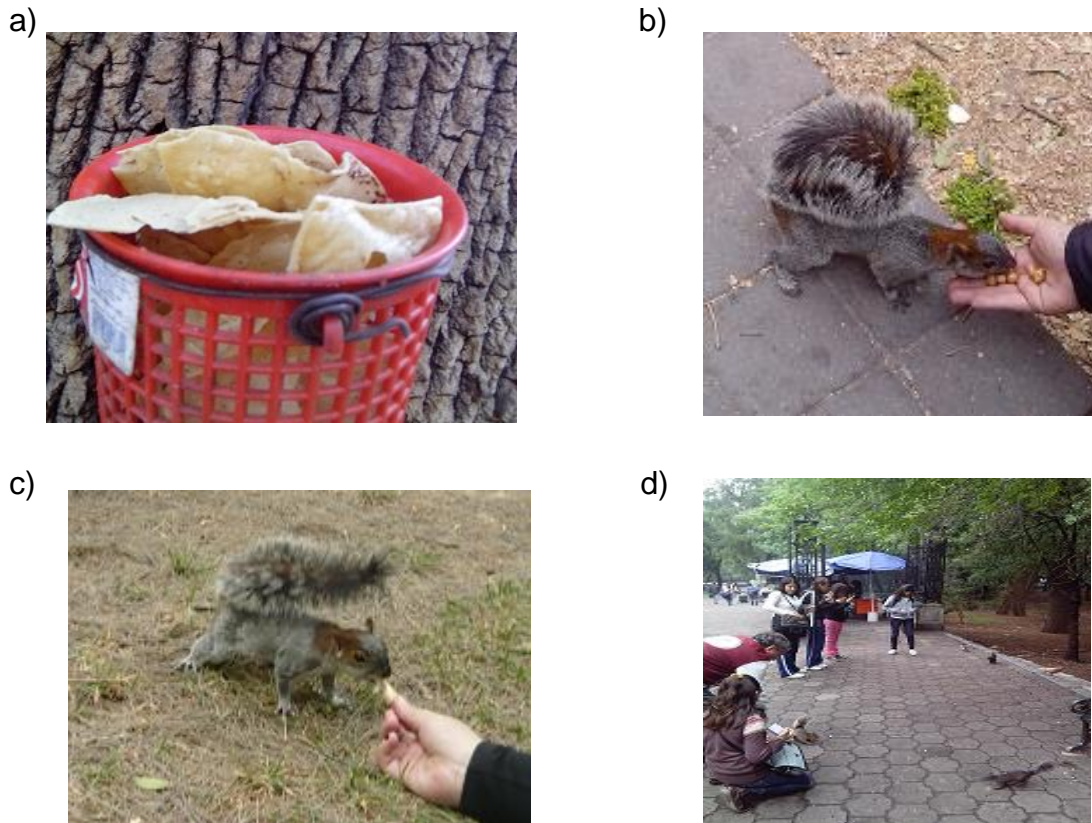


Figura 35. Interacción de la ardilla gris, *S. aureogaster* con los seres humanos. a) Comedero de Los Venados, con totopos, palomitas o maíz quebrado. b) Ardilla gris, *S. aureogaster* de Chapultepec comiendo cacahuates c) Ardilla gris, *S. aureogaster* de Aragón comiendo un pedazo de pan, d) Grupo de visitantes alimentando ardilla gris, *S. aureogaster* y tomando fotos.

Asimismo, en cuanto a temporadas se observó un incremento en la época de lluvias, aunque debido a esta alta disponibilidad de alimento y que las condiciones de estos bosque urbanos son poco cambiantes, los avistamientos y por ende la densidad poblacional no presento diferencias significativas (Fig. 36).

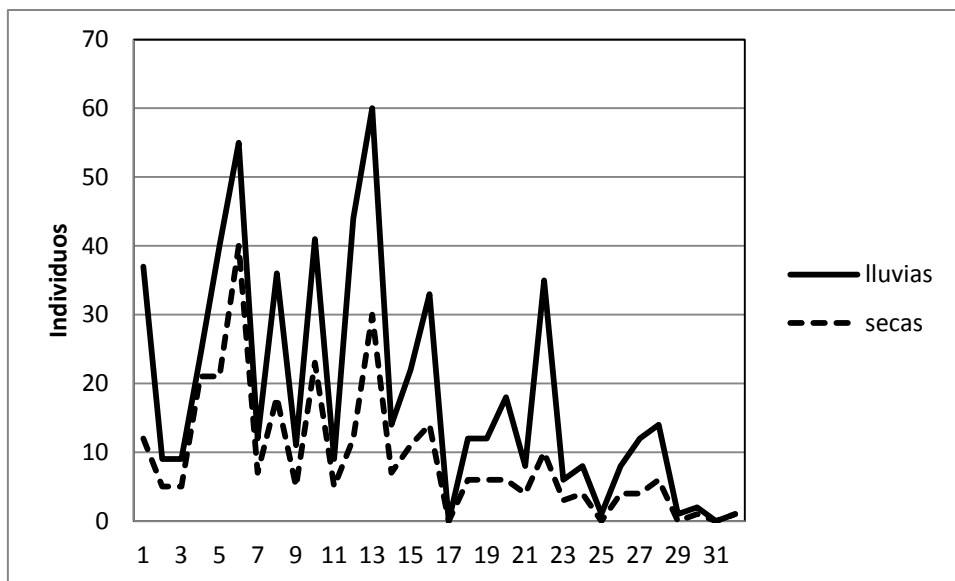


Figura 36. Número de individuos de la ardilla gris, *S. aureogaster* en el Distrito Federal, por lote en las dos épocas de muestreo.

El Suelo Urbano se observó la formación de agregados de hasta 30 individuos en algunos lotes, lo cual representa un cambio muy importante en el comportamiento natural de la ardilla gris, *S. aureogaster*, en hábitats silvestres este es un fenómeno que no se aprecia en forma tan abrupta, ya que en épocas de reproducción (entre junio y julio) llegan a formar grupos de hasta cuatro ardillas, siendo animales solitarios y territoriales la mayor parte del año (Váldez-Alarcón y Téllez-Girón, 2005).

En las localidades de la Ciudad de México la ardilla gris, *S. aureogaster* se asociaron de manera clara a lugares cercanos al agua, cerca de lugares de esparcimiento y cerca de puestos de comida o donde la gente suele transitar. Se aprecia además alta agresividad entre ellas.

De manera particular no hay ningún plan de manejo efectuado para el control de la ardilla gris, *S. aureogaster* que englobe acciones en todas las áreas verdes del Distrito Federal, sin embargo existen algunas medidas tomadas de manera particular, pero solo en Viveros de Coyoacán y Aragón. Los Viveros de Coyoacán emprendieron un control de los roedores, utilizando trampas y venenos, el cual implica también a la ardilla gris, *Sciurus aureogaster*.

A pesar de ser un problema real se recomienda, tengan en cuenta los cuidados pertinentes de fauna silvestre, tal como se menciona en la ley federal de vida silvestre en su Capítulo VI, sobre El trato digno y respetuoso a la fauna silvestre, artículo 29 : Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.

En Aragón se liberan aves rapaces para que cacen a las ardillas, esta medida es muy eficaz y se recomienda se siga en las otras localidades del Suelo Urbano, sin embargo si no se restringe de manera contundente la dotación de alimento por los visitantes y tampoco se reduce la cantidad de residuos sólidos en el bosque, esta medida no funcionara de manera óptima (Fig. 37).

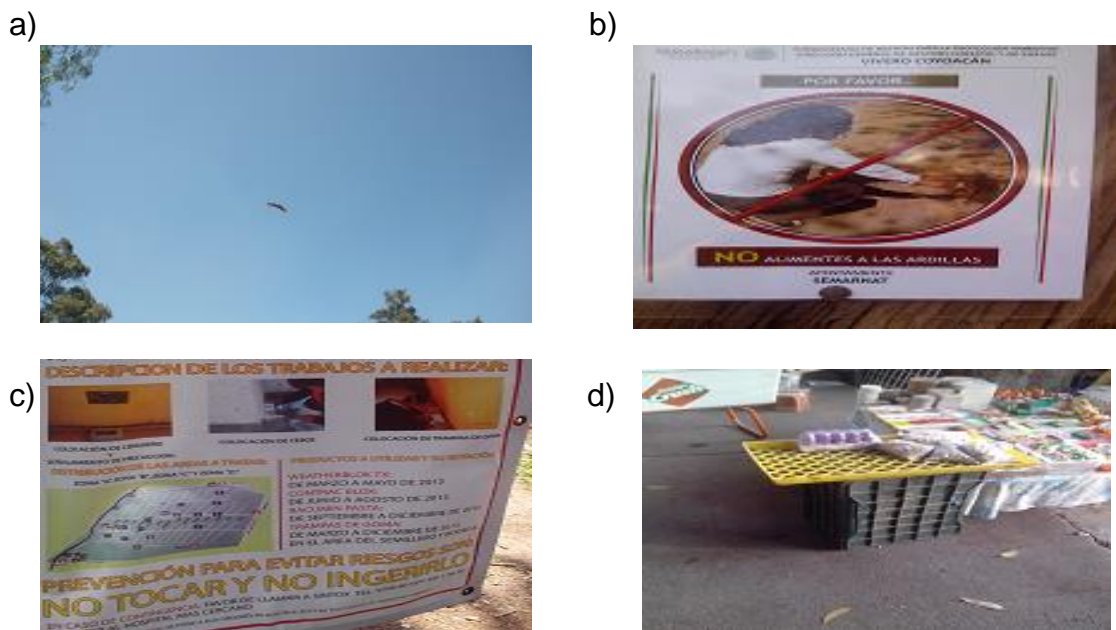


Figura 37. Medidas empleadas para controlar las poblaciones de la ardilla gris *S. aureogaster*, a) Liberación de aves rapaces, b) La “recomendación” de no alimentar a las ardillas, c) Campaña de control de plagas de roedores que incluye ardillas, d) Venta de cacahuates para alimentar ardillas a las afueras de Viveros de Coyoacán.

9. DISCUSIÓN

9.1 Densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster* en localidades de Suelo Urbano.

Los resultados mostraron que la ardilla gris, *S. aureogaster* en el área que comprende del Suelo Urbano del Distrito Federal presenta el Síndrome de la fauna urbana (Adams, *et al.*, 2005), debido a que presenta densidades poblacionales altas (426.39 ind/km² en promedio).

En un estudio previo realizado en los Viveros de Coyoacán, Distrito Federal (Mora-Ascencio, *et al.*, 2010), se obtuvo una densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster*, de 590 a 650 ind/ km² y una estimación de 254 y 270 individuos, cifras que corresponden a la mitad de la densidad encontrada en el presente estudio, lo cual indica que la densidad poblacional se duplicó en un período de tres años, sin embargo para indicar con mayor certeza el ritmo de crecimiento, se considera necesario hacer un seguimiento de las tasas de crecimiento.

En el caso de Chapultepec y Aragón, que son las dos áreas verdes más grandes de la ciudad de México y representan las zonas recreativas con gran concurrencia de personas (833,334 y 250,000 visitantes al mes respectivamente), presentaron una densidad poblacional promedio de 629.80 ind/km² y 314.09 ind/km² respectivamente. En el Parque Hundido y Parque de los Venados, se presentaron resultados similares a los de las zonas antes mencionadas, 460 ind/km² y 588 ind/km² respectivamente, estas también son áreas que son muy visitadas por habitantes de la ciudad de México, sin embargo su extensión es muy pequeña.

En estos sitios la densidad poblacional alta de ardilla gris, *S. aureogaster* se debe a que los visitantes además de alimentarlas directamente, generan gran cantidad de desechos (para Chapultepec y Aragón se mencionan cifras de 320m³ y 150 m³ de basura por semana, respectivamente), los cuales también aprovecha la ardilla, y en parque Hundido y los Venados, la gente les proporciona diariamente alimento.

En el Bosque de Tlalpan, la mayor densidad de ardillas se observó en los senderos con zonas de esparcimiento y convivencia humana las cuales se hayan en las partes bajas de la localidad, pero en las partes donde las personas no suelen transitar fueron más bajas las observaciones, e incluso en algunos parches no se registró ninguna ardilla.

En sitios de Suelo Urbano donde la disponibilidad de alimento y el tránsito humano son bajos, la densidad poblacional de ardilla gris es menor, tal es el caso de Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Ciudad Universitaria UNAM (REPSA-UNAM; esta zona incluye un área natural protegida, incluida dentro de la zona urbanizada del Distrito Federal), donde la mayor cantidad de registros de ardilla se ubicaron en los jardines de las facultades, o en las áreas de amortiguamiento de la Reserva, circundantes a jardines con alta concurrencia y con alta disponibilidad de alimento como por ejemplo en Universum, pero no se obtuvieron registros en las zonas núcleo de la Reserva lo que indica que en estos hábitats la ardilla no se ha visto beneficiada, sin embargo esto probablemente es debido a reciente introducción a la zona (Hortelano, *et al.*, 2009).

Los resultados obtenidos en el presente estudio se encuentran dentro de las densidades estimadas para otras especies en otros ambientes urbanos, como en *Sciurus carolinensis* cuyos valores van de 100 a 1600 ind/km² (Flyger, 1970; 1974; Parker y Nillon, 2008), en *S. niger* los valores estuvieron entre 4 y 1200 ind/km² en sitios urbanos en la Ciudad de Texas (Koprowski, 2005), y para *S. griseus* entre 25 y 430 ind/km² en algunas ciudades de Estados Unidos (Carraway y Verts, 1994) , sin embargo son resultados bajos con respecto a los estimadas en el "Lafayette Park", en Washington, D. C., en donde se reportan de 2280 a 5150 ind/km² (Parker y Nillon, 2008). En estos sitios las condiciones son muy similares a las que hay en Ciudad de México, con respecto a los espacios verdes y la generación de alimento para las ardillas.

Los resultados obtenidos en este estudio con respecto a esta especie y los realizados a cultivos son mayores; tal es el caso de lo reportado en

plantaciones de palma de coco (*Cocos nucifera*) en el estado de Tabasco, México, donde se obtuvo una densidad de 124 ind/km² (Hidalgo *et. al.* 2012), y en el Biscayne National Park y el Cayo Elliott en Florida donde la especie *S. aureogaster* fue introducida y presentó en plantaciones de coco una densidad de 250 ind/km², lo cual además representó un problema serio para la fauna local al ser un competidor directo por los recursos (Koprowski, *et al.*, 2005; Pernas & Clark, 2007; Palmer; 2012).

Aun cuando los valores de densidad poblacional son mayores en el Suelo Urbano del Distrito Federal que en los cultivos, la diferencia no es tan grande, debido a que en estas plantaciones de coco, al igual que en la Ciudad de México, existe una disponibilidad constante de alimento a lo largo del año, por lo que tampoco se presentan diferencias en las densidades poblacionales entre épocas del año (Hidalgo *et. al.* 2012), al igual que el presente estudio

En cuanto a las estimaciones sobre el número de individuos que componen las poblaciones de ardilla gris *S. aureogaster* en cada sitio de estudio, se observa que para las localidades de Suelo Urbano se estiman tamaños poblacionales muy altos con respecto al espacio que ocupan, tal es el caso de Chapultepec que presenta la mayor estimación con 1726 individuos en un área de 2.74 km², el Bosque de Aragón donde se estimaron 509 ardillas en 1.62 km² y los Viveros de Coyoacán con 430 ardillas, en tan solo 0.43 km², y es aquí donde es más alarmante la situación, ya que es una de las localidades más pequeñas y presenta estimaciones poblacionales semejantes o incluso más altas que en sitios con mayor área, como el caso del Bosque de Tlalpan con un área de 2.52 km² o la REPSA-UNAM con 2.37 km², donde se estimaron poblaciones de 270 y 189 ardillas respectivamente.

9.2 Densidad poblacional de la ardilla gris, *S. aureogaster* en localidades del Suelo de Conservación.

El Desierto de los Leones que se encuentra dentro del suelo de conservación, presenta condiciones favorables para el mantenimiento de una población en buenas condiciones de ardilla gris, *S. aureogaster*; se obtuvo una densidad de 56 ind/km² y se estimó una población de 857 ardillas en un área de 15.29 km²,

espacio que es equivalente a la suma de las áreas que ocupan los 7 los sitios que se estudiaron para Suelo Urbano, no obstante que es mayor que lo estimado para Aragón, los Viveros de Coyoacán, el Bosque de Tlalpan o la REPSA-UNAM, sigue representando una población baja comparada con lo obtenido para el Bosque de Chapultepec.

Sin embargo dentro del Suelo de Conservación también existen sitios con grandes problemas ecológicos, como la deforestación, el cambio de uso de suelo, presencia de basura, entre otros. Tal es el caso de Topilejo y Totoltepec, en donde probablemente estos factores contribuyeron a que la población de ardillas sea baja (en Topilejo se tuvo apenas 4 avistamientos, y en Totoltepec solo 1avistamiento, en ambas épocas del año),

La reserva de Topilejo cuenta con un coeficiente de protección del 86% (PAOT, 2009) y tiene representadas aproximadamente, 543 especies de plantas vasculares, 118 especies de vertebrados, destacando la zorra gris, cacomixtle, mapache y aves rapaces como el halcón de Harris, aguilillas y zopilotes, sin embargo a pesar de ser una reserva importante, sigue albergando algunos problemas ecológicos.

Los intensos cambios de uso de suelo han llevado a la necesidad de realizar reforestaciones muy intensas, donde se han estado incluyendo variedades no propias de la zona, esto aunado a algunas quemas controladas, arboles con bajas tallas y los grandes espacios abiertos que tiene la cobertura forestal (Atlas de Peligros Naturales o Riesgos para la Delegación Tlalpan, Distrito Federal, 2011),

La localidad de Totoltepec no es un reserva decretada, sin embargo cuenta con importantes componentes de biodiversidad, principalmente en vegetación, producto del derrame lávico del Xitle, el cual a producido sucesiones ecológicas muy variadas; sin embargo enfrenta problemas muy serios de índole ecológica con hábitats deforestados, continuo flujo de personas y de animales domésticos, carencia de refugios contra depredadores como aves rapaces y serpientes, además de problemas sociales, como son las invasiones de grupos

humanos ajenos a los ejidatarios (Ruíz-Gómez, 2006), la presión urbanizadora y los incendios que han marcado esta zona.

En el Suelo de Conservación, se obtuvo para la ardilla gris, *S. aureogaster*, una densidad poblacional promedio de 21.36 ind/km², resultados que contrastan con los datos obtenidos en el Suelo Urbano del Distrito Federal. Estos resultados se deben probablemente a que en éstas áreas, los recursos alimenticios no son tan abundantes, la competencia interespecifica e intraespecifica es mayor, además de la presencia de depredadores de la ardilla (serpientes y aves rapaces).

Los resultados obtenidos de densidad poblacional promedio en este estudio fueron mayores con respecto al realizado en un bosque tropical caducifolio del estado de Jalisco, en donde se reportaron para *S. colliaei* densidades de 2.3 ind/km² a 1.7 ind/km², pero menor a lo obtenido en un estudio realizado en un bosque tropical lluvioso de Veracruz donde se reporta una densidad para *S. deppei* de 100 ind/km², (Mandujano, 1997), y mucho menor a especies de ardillas con distribución no tropical en Estados Unidos como *S. aberti*, se han reportado densidades que varían de 25 a 114 ind/km² en hábitats naturales (Nash y Seaman, 1977), *S. carolinensis* entre 20 y 210 ind/km² en ambientes naturales y algunos modificados (Koprowski, 2005).

Para México, no hay información densidad poblacional de las otras especies de ardillas con distribución tropical como *S. yucatanensis* y *S. variegatoides*, y no tropical como *S. nayaritensis*, *S. alleni*, *S. oculatus* y *S. arizonensis* (Mandujano, 1997).

9.3 Aspectos zoonos sanitarios y legales.

Las ardillas se han adaptado de forma tan eficiente a los ambientes urbanos, que sus poblaciones se han incrementado de manera notable en estos sitios, y con ello diversas modificaciones en sus parámetros poblacionales y su comportamiento.

En los individuos de la ardilla gris, *S. aureogaster* que se distribuyen en las áreas verdes de la zona Urbana del Distrito Federal, se observó una intensa

agresividad intraespecífica, la cual al parecer es causada principalmente por es por la competencia por los recursos alimenticios, en los sitios más propicios para la obtención de alimento (personas que las alimentan, lugares con desechos alimenticios), se presenciaron intensas peleas entre ellas, ocasionando lesiones leves o graves, incluso se observaron algunas ardillas sin cola. Comportamientos similares también se han registrado, en la ardilla de las Carolinas *Sciurus carolinensis*, en la Ciudad de Florida (Flyger, 1970; 1974; Parker y Nillon, 2008) y en la ardilla roja, *S. niger*, en la Ciudad de Texas (Koprowski, 2005).

Asimismo, en este estudio se encontraron problemas de hacinamiento, siendo el caso más extremo, el de los Viveros de Coyoacán, donde se encontró la población más grande en un área muy reducida, en 10m² grupos de hasta 40 ardillas. Estas condiciones propician mayor contacto entre individuos y con ello mayor probabilidad de agresiones entre individuos, intercambio de agentes infecciosos, enfermedades y parásitos, los cuales además comparten con otras especies nocivas como ratas y ratones, que también se encuentran en grandes cantidades.

Los jardines descuidados, los edificios vacíos, la falta de higiene, la basura, los desperdicios de alimentos y la abundancia de refugios internos en las áreas verdes han propiciado el incremento en las poblaciones de ratas y ratones, las cuales también se encuentran en los parques y al buscar su alimento en la botes de basura, provoca que en ocasiones se encuentran con las ardillas, quienes también acuden a ellos por el mismo motivo, propician su encuentro y por la tanto la probabilidad de intercambio de agentes infecciosos.

Las ratas y ratones pueden estar infectadas con una amplia variedad de parásitos y agentes zoonóticos, por lo cual son consideradas como un problema para la salud pública. Estas pueden propagar alrededor de 40 enfermedades, entre las que destacan, la esquistosomiasis, el tifus exantemático endémico, la salmonelosis, la leptospirosis y la triquinosis (Suzán, *et al.*, 2000; Szyfres y Acha, 2003).

Por otro lado, en una de las zonas estudiadas, el Bosque de Aragón, se observaron ardillas blancas con algunos manchones grises, lo cual sugiere aislamiento genético en esta población, individuos que presentan este desorden genético, llamado leucismo, son más comunes en poblaciones pequeñas y aisladas, ya que la endogamia aumenta la probabilidad de que los alelos recesivos se expresen (Guevara, *et al.*, 2011). En la naturaleza, este tipo de patrones de pigmentación es escaso; la selección natural ha generado una baja frecuencia del alelo que produce el leucismo y presentarlo puede reducir la condición física en la vida silvestre.

En los sitios donde la población de ardilla gris es alta, se han reportado daños a la cobertura vegetal que incluye, árboles, arbustos y plántulas. En los árboles, en donde la ardilla gris, *S. aureogaster* realiza la mayor parte de su actividad (Mora-Ascencio, *et al.*, 2010); se encuentran daños en el tronco, frutos, conos y hojas. Los daños ocasionados por un individuo son mínimos, sin embargo, si hay una gran cantidad de ardillas, estos se maximizan. La zona con mayor problemática fue los Viveros de Coyoacán, debido a que la ardilla gris, *S. aureogaster*, consume las plántulas de especies forestales que se producen en este lugar.

Por lo anterior, se considera a la ardilla gris, *S. aureogaster* como uno de los factores que afectan la salud de los árboles, en un diagnóstico sanitario en los bosques del Distrito Federal, se encontró que *S. aureogaster*, fue la especie que mayor daño causó en el árbol del pino, *Pinus hartwegii*, debido a que se alimenta de los brotes apicales (Velazco-Bautista, *et al.*, 2002), además en las áreas verdes urbanas representa un problema mucho más grave, puesto que además de descortezar a los árboles comiéndose los retoños del tronco, permiten la entrada de microorganismos e insectos que producen enfermedades a los árboles (López, 2003; Santiago, 2003; Guerrero, 2005; Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2006).

Por lo antes mencionado, se considera que la ardilla gris, *S. aureogaster* en las áreas verdes del Suelo Urbano es una especie nociva y de alta importancia zoonosanitaria. De acuerdo a la Ley General de Vida Silvestre, el problema de las especies silvestres nocivas, está incluido bajo el término de "Ejemplares o

poblaciones que se tornen perjudiciales”, el cual es definido como: “Aquellos individuos pertenecientes a especies silvestres o domésticas que por modificaciones a su hábitat o a su biología, o que por encontrarse fuera de su área de distribución natural, tengan efectos negativos para el ambiente natural, otras especies o el hombre, y por lo tanto requieran de la aplicación de medidas especiales de manejo o control”.

En cuanto al manejo que se le debe otorgar a las especies consideradas como nocivas, la Ley General de Vida Silvestre plantea claramente en el Artículo 72, Capítulo VI, que se debe evaluar primero la posibilidad de aplicar medidas de control como captura o colecta para el desarrollo de proyectos de recuperación, los cuales serán siempre revisados y en su caso aprobados por la SEMARNAT.

Los planes de manejo, según Ley General de Vida Silvestre, deben ser siempre utilizando los medios y técnicas más adecuados para no afectar a otras poblaciones, especies y sus hábitats, además de evitar que se afecte el bienestar, la salud o integridad física del animal. La ley contempla incluso sanciones económicas que van de 50 a 50,000 veces de salario mínimo a quien lleve a cabo medidas de control y erradicación de ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales sin contar con la autorización otorgada por la SEMARNAT.

La ley menciona además en su artículo 5 Título II, que el gobierno Federal atenderá al manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, incluyendo métodos de regulación o erradicación de alguna determinada especie, además se menciona que se realizaran convenios con los gobiernos locales de municipios y del Distrito Federal para la correcta ejecución de los planes de manejo, sin embargo a pesar que la ley es clara y provee de las herramientas para el control de especies perjudiciales, esta carece de obligatoriedad, ya que no menciona que exista alguna autoridad con la obligación de notificar la aparición de algún ejemplar o población perjudicial.

Para especies silvestres urbanas del Distrito Federal, como palomas (*Columbus*), zanates (*Quiscalus*) y ardillas (*Sciurus*), entre otras especies, que

representan un claro ejemplo de especies nocivas, no se ha realizado aún ningún plan de manejo para su control. La ley está bien conformada, pero las autoridades carecen de iniciativa, de interés y de ejecución, y por consecuencia son ineficientes para solucionar los problemas que causa la ardilla gris, *S. aureogaster* en el Suelo Urbano del Distrito Federal.

En cuanto a las normas oficiales del Distrito Federal, en ningún caso se puede encontrar un apartado donde se impulse un plan de manejo para las poblaciones de animales silvestres urbanizados, además no se incluye un apartado donde se sancione la dotación de alimento a estas estos individuos y tampoco se prohíbe la introducción de especies exóticas o la ampliación del área de distribución de especies silvestres nativas, como es el caso de la ardilla gris, *S. aureogaster* dentro de las áreas Urbanas de Ciudad de México. Con ello se reconoce la necesidad de crear normas y planes de manejo en conjunto con el gobierno Federal que impulsen proyectos para atender la situación actual de especies silvestres nocivas.

10. CONCLUSIONES

La ardilla gris, *S. aureogaster* del Suelo Urbano del Distrito Federal presenta el síndrome de la fauna urbana; los resultados mostraron la adaptación de ésta especie a medios urbanos, siendo las áreas verdes como parques y jardines públicos, excelentes refugios y sitios que a través de los desechos de alimento de los humanos les proveen una fuente permanente de alimento. Asimismo se observaron modificaciones de sus parámetros conductuales, como la disminución de la cautela hacia el ser humano y la aceptación de ellos como proveedores de alimento.

La densidad poblacional mostró que el número de avistamientos no tuvo diferencias significativas entre periodo de lluvias y secas, sin embargo si hubo diferencias significativas entre las localidades de Suelo Urbano y las de Suelo de Conservación del Distrito Federal. La densidad poblacional en el Suelo Urbano fue más alta que en el Suelo de Conservación (áreas naturales). La densidad obtenida en el Suelo de Conservación es mucho más baja comparada con otros hábitats naturales, debido a que las condiciones ambientales son muy diferentes.

Los resultados de este estudio mostraron, que los individuos de ésta especie que fueron introducidos en parques artificiales del Distrito Federal han tenido un éxito amplio, como lo indican los valores de densidad, con valores estimados altos, 1000.7 ind/km² en los Viveros de Coyoacán y 314.09 ind/km² en el Bosque de Aragón.

Se encontró que existe una mayor observación de ardillas en los bosques urbanos (16.39 ind/km) y en bosques artificiales (16.29 ind/km) que en bosques naturales de pino, encino y oyamel (0.961 ind/km) que se encuentran en el suelo de conservación. El matorral xerófilo también presentó un nivel bajo de observación de ardillas (1.43 ind/km).

Se encontró que la ardilla gris presenta una distribución espacial de tipo contagiosa, y que la agregación es bastante marcada a parques urbanos, la cual implica la tolerancia y el aprovechamiento de la presencia del hombre.

Los individuos de ardillas que habitan en los parques de Aragón, Chapultepec y los Viveros de Coyoacán presentan problemas de salud ocasionados por el hacinamiento y el aislamiento de sus poblaciones, el cual puede deducirse por el leucismo que tienen algunos individuos. Por otro lado, existen estudios, que indican que las ardillas comparten agentes infecciosos con las ratas y los ratones, los cuales pueden llegar a ser un problema serio de salud pública, ya que estos patógenos son compartidos con el ser humano.

La Ley General de Vida Silvestres, estipula, tipifica y sanciona el mal manejo de los ejemplares o poblaciones que se tornen perjudiciales, sin embargo no prevé cuestiones de prevención en zonas urbanas. Las autoridades no han tenido la incitativa para ejecutar los planes necesarios para el correcto control de especies silvestres en medios urbanizados, a pesar que la ley dota de las facultades necesarias a las autoridades Federales y locales para poder llevar a cabo acciones en pro de la regulación de las poblaciones de especies nocivas.

.

11. RECOMENDACIONES

Se requiere un manejo adecuado de esta especie, donde se incluyan y se coordinen todas las instancias de gobierno locales y federales (Delegados, Gobierno del Distrito Federal y SEMARNAT).

Se recomienda, que en el plan de manejo se considere la implementación de jornadas continuas de información en todas las áreas verdes de la Ciudad de México, en donde se expongan los principales motivos por los cuales no se debe suministrar alimento a los animales silvestres que viven en la ciudad y fortalecer la seguridad para que esto no suceda.

Que se realice mayor de información sobre las reglas de las áreas verdes, la problemática de las poblaciones de ardillas, por ejemplo las afectaciones que padecen debido a la sobrepoblación, los padecimientos producidos por el hacinamiento etc., además de incorporar actividades de integración de las personas con el ambiente a través de talleres y seminarios.

Se propone que se revisen y actualicen las Normas Oficiales del Distrito Federal en donde se han incluido los planes de manejo y las acciones a emprender en las áreas verdes de la Ciudad de México, principalmente en el apartado que trate sobre el manejo de los desechos de alimentos, así como la regulación de los vendedores ambulantes, de tal manera que se evite la mayor cantidad de basura en los bosques, lo cual tiene implicaciones en la densidad poblacional de la fauna urbana.

Se sugiere de acuerdo con la ley General de Vida Silvestre en su Artículo 72, Capítulo VI; se dé prioridad a la captura de ejemplares considerados fauna nociva, con el fin de disminuir sus poblaciones.

Se recomienda ubicar zonas con sobrepoblación de ardillas, y realizar programas de esterilización y translocación. Además de la introducción de depredadores naturales de la ardilla, como aves rapaces para regular sus poblaciones.

Se recomienda además que los estudios continúen, que se revisen más localidades de ambas regiones administrativas y se incluyan además estudios moleculares y de radiometría que permitan conocer aún más aspectos de la ardilla gris *S. aureogaster* en hábitats urbanos.

Se propone se realicen en conjunto con el plan de manejo, dos proyectos de investigación:

- Diversidad Genética de la ardilla gris *Sciurus aureogaster*, en las áreas verdes del Distrito Federal.
- Problemas de salud de la ardilla gris *Sciurus aureogaster*, en las áreas verdes del Distrito Federal.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, L.W., L. Van Druff, y M. Luniak. 2005. Managing urban habitats and wildlife. Pp. 714–739, en: *Techniques for wildlife investigations and management*. (C.E. Braun, ed.) Allen Press, Inc., Lawrence, Kansas, USA.
- Aguilar A. G., J. López, M. L. Rodríguez, P. Montes, A. A. Fernández, A. Córdova y R. Frau, N. Esquivel. 2006. Urbanización Periférica y Deterioro Ambiental en la Ciudad de México: El Caso de la Delegación Tlalpan en el Distrito Federal. Informe Técnico del proyecto.
- Álvarez-Romero, J. G., R. A. Medellín, A. Oliveras de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez. 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F., 518 pp.
- Bertolino S. y P. Genovesi. 2003. Spread and attempted eradication of the grey squirrel (*Sciurus carolinensis*). en: "Italy, and consequences for the red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in Eurasia. *Biological Conservation* 109: 351-358.
- Bosque de San Juan de Aragón. Secretaria de Medio Ambiente del Distrito Federal. 2012. Servicios Ambientales, Fauna www.sma.df.gob.mx/bosquedesanjuandearagon.
- Burnham, K.P., D.R. Anderson, y J.L Laake. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*. 72:1-202.
- Burger, J. 2001. The behavioral response of basking Northern water (Nerodia sipedon) and Eastern garter (Thamnophis sirtalis) snakes to pedestrians. New Jersey park. *Springer Science. Urban Ecosyst* 5:119–129

- Castillo, C. 2009. Densidad, estructura poblacional y hábitat de la ardilla endémica del Perote (*Spermophilus perotensis Merriam 1893*). Tesis de maestría. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, México.
- Carraway, L. N. y B. J. Verts. 1994. *Sciurus griseus*. Mammalian Species, 474: 1-7
- Ceballos, G., C. Galindo. 1984. Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. Editorial Limusa. México, D. F. Págs. 156-157.
- Ceballos, G., G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, México, D.F. Pág. 980.
- Ceballos, G., S. Blanco, C. González y E. Martínez. 2006. *Sciururs aureogaster*, Distribución Potencial” Extraído del proyecto DS006 “Modelado de La Distribución de Las Especies de Mamíferos de México para un Análisis GAP”. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Financiado por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO. 2006 .Capital Natural y Bienestar Social. México DF.
- Conover, M. R. 1997. Wildlife management by metropolitan residents. en: the United States: practices, perceptions, costs, and values. Wildlife Society Bulletin 25:306–311.
- Cooke, A.S. 1980. Observations on how close certain passerine species will tolerate an approaching human. en: “Rural and suburban areas”. Biol Conserv 18:85–88
- Daily, G.C. 1997. Countryside Biogeography of Neotropical Mammals: Conservation Opportunities. en: “Agricultural Landscapes Of Costa Rica. Conservation Biology”. 17:1814

- Delegación Tlalpan. 2011. Atlas de Peligros Naturales o Riesgos para la Delegación Tlalpan, Distrito Federal. Informe final Prevención de Riesgos de Asentamientos Humanos. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. México, DF. Págs. 52
- Ditchkoff, S., S. Saalfeld y C. Gibson. 2006. Animal behavior. en: "Urban ecosystems: modifications due to human-induced stress". Springer Science. Urban Ecoysyst 9:5–12
- Escalante, T. 2013. Atlas biogeográfico de los mamíferos terrestres de América del Norte. Recuperado de <http://www.atlasbiogeografico.com>
- Flyger, V.F. 1970. Urban gray squirrels problems, management, and comparisons with forest populations. Trans Northeast Fish Wildlife Conference, 27:107–113
- Flyger, V.F. 1974. Tree squirrels in urban environments. en: "Wildlife in an urbanizing environment. (J.H. Noyes y D.R. Progulski, eds.) Holdsworth Natural Recourse Center Series 28, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, USA. Pp. 121–123
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. 17 de noviembre de 2006. Pagina 5.
- García, F. (Director General de Gestión Forestal y de suelos).2012. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- García, N. 2007. Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano. La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), en la reserva ecológica "El Pedregal de San Ángel ". Ciudad Universitaria . México, D.F. Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México DF.
- Gobierno del Distrito Federal, 2012. *Atlas geográfico del Suelo de Conservación del Distrito Federal*. Secretaría del Medio Ambiente, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, México, D.F. 96 pp.

- Gliwicz, J., J. Goszczynski, y M. Luniak. 1994. Characteristic features of animal populations under synurbanization—the case of the blackbird and striped field mouse. *Memorabilia Zoologica* 49:237–244.
- Gómez, O. y D. Dredge. 2003. Hacia un ecoturismo sustentable. *CONABIO. Biodiversitas*. 51:8-11.
- González-Romero, A. 1980. Los roedores plaga en las zonas Agrícolas del Distrito Federal. Instituto de Ecología. México, D.F. Págs.83
- Guerrero, V. 2005. “De cómo se Rescató un Bosque”. *Revista ¿Como vés?*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Dirección General de divulgación Científica. 84:1-7.
- Guevara, L., H. E. Ramírez-Chaves, y F.A. Cervantes. 2011. Leucismo en la musaraña de orejas cortas *Cryptotis mexicana* (*Mammalia: Soricomorpha*), endémica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 731-733.
- Hall, E. R. 1981. *The Mammals of North America*. Editorial “A Wiley-interscience publication”. Volumen 1. Segunda edición. Impreso en United States Of America. Pag. 418-420.
- Harris, R. B., K. P. Burnham. 2002. On estimating wildlife densities from line transect data. University of Montana, Missoula. *Acta Zoologica Sinica*. 48: 812-818.
- Helgen, K. F., F. Cole, L. E. Helgen, y E. Wilson. 2009. Generic Revision In The Holarctic Ground Squirrel Genus *Spermophilus*. *Journal of Mammalogy*, 90(2):270–305
- Hidalgo, M.G., D. Jiménez-Domínguez, y J. Bello. 2012. Densidad de la ardilla arboricola (*Sciurus aureogaster*) en plantaciones de palma de coco (*Cocos nucifera*) del estado de Tabasco, México. En *Estudios Sobre La Biología De Roedores Silvestres Mexicanos*. Cervantes, F.A. y C.

Ballesteros-Barrera, (editores). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma De México, Distrito Federal, México. p. 139-151.

Hortelano-Moncada, Y., F. A. Cervantes. 2011. Diversity of Wild Mammals in a Megalopolis: Mexico City, Mexico, Changing Diversity in Changing Environment, Oscar Grillo and Gianfranco Venora (Ed.), ISBN: 978-953-307-796-3, InTech. <http://www.intechopen.com/books/changing-diversity-in-changing-environment/diversity-of-wild-mammals-in-a-megalopolis-mexico-city-mexico>.

Hortelano-Moncada, Y., F.A. Cervantes, y A. Trejo-Ortiz. 2009. Mamíferos silvestres de la reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel en Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF. Revista Mexicana de biodiversidad.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI). 2000. Marco Geoestadístico.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI). 2006. "Sistema de Cuentas Nacionales de México". Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2001-2006. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI). 2010. Principales resultados por localidad, XII Censo de población y vivienda.

Koprowski, J. L., G. T. Kellison y S. L. Moneysmith. 2005. Status of Red-Bellied Squirrels (*Sciurus aureogaster*) Introduced To Elliott Key, Florida. Florida Field Naturalist. 33(4):128-129, 2005.

Krebs, C., J. 1985. Ecología: Estudio de la Distribución y la Abundancia. Harla, Harper & Row, Publishers. Versión en español. Segunda edición. México. Págs 753.

Krebs, C., J. 1989, Ecological methodology. Harper Collins. New York, USA. Págs. 620.

- Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación, México, Distrito Federal. 3 de Julio 2000.
- López, F. 2003. Estimación de la proporción de sexos y entre grupos de edades de la ardilla *Sciurus aureogaster* del Bosque de Chapultepec. Servicio Social. División de Ciencias biológicas, Unidad Iztapalapa. Universidad Autónoma Metropolitana, México DF.
- Maguiña, C. 2004. Enfermedades de mascotas en humanos. Revisión actualizada. Revista Sociedad Peruana de Medicina. Lima Perú. 17(1), pag. 17-26
- Mandujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. Ciencia, 45: 203-211.
- Mandujano, S. 1997. Densidad poblacional de la ardilla gris del Pacífico (*Sciurus colliaei*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Revista Mexicana de Mastozoología, 2:90-96.
- Manski, D.A., L.W. Van Druff y V. Flyger. 1981. Activities of gray squirrels and people. en: Downtown Washington, D.C. Park: Management Implications. Trans. North. American Wildlife Management, 46: 439-454.
- Mccleery. R. A., R. R. López, N. J. Silvy, S. N. Kahlick. 2007. Habitat Use of Fox Squirrels. en: "An Urban Environment. The Journal of Wildlife Management". 71(4):1149–1157.
- Montiel-Bueno, A. 1981. Factores de regulación de las poblaciones de *Prays oleae* (Bern.). Bol. Serv. Plagas, 7: 133-140.
- Mora-Ascencio, P., A. Mendoza-Duran, C. Chávez. 2010. Densidad poblacional y daños ocasionados por la ardilla *Sciurus aureogaster*. implicaciones para la conservación de los viveros de Coyoacán, México.

- Musser, G. G. 1968. A Systematic Study of the Mexican and Guatemalan Gray Squirrel, *Sciurus aureogaster* F. Cuvier (Rodentia: Sciuridae). Miscellaneous Publications of Museum Zoology, University of Michigan. 137:1-112.
- Nash, D. J. y R. N. Seaman. 1977. *Sciurus aberti*. Mammalian Species, 80: 1-5.
- Ochoa, H. 2008. Diversidad y estructura genética espacio-temporal de la ardilla terrestre del Perote (*Spermophilus perotensis*): Implicaciones para su conservación. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México DF.
- Pacheco, E. 2011. Depredación de Conos de *Pinus patula* Schl. et Cham, por la Ardilla Gris *Sciurus aureogaster* en el Área forestal de Santiago Comaltepec, Oaxaca, México. Tesis de licenciatura. Universidad de la Sierra de Oaxaca . Ixtlán de Juárez, Oaxaca.
- Palmer, G.H. 2012. Ecological assessment of Mexican red-bellied squirrels (*Sciurus aureogaster*) introduced to Elliott Key, Florida. MS Thesis, University of Arizona, Tucson, AZ, U.S.A.
- Parker, T. y C. H. Nilon. 2008. Gray squirrel density habitat suitability and behavior in urban parks. Springer Science. Urban Ecosystem, 11:243–255.
- Patz J.A., P. Daszak, G.M. Tabor, A.A. Aguirre, M. Pearl J. Epstein, N.D. Wolfe, A.M. Kilpatrick, J. Foufopoulos , D. Molyneux, D.J. Bradley. 2004. Working Group on Land Use Change and Disease Emergence. Unhealthy landscapes: policy recommendations on land use change and infectious disease emergence. Environmental Health Perspectives. 112: 1092-1098.
- Pernas, A. J. y D. W. Clark. 2007. A summary of the current progress toward eradication of the Mexican gray squirrel (*Sciurus aureogaster* F. Cuvier, 1829) from Biscayne National Park, Florida, USA. en "Island invasives:

eradication and management". Veitch, C. R., Clout, M. N. and Towns, D. R. (eds.). IUCN. Suiza. Pages 222-224.

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. 2009. Estudio Sobre la Superficie Ocupada en Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal. Gobierno del Distrito Federal. México , DF. Pp.78.

Rabinovich, J. 1978. Ecología de Poblaciones Animales. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. Pág. 13-21.

Rivera, J. E. y A. Espinosa. 2007. Flora y Vegetación del Distrito Federal. En Biodiversidad De La Faja Volcánica Transmexicana, Unam, México, D.F. Luna, I., J.J. Morrone y D. Espinosa (Eds.) Universidad Nacional Autónoma De México, Distrito Federal, México. pp.231-253.

Ruiz-Gómez, M. M. 2006. El crecimiento de los asentamientos irregulares en áreas protegidas. La delegación Tlalpan. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. 60: 83-109

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ª edición digital, Comisión Nacional Para el Conocimiento Y Uso De La Biodiversidad, México, 504 pp.

Santiago, R. 2003. Distribución y Habilidad de la ardilla *Sciurus aureogaster* en el Bosque de Chapultepec. Tesis de licenciatura. División de Ciencias biológicas, Unidad Iztapalapa. Universidad Autónoma Metropolitana, México DF.

SEMARNAT. Dirección General de Vida Silvestre. México. 2008

Soberón, J. 1987. Ecología de Poblaciones. Fondo de cultura económica. México. Págs. 149.

Suzán, G., F. Maldonado, y G. Ceballos. 2000. La importancia del estudio de enfermedades en la conservación de la fauna silvestre. Págs 32.

- Szyfres, B. Acha, P. 2003. Zoonosis Y Enfermedades Transmisibles Comunes al Hombre y a Los Animales. Pan American Health Org. Volumen II. Washintong DC, USA. Pág. 425.
- Thompson, D.C. 1978. Regulation of a northern gray squirrel (*Sciurus carolinensis*) population. *Ecology*, 59:708-715.
- Valdés-Alarcón, M. 2003. Las ardillas de México. CONABIO. *Biodiversitas*, 51:1-7
- Valdez-Alarcón, M. y G. Téllez-Girón. 2005. *Sciurus aureogaster* F. Cuvier, 1829. Ardilla Gris. In "Los Mamíferos Silvestres de México". Ceballos, G; Oliva, G (coord.). Fondo de cultura económica y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. Pág. 547-548.
- Vandruff, L. W., E. G. Bolen, y G. J. San Julian. 1996. Management of urban wildlife. in T." Research and management techniques for wildlife and habitats". Bookhout, A., (editor). Allen Press, Lawrence, Kansas, USA. Pág. 507–530
- Velazco-Bautista, E., J. F. Resendiz, L. Sandoval, y L. P. Olvera. 2002. Diagnóstico sanitario de los bosques del Distrito Federal, México. *Revista Ciencia Forestal en México*, 27 (91): 7-26
- Wolch, J. R., K. West, y T. E. Gaines. 1995. Trans-species urban theory. *Environment and Planning D: Society and Space* 13:735–760.
- Zalapa, S.S., M. H. Badii, F. A. Cervantes, S. Guerrero. 2005. Ecología poblacional de *Liomys pictus* en tres áreas de bosque tropical subcaducifolio con diferente tiempo de regeneración, en la costa norte de Jalisco México. *Acta Zoologica Mexicana Instituto de Ecología*. Xalapa, México. 21(2):1-14.