

INFORME FINAL DEL PROYECTO

EL BOSQUE URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO, UNA
ESTRATEGIA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

MARÍA TOLEDO GARIBALDI



WOMEN4CLIMATE
MEXICO CITY

C40
CITIES

CDMX

El bosque urbano de la Ciudad de México, una estrategia ante el cambio climático



Candidata a Doctora, María Toledo Garibaldi 2018



UNIVERSITY OF TORONTO
FACULTY OF FORESTRY



IDRC | CRDI

International Development Research Centre
Centre de recherches pour le développement international



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

C4O
CITIES

CLIMATE LEADERSHIP GROUP

Contacto:

María Toledo Garibaldi

Faculty of Forestry

University of Toronto

m.toledo.garibaldi@mail.utoronto.ca

Los puntos de vista expresados en este estudio no necesariamente reflejan los de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, C40 Cities, o cualquier otra institución.

Todos los derechos reservados. Cualquier reproducción parcial o total de la presente publicación debe contar con la aprobación por escrito de María Toledo Garibaldi.

Síntesis del contenido

Introducción	1
Justificación del proyecto	4
Presentación del proyecto	5
Métodos	6
Resultados	7
Conclusiones	15
Agradecimientos	17

Introducción

La Ciudad de México cuenta con 8.85 millones de habitantes, lo que la hace la urbe más poblada de Norte América; a la alta densidad poblacional, se suman problemas ambientales severos, como la contaminación del aire y la escasez de agua. Esta situación trae como resultado efectos negativos en la calidad ambiental y en la calidad de vida de los ciudadanos. La baja calidad ambiental de la Ciudad de México se amplifica por la deficiencia de áreas verdes.

De los 1485 Km² de superficie de la Ciudad de México, 42% corresponde a suelo urbano y 62% pertenece a suelo de conservación y agricultura. En este estudio nos enfocamos únicamente en el suelo urbano (Figura 1). Dentro del área urbana -sin considerar suelo de conservación- las áreas verdes cubren 8.9% de la superficie urbana.

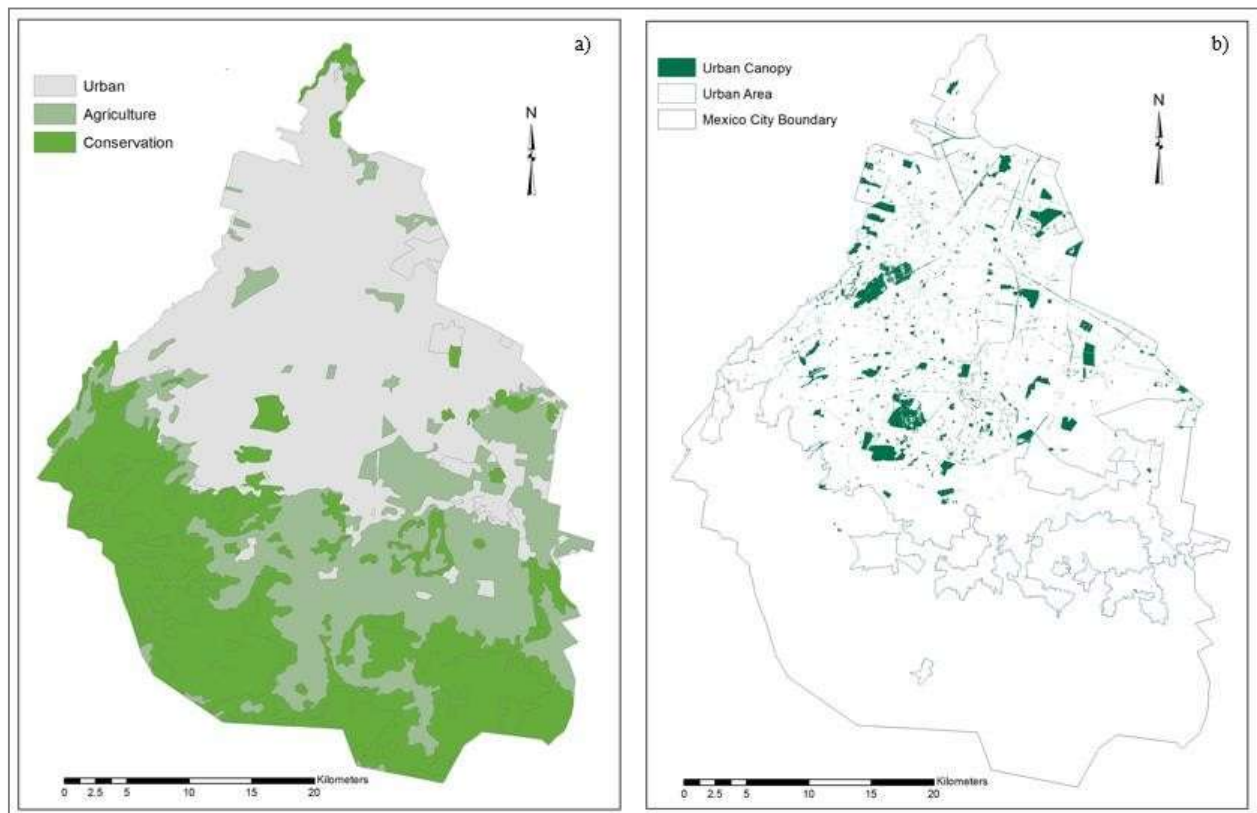


Figura 1. Ciudad de México, a) uso de suelo urbano, suelo de conservación y agricultura; b) superficie urbana y cobertura arbórea.

De acuerdo al Plan de Desarrollo del Distrito Federal (2013-2018), la ciudad carece de un plan espacial adecuado que incluya infraestructura verde y la planeación urbana ha ignorado los espacios verdes, los bosques urbanos y las áreas verdes. Como resultado de esta falta de planeación, las áreas verdes están distribuidas de forma inequitativa a través de las 16 alcaldías. Mientras que Miguel Hidalgo alcanza 26.5% de cobertura arbórea, Milpa Alta tiene menos de 1% (Figura 2).

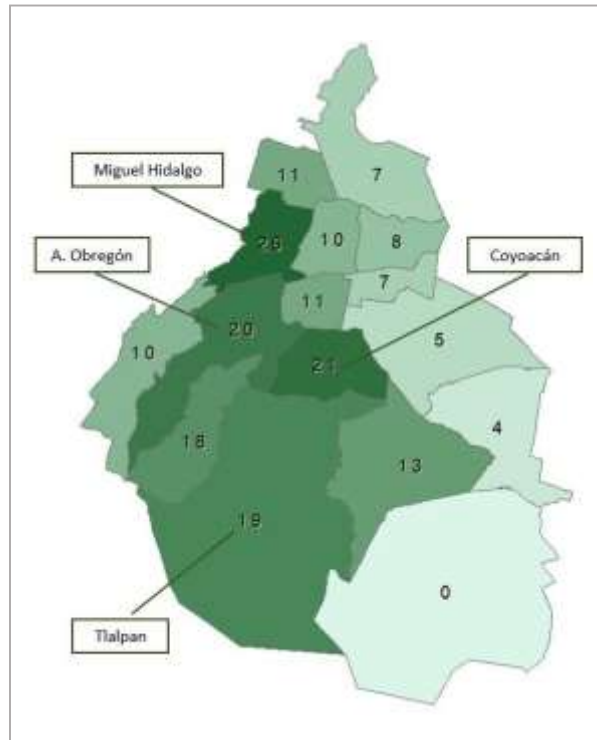


Figura 2. Porcentaje de cobertura arbórea por alcaldía.

En el suelo urbano aún existen remanentes de ecosistemas naturales embebidos en la urbe, como la Reserva del Pedregal y Xochimilco. El Pedregal es un ecosistema endémico originado por la erupción del volcán Xitle, es una comunidad dominada por la especie arbustiva conocida como Palo loco (*Pittocaulon praecox*). Xochimilco es un ecosistema ripario y acuático con alto valor cultural, cuenta con especies de alto valor para la biodiversidad urbana, como el ahuehuate (*Taxodium mucronatum*), el ahuejote (*Salix bonplandiana*) y el ajolote (*Ambystoma mexicanum*).

Dentro del complejo paisaje urbano, el área urbana interactúa con ecosistemas naturales, áreas verdes, parques, grupos de árboles e individuos de árboles distribuidos a lo largo de la ciudad; sin embargo, no todo el arbolado urbano se encuentra clasificado en algún tipo de uso de suelo o bajo algún sistema de protección.

La Ciudad de México define a los bosques urbanos como *“áreas de valor ambiental que se localizan en suelo urbano, en las que predominan especies de flora arbórea y arbustiva y se distribuyen otras especies de vida silvestre asociadas y representativas de la biodiversidad, así como especies introducidas para mejorar su valor ambiental, estético, científico, educativo, recreativo, histórico o turístico, o bien, por otras razones análogas de interés general, cuya extensión y características contribuyen a mantener la calidad del ambiente en el Distrito Federal”* (ARTÍCULO 90 Bis 1, de la LAPTDF). Bajo esta definición, se mencionan sólo cinco áreas definidas como bosque urbano: Cerro de Zacatepetl, San Juan de Aragón, Bosque de Chapultepec (Integra Barranca Barrilaco y Barranca Dolores), Nativitas y San Luis Tlaxialtemalco. En conjunto, estas áreas cubren únicamente 15% del área arbolada de la Ciudad de México. Esta definición limitada puede tener efectos negativos en la conservación, planeación y manejo del bosque urbano de la Ciudad de México.

Típicamente, los bosques urbanos se definen como redes o sistemas que comprenden todos los bosques, grupos de árboles e individuos de árboles localizados en áreas urbanas y periurbanas (FAO 2016); o como todas las plantas leñosas de la ciudad, incluyendo árboles localizados a lo largo de calles, camellones, parques, ya sea que estén plantados o distribuidos naturalmente en propiedad pública o privada. Bajo esta definición, algunas ciudades han desarrollado sus planes de manejo de bosque urbano, por ejemplo, Toronto, San Francisco, Seattle.

El argumento expuesto en este proyecto es que, para poder desarrollar un plan de manejo y expansión del bosque urbano, el arbolado debe ser visto como parte integral del paisaje urbano. Aplicar una perspectiva de paisaje permite un entendimiento más amplio de la biodiversidad urbana, ya que se incluye la heterogeneidad de ambientes en la ciudad. El análisis del bosque urbano en una escala mayor, también permite encontrar formas innovadoras de optimizar el espacio para plantar más árboles. De esta forma, plantando árboles a lo largo de la ciudad, se maximizan los servicios ambientales, aumentando así la calidad ambiental y la calidad de vida de los ciudadanos.

La estrategia de mejoramiento ambiental de la Ciudad de México incluye la reducción de emisiones a través de programas de movilidad. Sin embargo, para complementar dicha estrategia, son necesarios programas de captura de contaminantes atmosféricos. Considerando esto, los bosques urbanos son una pieza fundamental para el mejoramiento ambiental en ciudades. El efecto positivo en la calidad del aire es uno de los servicios ambientales más estudiados de los bosques urbanos; los árboles capturan 30% del CO₂ atmosférico y liberan oxígeno. Un bosque urbano sustentable es vital para crear vecindarios sanos que mantengan la biodiversidad, provean de agua y aire limpio, ofrezcan oportunidades de recreación y educación, impulsen la economía y mejoren la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Los resultados de este proyecto ofrecerán evidencia científica para innovar en las prácticas de plantación y diversificación de árboles, con el objetivo de aumentar la cobertura arbórea de la ciudad del 8% existente a un 23%. El objetivo final es maximizar los servicios ambientales de los bosques urbanos a un mínimo costo de mantenimiento.

Justificación del proyecto

Se estima que para el año 2050, 66% de la población mundial vivirá en áreas urbanas. Por esto, las ciudades deben estar equipadas para ofrecer un espacio saludable para sus habitantes y para contrarrestar efectos del cambio climático. El reconocimiento de problemas ambientales a nivel mundial ha guiado hacia iniciativas enfocadas al uso de infraestructura verde. Canadá, Estados Unidos, Reino Unido y países de la Unión Europea ya están haciendo uso de infraestructura verde para crear ciudades resilientes.

La infraestructura verde es una estructura espacial que provee beneficios de la naturaleza a las personas; su uso se enfoca a maximizar la capacidad de elementos naturales para entregar servicios ambientales a un mínimo costo. Debido a su tamaño, a los servicios ambientales que proveen y a su bajo costo de mantenimiento, los árboles son los componentes más significativos de la infraestructura verde.

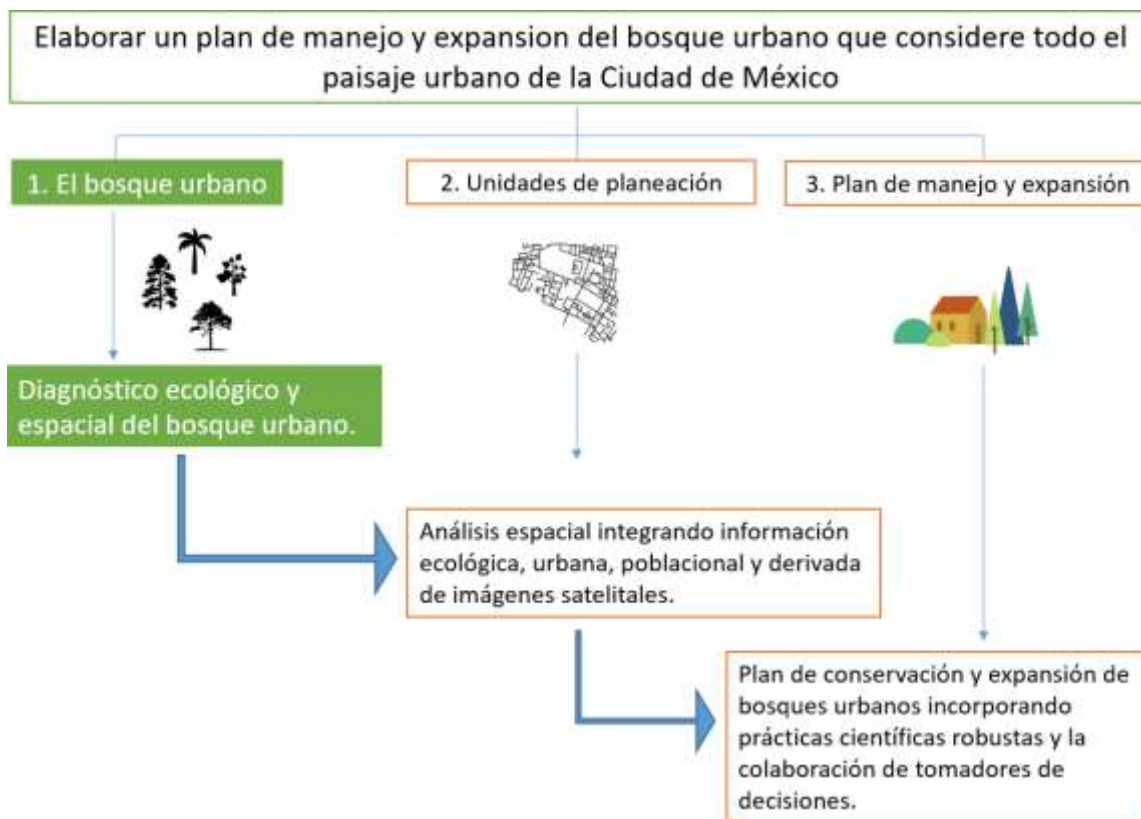
Los bosques urbanos son infraestructura verde que provee beneficios ambientales, sociales, económicos, psicológicos y estéticos. Los bosques urbanos purifican el aire y el agua, reducen la erosión del suelo, regulan la temperatura local y regional; reducen la contaminación auditiva y el consumo de energía, incrementan el valor de los inmuebles, producen empleos, mejoran la estética del vecindario y del paisaje; tienen efectos positivos en el bienestar psicológico de los ciudadanos; y sirven de hábitat para plantas y animales, mejorando la calidad del ecosistema urbano.

Sin embargo, la CDMX no tiene una infraestructura verde adecuada. Las áreas verdes son deficientes, carecen de planeación espacial, están distribuidas de forma desigual y no están conectadas entre sí (Plan de Desarrollo de la Ciudad de México 2013). Sumado a estos problemas relativos a las áreas verdes, CDMX es la metrópolis más poblada y contaminada de Norte América: la contaminación del aire causa 9600 muertes al año en nuestra ciudad.

CDMX necesita un plan a largo plazo y de costo efectivo para incrementar su calidad ambiental y la calidad de vida. Invertir en infraestructura verde tiene un amplio sentido económico, ya que ésta ejerce un papel central en la lucha contra los impactos del cambio climático y otros desastres ambientales.

Presentación del proyecto

En el año 2015, en colaboración con investigadores de la Universidad de Toronto y con estudiantes de la UNAM, inicié el proyecto “Conservación y planeación de los bosques urbanos de la Ciudad de México como estrategia ante el cambio climático”. El proyecto tiene tres objetivos principales que se muestran en el siguiente esquema. El presente estudio incluye únicamente resultados del objetivo 1. Los objetivos 2 y 3 serán desarrollados a partir de los resultados de este estudio; estos dos objetivos no fueron abarcados por el presente programa debido a la limitante de tiempo y se encuentran en proceso de desarrollo.



Métodos

Durante 2017 y 2018 se tomaron datos de campo de 500 sitios distribuidos a lo largo de la CDMX (Figura 3).

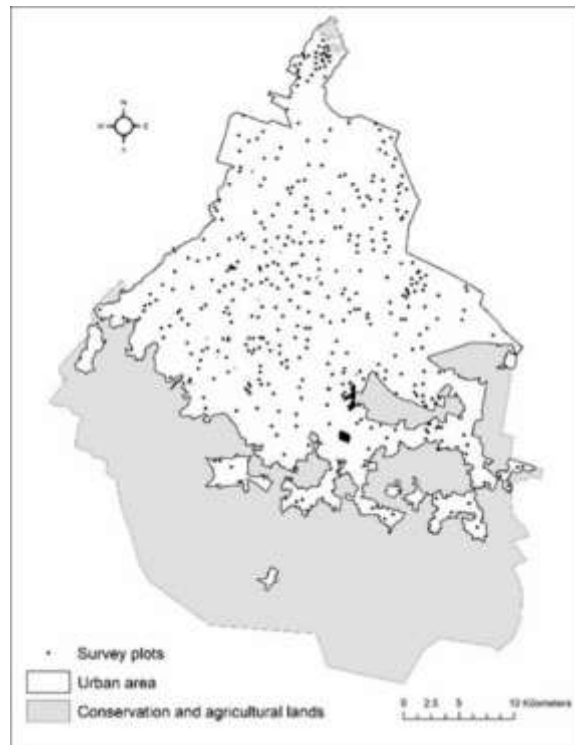


Figura 3. Sitios de muestreo distribuidos en el suelo urbano de la Ciudad de México.

En cada sitio (400 m²) se midieron 16 aspectos de los árboles, considerando identidad, tamaño, condición y conflictos. En la Figura 4 se muestra un esquema de los sitios de muestreo.

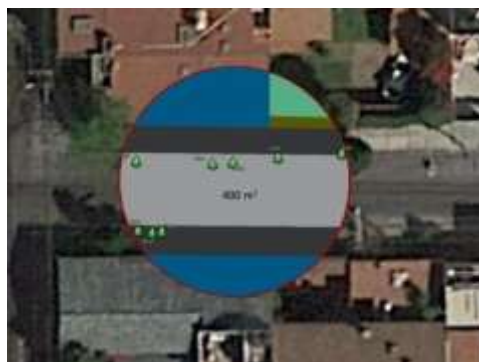


Figura 4. Representación de un sitio de muestreo.

Resultados

Síntesis de resultados del muestreo de campo 2017-2018

500 sitios
320 (64%) con árboles

1640 individuos muestreados
106 especies
72 géneros
44 familias



1. ¿De quién son los árboles de la Ciudad de México?

El 70% de los árboles de la CDMX están localizados en propiedad pública, es decir, están bajo la protección, cuidado y administración de instituciones de gobierno, ya sean locales o federales. El 30% del arbolado urbano se ubica dentro de propiedad privada, incluyendo residencias y otros inmuebles particulares.



Figura 5. Porcentaje del número de árboles localizados en propiedad pública y privada.

La condición de los árboles de propiedad pública y privada no presenta diferencias significativas. No obstante, los árboles localizados en propiedad privada tienden a más individuos en condición excelente.

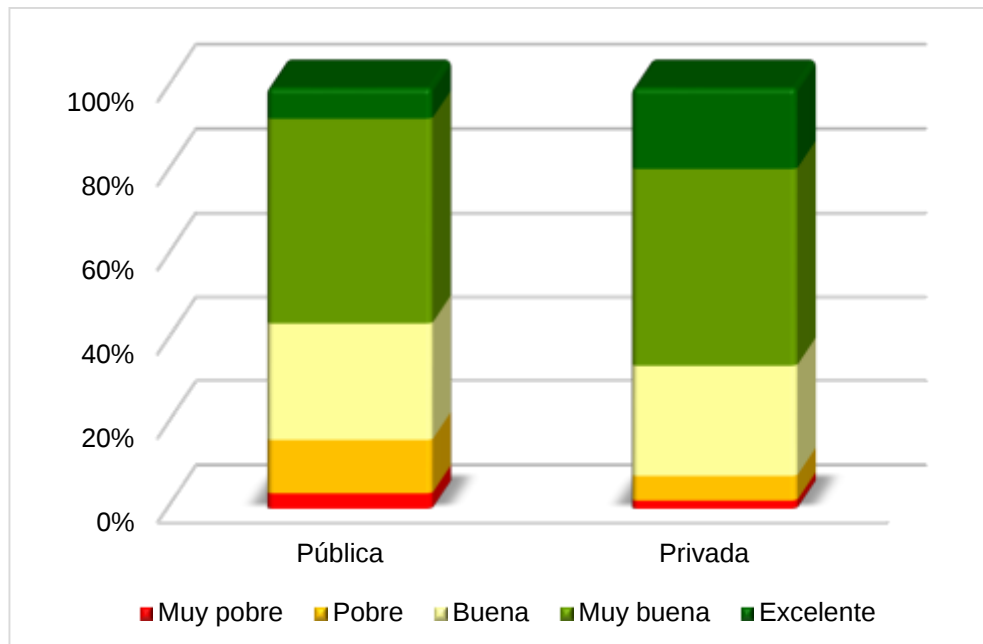


Figura 6. Diferencia entre la condición de árboles localizados en propiedad pública y privada.

2. ¿Cuáles son los elementos urbanos en conflicto con el arbolado?

La mayor parte del arbolado urbano (81%) de la CDMX presenta conflicto con otros árboles. Esto puede sugerir que los árboles fueron plantados sin planeación, ya que fueron plantados a corta distancia uno de otro, sin considerar el tamaño final de la especie. El 31% de los árboles se encuentra en conflicto con edificios, 28% con banquetas y, sorpresivamente, 26% con el cableado eléctrico.

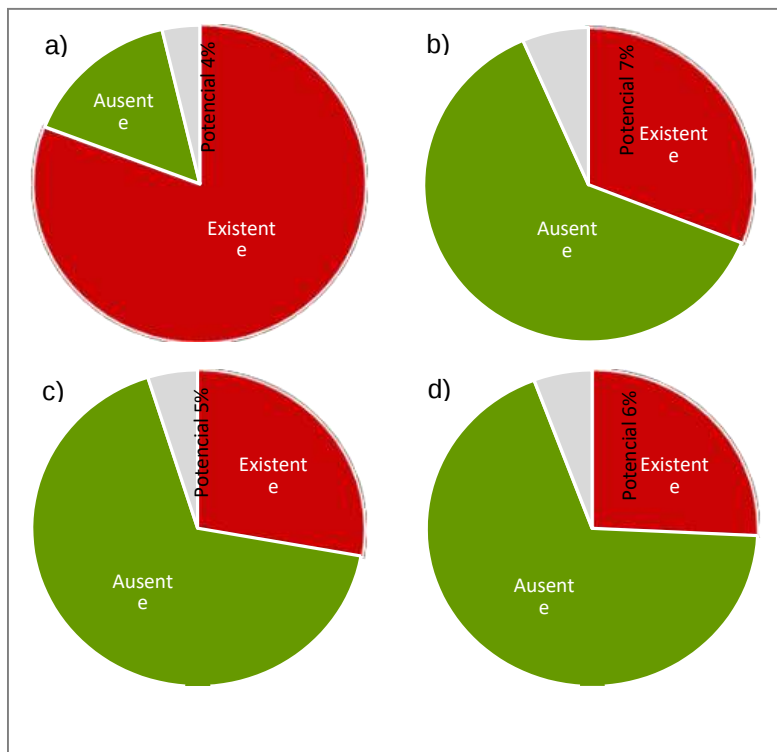


Figura 7. Porcentaje de individuos en conflicto con, a) árboles, b) edificios, c) banquetas y d) cables.

3 ¿Cuáles son las especies dominantes del bosque urbano?

Las especies representadas con más individuos son el Fresno (*Fraxinus uhdei*, 12.3%), la Casuarina (*Casuarina equisetifolia*, 9.6%), el Cedro blanco (*Cupressus lusitánica*, 9.5%), el Ficus (*Ficus benjamina*, 8.2%) y el Trueno (*Ligustrum lucidum*, 5.6%) (Figura 6); mientras que el resto de las especies (101) representan el 54.8% del total de árboles en la comunidad. Veinticuatro especies, incluyendo *Chiranthodentron pentadactylon*, *Juglans nigra*, *Ginkgo biloba*, *Plumeria rubra* y *Robinia pseudoacacia*, están representadas por un solo individuo. Estos resultados sugieren que la comunidad de árboles tiene una diversidad moderada, ya que la mayoría de las especies están representadas por pocos individuos, mientras que un pequeño número de especies comprende muchos individuos.

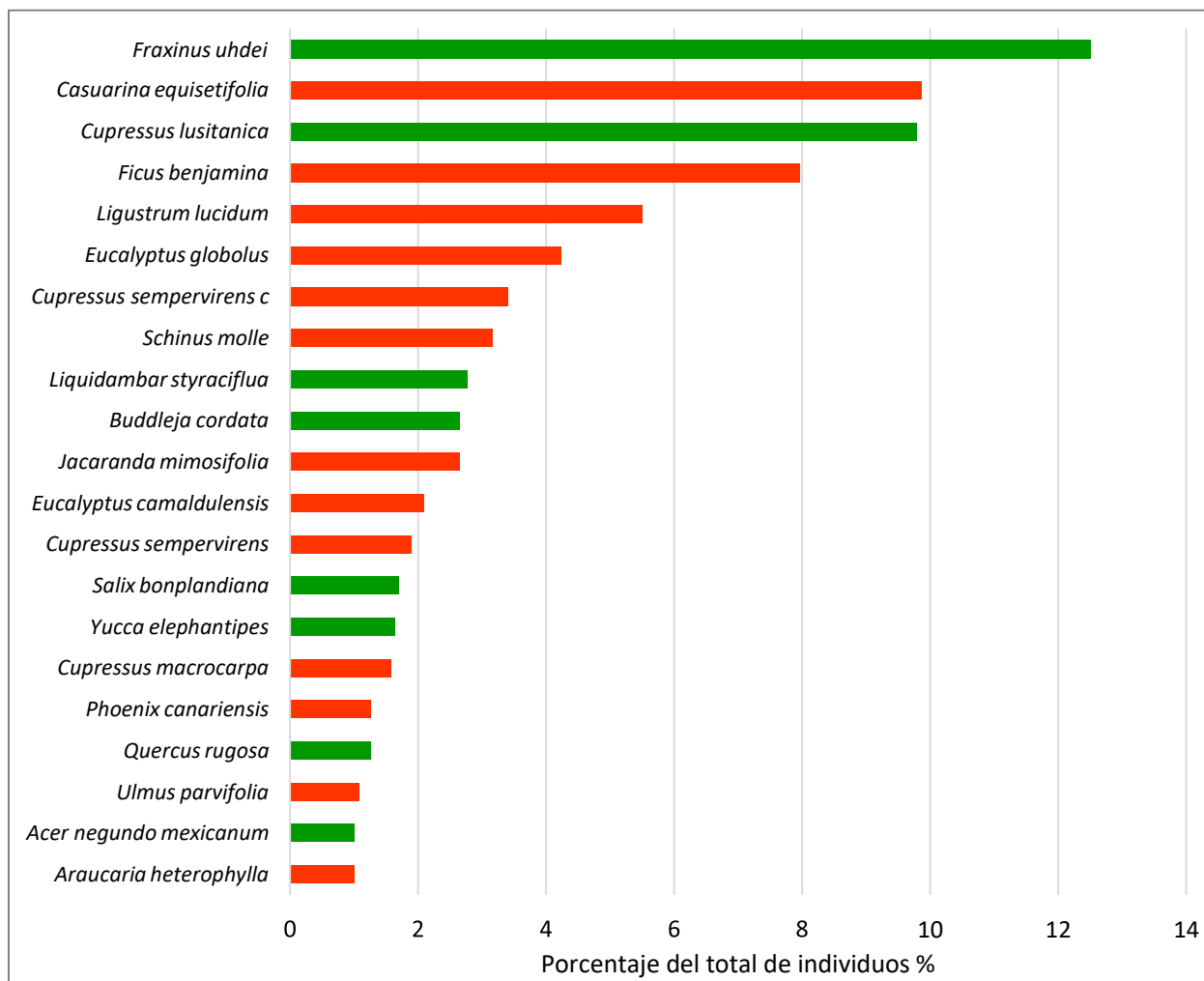


Figura 8. Abundancia de individuos por especie. Barras verdes indican especies nativas, barras rojas indican especies introducidas.

4 ¿Cuál es la condición de los árboles del bosque urbano?

Casi la mitad (48%) del arbolado urbano de la CDMX se encuentra en muy buena condición, el 27% se encuentra en buena condición, mientras que el 11% en excelente, 11% en pobre y sólo el 3% en muy pobre condición. Es importante señalar que este indicador se obtuvo únicamente considerando mediciones de la copa del árbol, no se incluyeron enfermedades o parásitos.

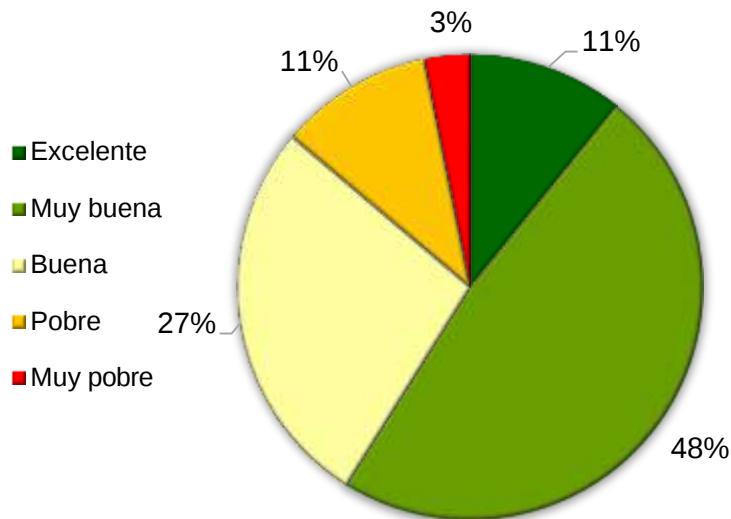


Figura 9. Condición de todos los árboles muestreados en el bosque urbano de la Ciudad de México.

Considerando las especies con más de 5% de abundancia (número de individuos), encontramos que el Fresno (*F. uhdei*), la Casuarina y el Ciprés (*C. lusitanica*) tienen a la mayoría de sus individuos en muy buena y buena condición; mientras que el Ficus y el Trueno (*L. lucidum*) tienen a la mayoría de sus individuos en muy buena condición.

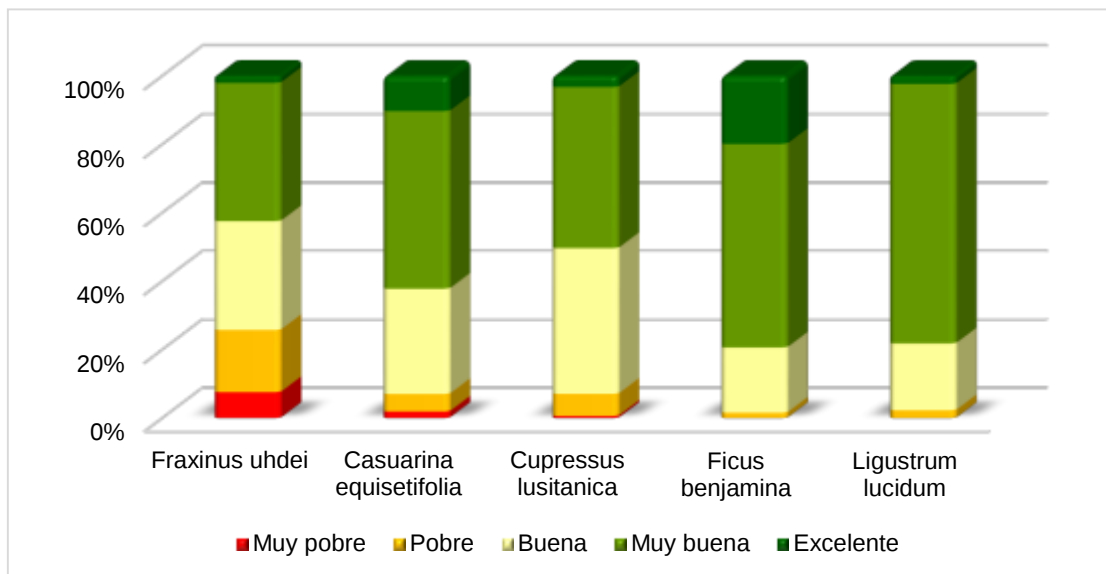


Figura 10. Condición de las cinco especies dominantes en el bosque urbano de la Ciudad de México.

5 Especies nativas e introducidas

El bosque urbano de la CDMX tiene más especies introducidas (75) que nativas (31). Además, las especies introducidas tienden a ser de mayor tamaño que las nativas, pudiendo indicar una presencia más prolongada en el paisaje urbano. Las especies introducidas más abundantes son *C. equisetifolia*, *F. benamina*, *L. lucidum*, *Eucalyptus globolus* y *Cupressus sempervirens*. En cuanto a las especies nativas, *F. uhdei*, *C. lusitanica*, *Liquidambar styraciflua*, *Buddleja cordata* y *Salix bonplandiana* son comunes.

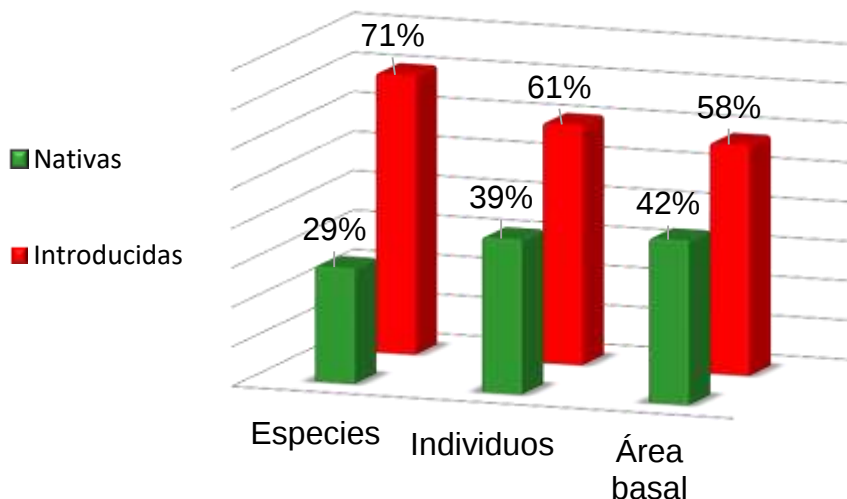


Figura 11. Porcentaje de número de especies, número de individuos y área basal de especies introducidas y nativas.

En general, las especies introducidas tienen más porcentaje de individuos en condición Muy buena y Excelente que las especies nativas.

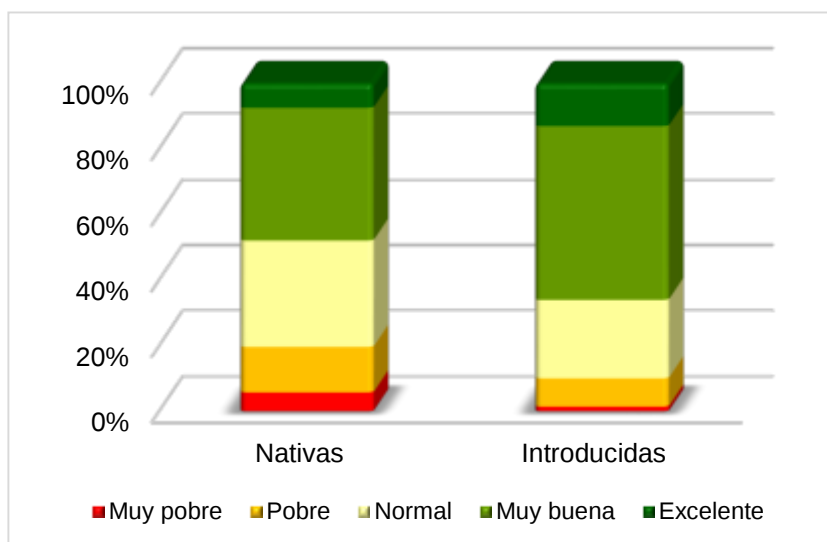


Figura 12. Diferencia en la condición de especies nativas e introducidas.

6 ¿Cuál es el tamaño de los árboles urbanos?

El tamaño del tronco de los árboles varía desde un mínimo de 5 cm hasta un máximo de 170 cm DAP, la mitad de los árboles tiene un diámetro inferior a 20 cm, mientras que el 33% cuenta con un diámetro entre 20 y 40 cm, un 12% entre 40 y 60 cm y 5% más de 60 cm (Figura 8). El diámetro medio de la comunidad arbórea es de 25.04 cm. Estos resultados indican que la mayor parte de los árboles es relativamente joven. *Schinus molle* (170 cm), *Taxodium mucrunatum* (154 cm), *Phoenix canariensis* (140 cm), *C. lusitanica* (98 cm), *Jacaranda mimosifolia* (95 cm) son las especies con diámetros más grandes registrados en el muestreo.

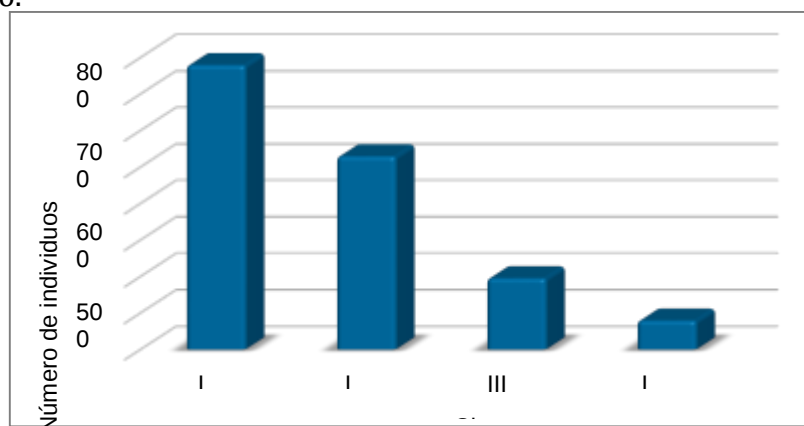


Figura 13. Clases diamétricas de todos los árboles muestreados. Donde I=<20 cm diámetro, II=20-40 cm, III=40-60 cm, IV=>60 cm.

Las diferentes especies de árboles presentan diferentes categorías de tamaño de acuerdo a la biomasa de su tronco, como se muestra en la siguiente figura. Esta característica está ligada a la capacidad de la especie de proveer servicios ambientales como el secuestro de carbono.

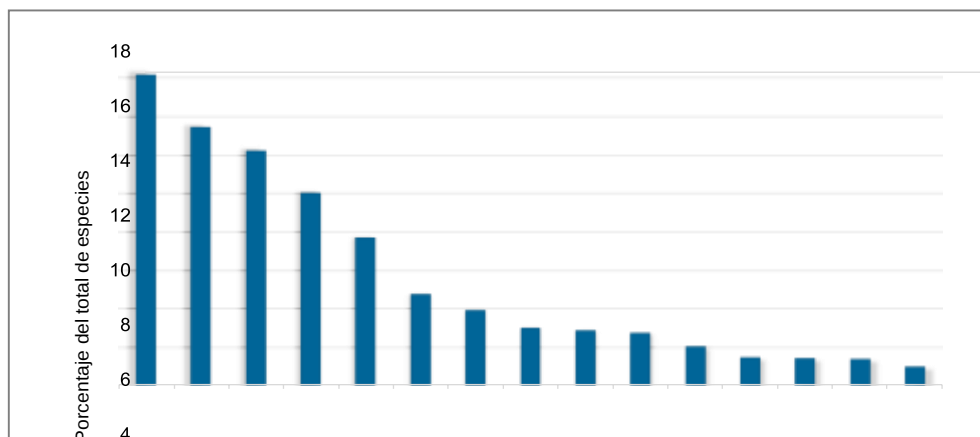


Figura 14. Dominancia en biomasa de especies con más de 1% de valor. Donde frauhe es *Fraxinus uhdei*, cuplusi es *Cupressus lusitanica*, phocana is *Phoenix canariensis*, casequi es *Casuarina equisetifolia*, schmoll is *Schinus molle*, eucglob es *Eucalyptus globulus*, jacmimo is *Jacaranda mimosifolia*, euccama es *Eucalyptus camaldulensis*, ligluci is *Lifustrum lucidum*, ficben es *Ficus benjamina*, taxmur is *Taxodium mucrunatum*, liqstyr es *Liquidambar styraciflua*, ulmapr is *Ulmus parvifolia*, querugo es *Quercus rugosa*, y eryamer is *Erythrina americana*.

Conclusiones

Un bosque urbano bien manejado puede mejorar la calidad ambiental, el bienestar individual, comunitario y proporcionar una amplia gama de servicios ambientales en las ciudades. La planificación estratégica y la gestión de la infraestructura verde (árboles) deben basarse en el estado actual del bosque urbano: ¿qué tenemos? y ¿dónde lo tenemos? La medición de atributos ecológicos, la composición de especies, el número de árboles, el tamaño, la ubicación y la condición de los árboles, puede brindar a los administradores y planificadores una base con la cual desarrollar y evaluar programas para el manejo de árboles y bosques urbanos en una ciudad.

La aplicación de un enfoque de paisaje, es decir, considerando todos los árboles dentro de la ciudad, y no sólo rodales o remanentes, podría permitir una mejor comprensión de este recurso y su relación con el entorno urbano, así como permitir formas innovadoras de optimizar el espacio a un rango más amplio de condiciones de crecimiento. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo fue comprender las características ecológicas del bosque urbano de la Ciudad de México a nivel de paisaje. Los resultados de este estudio pueden informar a los planes de gestión con el objetivo de mejorar el medio ambiente y la calidad de vida de los habitantes, a través de la prestación de servicios ambientales del bosque urbano.

Las características ecológicas del bosque urbano moderan la entrega de servicios ambientales y los beneficios resultantes para los habitantes de la ciudad. A medida que cambian las características de los bosques urbanos, también lo hacen los servicios que son proporcionados por los ecosistemas. Por ejemplo, los atributos estructurales como el área del dosel y el área basal están relacionados con el secuestro de dióxido de carbono, la eliminación de contaminantes del aire y la regulación de la temperatura. Complementariamente, la composición de las especies de árboles se relaciona con la tasa anual de liberación de oxígeno y la absorción de carbono.

El bosque urbano de la Ciudad de México tiene una diversidad de árboles moderada. Aunque el número de especies no es bajo (106), muchas de estas especies están representadas por uno o dos individuos. Esto significa que el arbolado es vulnerable ante algún evento ambiental que pudiera afectar su población. Por ejemplo, en algunas partes del mundo, los Fresnos (*Fraxinus* spp) son susceptibles de ser atacados por un parásito específico para este género. Si dicho parásito atacará la población de Fresnos en México, la ciudad perdería más del 10% de su cobertura arbórea. La diversidad es un factor fundamental para mantener un bosque urbano sustentable, resiliente y que pueda proveer de servicios ambientales a largo plazo.

La diversidad de especies es necesaria para la estabilidad del ecosistema urbano, ya que puede brindar protección contra plagas, enfermedades y el cambio climático. Por lo tanto, un bosque diverso tiene la resistencia necesaria para garantizar la provisión a largo plazo de servicios y beneficios ambientales. Para tener un bosque urbano

sano y sostenible, se ha propuesto una gran diversidad de especies y géneros como una solución clave, sin embargo, una alta diversidad no debe ser un objetivo en sí mismo. Algunas especies pueden ser indeseables, como especies invasoras, especies que emiten compuestos orgánicos volátiles, especies que pueden causar daños estructurales o taxones susceptibles a plagas y enfermedades.

La mayoría de las especies de árboles son introducidas (71%). Recientemente se ha ampliado el debate sobre la plantación de especies introducidas en ciudades. Por un lado, hay quienes argumentan que únicamente deberían plantarse especies nativas y reemplazar aquellas especies introducidas que ya están establecidas. Por otro lado, hay quienes refutan esta idea explicando que ser nativa no es un signo de que una especie tenga efectos positivos, y que los enfoques de manejo de hoy deben reconocer que los sistemas naturales del pasado están cambiando debido al cambio climático, el aumento de la urbanización y otros cambios en el uso de la tierra. Las especies introducidas tienden a ser más resistentes a ambientes extremos y cambiantes, como los urbanos y como el mundo ante la situación del cambio climático. Una postura moderada sugiere que, al plantar árboles en el contexto urbano, las especies nativas siempre deben ser preferidas, pero los cultivares, frutales y las especies introducidas que no son invasoras, también deben recibir la debida consideración.

La Ciudad de México tiene que reforzar el cumplimiento del reglamento sobre tala de árboles en el espacio público. El manejo y planeación del bosque urbano sólo será posible cuando se garantice la conservación del arbolado existente -ya sea en áreas protegidas, ecosistemas naturales, parques, jardines, calles, avenidas, camellones, árboles plantados o no, en vía pública o privada- y se promueva la expansión del arbolado. Seleccionar la especie adecuada con dimensiones finales adecuadas, proporcionar buenos sitios y condiciones de crecimiento, mantener los árboles fuertes y vigorosos, y permitirles alcanzar sus potenciales biológicos en términos de tamaño y fisiología podría aumentar la rentabilidad del bosque urbano, maximizando los servicios ambientales a un mínimo costo de mantenimiento.

Agradecimientos

Financiamiento: IDRC Doctoral Research Award 2018, CONACYT.

Equipo técnico: Danijela Puric-Mladenovic, Sandy Smith, Andrew Kenney, Paul Hess.

Equipo de campo: Regina Ramírez García, Hugo González Figueroa, Jacqueline Hernández Ángeles, Alejandro González, Mariana Colores Ramos, Iván Tovilla, Edgar Salvador Barrientos, Ricardo Garduño.

Donaciones y voluntarios: Guadalupe Vega, Santiago Sánchez Toledo, Mario Toledo Cisneros, Emma Garibaldi Chávez, Leonardo Toledo Garibaldi, Kathia Loyzaga, Nicolas Tanguy, Ghislaine Tanguy, Christian Tanguy, Sandra Toledo Garibaldi, Claudia Garibaldi Toledo, Rebeca Toledo Cisneros, Áurea Madrigal, Marko Gómez, Kim Taylor, Gabriela Aguilera, Omar Reyes, Jesús Montero, Michael Richardson, Andrew Avsec, Tenoch Torres y su familia.

CONABIO: Carlos Galindo Leal

SEDEMA: Lucía Yolanda Alonso, Paulina Flores Martínez, Alexis Quintas.

C40 Cities



