

**Una mirada a la problemática de
los suelos de la Ciudad de México
(CDMX)**



Irma Reyes Jaramillo
Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa,
División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento de Biología

Abstract

Mexico City (CDMX) is administratively divided into urban land and conservation or rural land. The urban land is the region where most of the population lives and is located mainly in the downtown area, where there are large buildings, avenues and most of the human settlements are located. The rural land covers important areas of nine delegations (mayorships) where almost a quarter of the population lives, provides environmental services for the sustainability of the region and captures about 70% of the water that is used for various activities in the basin. It is currently subject to strong pressure that puts at risk the environmental services that it provides and that represent the future viability for the city. The growth of the urban area increases the sealed soils preventing the soil from performing its natural functions, with important economic and health consequences. Some actions aimed at a sustainable goal are recommended, in order to preserve rural and urban land, which means a challenge in which society and the government of the CDMX will have to assume to guarantee its conservation and proper functioning. On the other hand, the soil groups are mentioned from the pedological knowledge framed in the world classification (WRB) that covers 15 different soils, predominating in the mountainous areas the Andosols, Leptosols and Phaeozems. In the lacustrine zone the saline and Gleysols, as well as the soils generated by human action such as Anthrosols and Technosols.

Keywords

Urban-rural soil, Mexico City soils, environmental services, soil function and health, sustainable soil management.

Resumen

La Ciudad de México (CDMX) administrativamente se divide en suelo urbano y suelo de conservación o rural. El suelo urbano, es la región donde habita la mayor parte de la población; se ubica principalmente en la zona centro, donde hay grandes edificios, avenidas, y la mayoría de los asentamientos humanos. El suelo rural, abarca áreas importantes de nueve delegaciones (alcaldías), donde habita casi una cuarta parte de la población; aporta servicios ambientales para la sostenibilidad de la región y capta alrededor del 70% del agua, que se utiliza para diversas actividades en la cuenca. Actualmente se

encuentra sujeto a una fuerte presión, que pone en riesgo los servicios ambientales que nos brinda, y que representan la viabilidad futura para la ciudad. El crecimiento de la zona urbana incrementa los suelos sellados; impidiendo que el suelo realice sus funciones naturales, con consecuencias económicas y de salud importantes. Se recomiendan algunas acciones encaminadas hacia una meta sostenible, para preservar el suelo rural y urbano, que significa un reto, en el que la sociedad, y el gobierno de la CDMX deberán asumir, para garantizar su conservación y buen funcionamiento. Por otra parte, se mencionan los grupos de suelo desde el conocimiento pedológico, enmarcados en la clasificación mundial (WRB), que abarca 15 diferentes suelos: predominando en las zonas montañosas los Andosoles, Leptosoles y Phaeozems; en la zona lacustre los suelos salinos, sódicos y Gleysols, así como los suelos generados por la acción humana los Antrosols y los Tecnosols.

Palabras clave

Suelo rural-urbano, Suelos de la Ciudad de México, servicios ambientales, función del suelo y salud, suelo sostenible y manejo.

Introducción

El Distrito Federal ahora Ciudad de México (CDMX) comprende una superficie de 148,178.70 hectáreas. Para fines administrativos se divide en Suelo Urbano (SU) (60,203 ha) y Suelo de Conservación (SC) (87,204 ha) actualmente nombrado como Suelo Rural (SR), que representa el 59% del área (SMA, 2003); se localiza sobre todo al sur y surponiente de la entidad, administrado por nueve de las 16 delegaciones políticas denominadas recientemente alcaldías, como son: Milpa Alta (32.2%), Tlalpan (29.4%), Xochimilco (11.9%), Cuajimalpa (7.5%), Tláhuac (7.2%), Magdalena Contreras (5.9%), Álvaro Obregón (3.1%), Gustavo A. Madero (1.4%) e Iztapalapa (1.4%) (GDF, 2012).

El SR de la CDMX, es un espacio muy importante por su gran cobertura vegetal, principalmente de bosques de pinos, abetos, encinos, además de matorrales y pastizales. Así como áreas agrícolas, cuerpos de agua y humedales, éstos últimos, responsables en la época prehispánica de la creación de chinampas; para ampliar los sitios de siembra, ya que predominaba un paisaje lacustre.

El denominado SR también es uno de los espacios más importantes para los habitantes del Valle de México, por la riqueza económica, cultural y social que alberga; así como por el volumen y calidad de los servicios ambientales que aporta, para la sostenibilidad de la región. Por sólo presentar un ejemplo, se puede decir que en el SR se capta -al menos- el 70% del agua que se utiliza para diversas actividades en la cuenca, y se generan servicios ambientales que permiten controlar el clima, mejorar la calidad del aire y procurar servicios de recreación para la población (GDF, 2012).

De acuerdo a la Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (DGCORENADER), el 80% de ésta área es: propiedad social, 10% es propiedad privada y 10% está urbanizada (GDF, 2006). El origen del SR data de 1992 y surge como un área protegida para salvaguardar los servicios ambientales de la ciudad, como son: la regulación del clima por medio de sus bosques, la recarga de mantos acuíferos, amortiguamiento de la contaminación atmosférica, preservación de la biodiversidad de flora y fauna, actividades de recreación y valor escénico.

La política ambiental en la Ciudad de México se ha ido consolidando gradualmente, desde las primeras medidas que datan de la década de los setenta; destacando la Ley Federal de Protección al Ambiente y la creación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente en 1972. Así como, la Ley del Desarrollo Urbano del DF en 1976. Posteriormente surgió la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario, y el Plan de Desarrollo Urbano del DF en 1980. Para el año 1982, se emitió la primera Declaratoria del Área de Conservación Ecológica del DF; que para entonces se consideraba una superficie de 684.86 km², con énfasis en: la conservación de la flora, impulso a las actividades agrícolas, conservación de la chinampería y la recarga de acuíferos. En 1984, se creó la Secretaría General de Desarrollo Urbano y Ecología; en el siguiente año, la Dirección General de Reordenación Urbana y Protección Ecológica.

En 1987, se emitió una declaratoria, que establece la línea limítrofe; entre el área de Desarrollo Urbano y el área de Conservación Ecológica. Con ésta regulación, se creó una reserva natural de 82, 362 hectáreas, que componen el área de conservación

ecológica (Gaceta Oficial del Departamento del DF, mayo de 1990). Posteriormente, surgió la Secretaría del Medio Ambiente, quien toma a su cargo la política ecológica y realiza programas de protección al ambiente. A partir del año 2000, hay una especie de consolidación del sector ambiental; se crea la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural, para la conservación de los recursos naturales y el desarrollo agropecuario en el SC. En 2001, surgió la Procuraduría Ambiental; se inició el manejo del desarrollo sustentable, y se elaboró el Programa General de Ordenamiento Ecológico del DF; con el objetivo de regular los usos del suelo, el manejo de los recursos naturales y las actividades humanas en el SC.

Como se puede apreciar, tiene un gran historial la evolución del marco regulatorio de la política ambiental en el DF. Con particular énfasis en las normatividades que se aplican a lo que se reconoce como SR. Se han creado instancias relacionadas con el tema ambiental y se han elaborado una gran cantidad de leyes, reglamentos y programas que se han convertido en el principal marco regulatorio, el cual ha sido investigado ampliamente por Aguilar (2013); que de una u otra forma, han delimitado y definido los usos permitidos en el SR. Sin embargo, a pesar de esta sobre-regulación al interior de la zona, no se han detenido los procesos de deterioro ambiental y de expansión urbana; sobre todo de asentamientos irregulares, transformando extensas áreas de SR en SU con enormes requerimientos y satisfactores; dando rasgos de metropolización y suburbanización en la periferia de la entidad. Se considera que entre 1970 y 2010 el territorio de la capital del país aumentó 3.57 veces, lo que significa un incremento del área urbana de 72.86% (Padilla, 2017). Lo anterior se ve reflejado principalmente en los daños ambientales; teniendo actualmente condiciones carentes de sostenibilidad la CDMX por la falta de servicios ambientales que nos proporciona el SR.

El Suelo Rural

Más de la mitad de la superficie de la CDMX es SR, que está conformado por áreas forestales, agrícolas y parajes con gran riqueza natural y paisajística; del que depende la vida urbana de la ciudad, ya que tiene gran dependencia sobre todo en materia de agua, aire y clima (Rodríguez y col. 2013) (Fig.1)(Fig.2).



Figura 1. Zona sur de la CDMX con el volcán Popocatépetl al fondo.



Figura 2. Zona chinampera en el Parque Ecológico de Xochimilco.

El paisaje, de la zona metropolitana de la CDMX presenta relieve montañoso principalmente al sur, donde el SR se extiende por las Sierras de las Cruces, del Ajusco y del Chichinautzin; hacia el norte la Sierra de Guadalupe, con una variación altitudinal de 2,800 a 4,000 m snm; contrastando con la extensa planicie lacustre. Por otra parte, el continuo crecimiento de la zona urbana es sin duda el mayor reto en la sostenibilidad del agua y del suelo de la zona rural (Fig.3).



Figura 3. Vista panorámica de la CDMX, se observa contaminación atmosférica e incremento de la mancha urbana en Suelo Rural.

Los residentes de la ciudad, dependen de los servicios ecosistémicos o ambientales, es decir, los beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad; incluyendo aquellos, que proporcionan sus cuerpos de agua, sus suelos y su vegetación. Existen diferentes formas de clasificar los servicios ecosistémicos. La más común, los divide en bienes y servicios, propuesta por Millennium Ecosystem Assesment (2005). Los ecosistemas proveen a la sociedad de una amplia gama de servicios para su subsistencia, pueden ser directos como son la producción de agua y de alimentos, o indirectos como la fotosíntesis y la captura de carbono orgánico por las plantas.

Se pueden también clasificar en servicios de provisión o abastecimiento de alimentos, agua, fibras y combustibles; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; contribuyendo a mejorar el microclima, aumentar la infiltración y drenaje del agua evitando que se vaya al alcantarillado, o se inunden las calles. Reducen el ruido, participan en la purificación del aire y del agua. Así como, las áreas verdes, que benefician considerablemente la salud pública. Otros servicios son los culturales, esenciales, para el bienestar humano e inspiración para las manifestaciones estéticas; obras de ingeniería, identidad cultural y recreativa, que reducen la violencia. Por último, los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos, áreas ocupadas por los ambientes naturales, y la diversidad de especies.

Por dar un dato, en la Ciudad de Nueva York en Estados Unidos de Norteamérica, de acuerdo a ACTrees (2011), se tenían: 5.2 millones de árboles, de 168 diferentes especies; cubriendo el 24% del área urbana. Se estimó una remoción anual de contaminación, de 2, 202 ton; una captura anual de agua de lluvia de 890 millones de galones (equivalente a 1 340 albercas olímpicas y se redujo un costo de energía anual, igual a 50 dólares por árbol o \$ 28 millones/año.

En la conservación del agua y del suelo, siempre hay una fuerte conexión entre sus medidas de preservación; y, aunque se tomen medidas dirigidas por separado de estos dos recursos, la mayoría comprenden a ambos. Por la interrelación que existe entre el clima, vegetación y el suelo, la cobertura vegetal es fundamental para contar con agua, en todas sus formas, y evitar la degradación del suelo (Fig.4).



Figura 4. Suelo Rural mostrando su belleza y servicios ambientales.

Es de subrayar, la gran importancia que tiene para la entidad, la capacidad de captación del agua de lluvia que se infiltra, a través de sus suelos, alimentando los mantos acuíferos; aportando la zona rural del 60 al 70% del agua potable que se consume en la ciudad, siendo extraídos de los manantiales y pozos de la ciudad 14.6 m³/s de 31.2 m³/s que se complementa con otras fuentes. Más aún, si se contempla que la extracción de agua es mayor que la recarga, debido a la demanda creciente y a la reducción de zonas de captación. Se estima que por cada hectárea que se urbaniza, la recarga se reduce un promedio de 25 millones de litros de agua al año (SEDEMA, 2018).

Una de las principales funciones de los suelos urbanos es proporcionar soporte estructural para la infraestructura verde, que comprende: a las plantas, el almacenamiento de agua y la capacidad de infiltración, para el exceso de volumen de agua de lluvia y evitar, así, inundaciones y daños por escorrentía.

Los grupos de suelos del área rural, de acuerdo a la clasificación mundial (Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB) son 15: predominando los Andosoles, Leptosoles y Phaeozems; que cubren el 81% de su superficie; los cuales presentan alto riesgo de erosión, cuando son desprovistos de la vegetación. En la zona lacustre, hay Solonchaks o salinos, Solonetz o sódicos y Gleysoles; además de Antrosoles en la zona chinampera y Tecnosoles en el SU, entre otros, que cubren menor superficie (INEGI, 2002).

De manera general, los Andosoles son suelos derivados de ceniza volcánica; presentan un horizonte superficial de color negro, son: porosos, ligeros, sueltos y tienen el inconveniente de que fijan el fósforo (por el aluminio y hierro libres) que limitan su fertilidad. Son fáciles de cultivar y permiten buen crecimiento de las raíces, así como de almacenamiento de agua y tienen gran capacidad de carga. Desprovistos de vegetación, son muy susceptibles a perderse por erosión; se localizan al suroeste de la CDMX, cubriendo la mayor parte de las Cruces y el Ajusco, en menor proporción se localizan al sur de la sierra del Chichinautzin.

Los Leptosoles, son suelos muy delgados (menos de 10 cm), con frecuencia pedregosos. Se localizan en los extremos sureste y suroeste de la sierra del

Chichinautzin; en los derrames lávicos de los volcanes Tláloc, Pelado, Xitle y; al norte de la ciudad en las laderas de la sierra de Guadalupe y el cerro del Tepeyac.

Los Phaeozems, son suelos: profundos, pardos o negros, fértiles, están en la región norte y noreste de la sierra del Chichinautzin; en las coladas lávicas de Xochimilco y, en la planicie lacustre de Xochimilco-Tláhuac, el cerro de la Estrella y la parte central de la sierra de Guadalupe.

Los Solonchaks y los Gleysoles, se localizan en zonas bajas del valle, en la zona lacustre. Los primeros se caracterizan por su alta concentración de sales solubles, en algún momento del año; por lo que se les conoce como suelos salinos; en consecuencia afectan el crecimiento de las plantas, lo que limita su fertilidad. Los Gleysoles, son suelos de humedales, saturados con agua freática por períodos largos, desarrollando un color gléyico (grisáceos- azulados) por la falta de oxígeno, y condiciones reductoras. Para su uso agrícola se requiere de drenaje.

En un estudio realizado en la zona urbana del Distrito Federal ahora CDMX, en una superficie aproximada de 1,320 km², incluyendo las 16 alcaldías; se encontró, que la formación y evolución de los suelos es variable y se resume en cuatro paisajes: relieve montañoso, piedemonte, planicies proluviales-lacustres y planicies lacustres (Cram y col., 2008). Los mismos autores determinaron 18 unidades morfogenéticas del relieve (relativas a su origen), las cuales incluyen 64 unidades morfoedafológicas (relacionado a las características de sus suelos), tres de ellas cubren casi el 50% de la CDMX y son: Llanuras lacustres (24%) con suelos de Phaeozem háplico, Solonchak háplico y Gleysol mólico. Lomeríos y colinas volcánico-estructurales (8.18%) con Andosol mólico, Phaeozem háplico y Leptosol lítico. La tercera unidad comprende el complejo de cimas y laderas erosivo denudativas (15.17%), con rocas ígneas (volcánicas), con Leptosol lítico, Phaeozem háplico y Andosol mólico.

Los suelos, se caracterizan por ser cuerpos naturales que varían en su: profundidad, extensión, composición mineral y orgánica; dependiendo de los factores: roca (que les dio origen), clima, relieve, organismos y el tiempo en que se van formando y estructurando. En función de ello, los suelos, tienen

diferente capacidad de prestar o proveer servicios ambientales. De los 32 grupos de suelos que se reconocen en el planeta, de acuerdo a la (IUSS Working Group, WRB, 2008 y 2015), dos de ellos no son de origen natural, sino que, el hombre ha intervenido en su génesis y son: los Antrosoles y los Tecnosoles, éstos últimos muy frecuentes en el inventario de suelos urbanos.

Los Tecnosoles, están formados por cúmulos de una gran diversidad de materiales ajenos a los suelos: cascajo, restos de escombros de diferente composición producidos por causa de las guerras o de sismos, lodos residuales o azolves, basura de origen inorgánico (telas, plásticos, latas), residuos de minas, entre otros; por lo que se deduce que no son fértiles.

El crecimiento de la mancha urbana, trae consigo, el incremento de los Tecnosoles y la pérdida de los beneficios ambientales que los suelos *per se* aportan. El caso extremo, son los llamados suelos sellados, es decir, los que se encuentran cubiertos por casas, edificios, vialidades, estacionamientos, banquetas, industrias, comercios, etc. (Fig. 5). La CDMX tiene un área sellada de 713 km² o sea un 47% de la superficie total (Cram y col., 2008) y hay alcaldías como las de Cuauhtémoc, Iztacalco, Benito Juárez y Azcapotzalco que tienen más del 90% de sus suelos sellados. Milpa Alta, Tlalpan y Tláhuac van de 28% a 38% que son principalmente SR; que además presentan barrancas y pendientes mayores a diez grados.



Figura 5. Sellamiento del Suelo Urbano con banquetas y calles, con poco espacio para el crecimiento de las plantas.

Los servicios ambientales, que proporcionan las áreas verdes, particularmente en las grandes ciudades se ven afectados por los usos y degradación de los suelos; lo cual afecta la calidad de vida de la gente que las habita. Los valores recomendados internacionalmente, como índice de áreas verdes por

habitante van de 9 a 16 m² (Guevara y Moreno, 1987) y en la CDMX tenemos alcaldías con valores menores a 3 m²/habitante.

Algunos ejemplos de servicios culturales que proporcionan las áreas verdes y que repercuten en el bienestar de las personas, son: que la gente encuentra a los sitios arbolados como más atractivos y placenteros que las áreas sin plantas. Investigaciones, han demostrado que la gente es más sociable, gusta de salir a la calle, se disminuye el vandalismo y la criminalidad. Con relación a la educación, son lugares ideales para: aprender, descubrir y jugar, además proveen un hábitat para la fauna silvestre (Fig. 6). Son espacios ideales para observar aves, estudiar la biodiversidad, y como sitios de recreación, tenemos los parques y zonas arboladas urbanas, que proporcionan oportunidades para hacer deporte y ejercicio, entre otras actividades que reducen el estrés de la vida urbana y se convierten en áreas de esparcimiento (ACTrees, 2011).



Figura 6. Zona lacustre con fauna y flora características, Xochimilco, CDMX.

Por otra parte, pensemos en la formación de los suelos; donde intervienen diferentes factores y procesos. Su desarrollo puede tardar miles de años, por lo que se considera un recurso no renovable. La mayoría de los suelos se formaron en el período Holoceno que es el más reciente de la era Cenozoica, de acuerdo a la escala geológica, comprende alrededor de 11, 500 años, después del Pleistoceno, hasta nuestros días; sin embargo, el mal uso y manejo de este importante recurso natural, puede generar su pérdida irreparable en tan sólo unas horas, meses o años.

La degradación del suelo se define como un proceso que rebaja o reduce su capacidad actual y potencial para producir bienes o servicios (FAO - PNUMA

,1980). Pueden darse una serie de cambios físicos, químicos y biológicos en sus propiedades y procesos del suelo que llevan a una disminución de su calidad.

Por lo antes expuesto, ha surgido el concepto de desarrollo sustentable o sostenible, que es complejo y dinámico; además de integrar objetivos: sociales, económicos y ambientales. La influencia humana sobre los suelos, con frecuencia, resulta en procesos de degradación, al estar el suelo y agua estrechamente relacionados; las alteraciones desfavorables de los procesos hidrológicos afectan los regímenes hídricos del suelo y varias de sus características.

Debido a que el clima, el suelo y las condiciones socioeconómicas difieren mucho de un lugar a otro; y si le sumamos que están en constante cambio; es imposible establecer procedimientos universales simples, relacionados con las prácticas de manejo sostenible del suelo, para la producción de cultivos y la protección del ambiente. La selección adecuada de estas prácticas, debe estar basada en investigaciones, con una visión amplia, sobre conservación de suelos; donde todos los componentes del sistema y sus interacciones sean considerados, y entendidos con una aproximación previsor, para asegurar ganancias, a corto plazo; y, no propicien pérdidas a largo plazo, en ningún sector o zona.

Sólo se podrán encontrar soluciones duraderas, mediante el reconocimiento de la complejidad de los problemas; atendíéndolas profesionalmente por personal capacitado en: suelos, hidrología, geociencias, botánica, agronomía, urbanismo y paisajismo; que puedan desarrollar estrategias apropiadas, en forma interdisciplinaria.

Degradación de los ecosistemas y agrosistemas.

Desde la perspectiva de la política urbano-ambiental, que se aplica en el SR, predominan condiciones de falta de sostenibilidad urbana y los conflictos ambientales que surgen con la urbanización, son evidentes y difíciles de solucionar. Entre las causas relevantes de la degradación, de los recursos naturales de la CDMX están: la sobreexplotación de los acuíferos, el cambio de uso del suelo de forestal a agrícola o ganadero y habitacional, incidencia de incendios, la deforestación, la erosión, la compactación y contaminación del suelo, la modificación de

microclimas y la disminución de la biodiversidad vegetal y animal.

Políticas agroambientales.

En la CDMX el marco regulatorio en materia ambiental tiene aproximadamente 40 años, a pesar de la sobrerregulación, no se han detenido los procesos del deterioro ambiental y de expansión urbana; sobre todo de asentamientos irregulares. La SAGARPA conduce las políticas agrícolas junto con la SEMARNAT encaminadas a la conservación de suelos agrícolas, pastizales y bosques. Apoyadas en el Programa General de Ordenamiento Ecológico de la CDMX, que define la superficie del SR y la Ley Ambiental del Distrito Federal.

El cambio de uso de suelo, el aumento de asentamientos humanos, la falta de oportunidades de educación y de trabajo en otras entidades, ha propiciado que la mancha urbana se incremente considerablemente; dañando el ambiente y la salud de los habitantes de la CDMX. Mientras no se resuelvan los problemas socioeconómicos, y no se apliquen estrictamente por los gobernantes, los programas, leyes y reformas con que se cuenta, para la protección del: suelo, agua y aire de la megalópolis; toda acción que se emprenda dará pocos resultados visibles y palpables.

Acciones encaminadas hacia la meta sostenible de los suelos de la CDMX.

Debido al mosaico de ambientes, suelos y condiciones actuales del SR y del SU, no se puede dar un manejo generalizado, debido a que el problema es multicausal y muy complejo, sin embargo se pueden sintetizar algunas de las acciones conducentes a preservarlas:

- Promover la protección y recuperación de áreas verdes, por todos los beneficios que ello conlleva: captura de dióxido de carbono, generación de oxígeno, mayor captación del agua de lluvia que alimenta los manantiales; lo que asegura el suministro y calidad del vital líquido. Para ello es esencial considerar las cuencas hidrográficas como unidad de protección y planificación, mediante un manejo adecuado.
- Evitar la pérdida de suelo, particularmente en terrenos de ladera; haciendo uso de infraestructura empleada en el manejo de conservación, por

personal profesional; creando terrazas, presas, zanjas, bordos, etc., que eviten la erosión. Así como, prácticas de reforestación, con especies idóneas, para mitigar la hidroerosión.

- Preservar el SR de las alcaldías de Milpa Alta, Tlalpan, Xochimilco, Cuajimalpa y Magdalena Contreras; por ser las que cuentan con una mayor superficie y tener la mayor cantidad de manantiales, siendo relevantes por tener la mayor captación de agua de lluvia que nutren a los acuíferos de la CDMX; por ser el agua, uno de los servicios urbanos, de primera necesidad.

- Evitar cambiar el uso de suelo, tiene mucha relación con los asentamientos humanos irregulares que deterioran el ambiente, disminuyendo la cobertura vegetal; erosionando el suelo y contaminando el agua.

- Reforestar con especies nativas, es fundamental para el buen funcionamiento de estos ecosistemas. La vegetación, constituye el principal factor de estabilización de los suelos, por su participación en el ciclo hidrológico y biogeoquímico; siendo un medio importante para la captura de carbono y retención de partículas suspendidas. Por lo tanto, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), juega un papel muy importante, en la preservación de los bosques; indispensables para contar con el recurso vital -agua y los servicios ambientales antes mencionados.

- Fortalecer el pago de servicios ambientales a los dueños de los predios del SR.

- Reducir la contaminación en todas sus formas, partiendo de su origen; tomando las medidas pertinentes.

- Disminuir, el área sellada tanto en el SR, como en SU; usando pavimentos porosos y permitiendo que el agua drene, a través del suelo; evitando su compactación y en consecuencia inundaciones, captando más agua de lluvia y reduciendo la pérdida de suelo por escorrentía.

- Aumentar el área libre de suelo, en la base de los árboles; especialmente en las banquetas, ya que al crecer la planta, su raíz no dispone de espacio, y se vuelca sobre las banquetas. Si se reduce el área de

banqueta se le permite al suelo realizar sus funciones, drenando el agua y reduciendo el caudal en caso de inundaciones (Figs. 7-9).



Figura 7. Insuficiente espacio en la banqueta para el crecimiento de un árbol.



Figura 8. Levantamiento de banqueta por las raíces del árbol y abandono de basura en la vía pública.



Figura 9. Poco espacio para que el suelo haga sus funciones.

- Seleccionar las especies del arbolado urbano; en función de su: crecimiento, dimensión radicular, forma y tamaño de copa. Lo cual garantiza, que no haya daños en la infraestructura urbana; incluyendo cableado, banquetas, entre otros. Considerar, que muchas plantas, pueden generar alergias; por la cantidad y tipo de polen que producen o ser tóxicas.

- Considerar, al seleccionar entre especies arbóreas, el hecho, de que sean caducifolias o perennifolias; es decir, las que tiran el follaje en otoño-invierno y las que no; ya que se genera basura orgánica. La cual, es inconveniente en sitios pavimentados o con césped; conveniente en áreas donde no los hay, ya que, la materia orgánica, beneficia abundantemente al suelo.

- Tomar en cuenta la resistencia de las plantas a la contaminación del aire y a la sequía estival.

- Trabajar, en la creación y el manejo del paisaje urbano, así como en su mantenimiento.

- Optimizar el tratamiento de aguas residuales y sistemas de riego.

- Rehabilitar la zona lacustre y sus suelos ensalitrados.

- Revisar la normatividad de uso de agroquímicos, entre otros; que contamina el aire, el suelo y el agua; se deben de analizar constantemente.

- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero y la lixiviación de nitratos y otras fuentes de contaminación a los mantos acuíferos.

- Realizar prácticas de conservación de suelos, tales como labranza de conservación, manejo de residuos de cosechas (rastraje), fomentar el uso de abonos verdes y orgánicos. Aplicar biotecnologías como el uso de bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos micorrízicos, que mejoran la calidad del suelo así como su fertilidad y en consecuencia el crecimiento de las plantas.

- Promover el control biológico de plagas y enfermedades, fomentar la agricultura orgánica.

- Capacitar profesionales en materia de sostenibilidad, conservación de suelos, recuperación

de suelos degradados, así como en medidas de mejoramiento, mitigación y/o control.



Figura 10. Alumnos del curso de Edafología de la UAM-Iztapalapa, aprendiendo la morfología de un suelo natural.

- Informar y educar, a la población en su conjunto, para generar una cultura, de la importancia y beneficios que aportan, el buen uso y manejo de los recursos naturales; haciendo uso de los medios masivos de comunicación (televisión, radio, cine, anuncios, etc.) y dándole su valor, e importancia en las instituciones de educación, en todos sus niveles.

El manejo sostenible del agua y del suelo, no es una tarea fácil; sin embargo es necesario esforzarse en ello, sí es que queremos tener un futuro con bienestar. Para ello, hay que implementar políticas urbanas que: vinculen el ambiente, la pobreza urbana y el desarrollo económico; relacionados con el deterioro ambiental; vigilar que se practiquen adecuadamente, así como monitorear los resultados, para hacer los ajustes necesarios; lo cual implica, un trabajo interdisciplinario e interinstitucional, considerando que no es un gasto, sino una inversión, que se verá reflejada en salud pública y bienestar social, que hará más eficientes las finanzas gubernamentales.

Conclusiones

Las tendencias actuales de cambio de uso del suelo, forestal a agrícola, y de agrícola a urbano; con asentamientos humanos irregulares en el SR, trae consecuencias no deseables en el ambiente y en la calidad de vida de la población de la CDMX.

El suelo tiene funciones naturales que le proporcionan sus propiedades físicas, químicas y biológicas, al sellar los suelos, le impedimos que realice éstas funciones y las consecuencias, representan pérdidas económicas importantes, para los ciudadanos y para el gobierno.

Se requieren estudios de los suelos urbanos y rurales que permitan evaluar sus propiedades, su capacidad de infiltración y de absorber la escorrentía de aguas pluviales; ya que ésta información varía mucho, de un lugar a otro; la taxonomía de suelos y los datos hidrológicos medidos, son muy escasos, principalmente en las áreas urbanas.

Los suelos, tienen diferente vocación; los suelos lacustres tienen propiedades y una composición que no los hace aptos para asentamientos urbanos; como lo demostró el sismo del 19 de septiembre de 2017. De igual forma, hay suelos fértiles, productivos y que se conservan mejor con un uso forestal (Leptosoles, Andosoles, etc). Una planeación inteligente y una cultura preventiva, reeditarán, en ambientes más sanos y confortables; menor costo y en hacer más eficientes los recursos naturales, productivos y humanos.

Pies de Figura del manuscrito: "Una Mirada a la problemática de los suelos de la Ciudad de México (CDMX)".

Referencias

ACTrees, 2011. Benefits of trees and urban forests: A research list. Recuperado de http://actrees.org/files/Research/benefits_of_trees.pdf. Consultado 9 de enero de 2018.

Aguilar, A. G. Sustentabilidad Urbana y Política Urbano-Ambiental. La Ciudad de México y el Suelo se Conservación. En: La Sustentabilidad en la Ciudad de México, El suelo de Conservación en el Distrito Federal. (Eds.) A. G. Aguilar e I. Escamilla. (pp. 23-66). MAPorrúa librero-editor-México.(2013).

Cram, S., H. Cotler, L. M. Morales, I. Sommer y E. Carmona (2008), "Identificación de los servicios ambientales potenciales de los suelos en el paisaje urbano del Distrito Federal", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 66, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 81-104.

FAO, PNUMA y UNESCO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelo. Roma. 86 pp.

Guevara, S. y P. Moreno (1987), *Áreas verdes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Atlas de la Ciudad de México*, Departamento del Distrito Federal y El Colegio de México, Plaza y Valdés, México.

GDF. 2006. Programa Estratégico Forestal del Distrito Federal (PEF-DF) 206-2025. Secretaría del Medio Ambiente, Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural. México, D.F. 80 pp.

GDF. 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. Recuperado de https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2012/06/AtlasGeograficoSueloConservacionDF_2012.pdf

INEGI. 2002. Recursos naturales y servicios ambientales, estadística del medio ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana. México, D.F. 24 pp. Recuperado de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825480509/702825480509_4.pdf

IUSS Working Group, WRB. 2008. Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. FAO, ISRIC. Roma. 106 pp.

IUSS Working Group, WRB. 2015. World reference base for soil resources, International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. FAO, ISRIC. Rome.

<http://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>

Padilla, G. S. 2017. *Metrópolis México. Formación-Consolidación*. Ed. UAM. Unidad Azcapotzalco, Departamento del Diseño en el Tiempo. Área de Arquitectura y Urbanismo Internacional. 280 pp.

Rodríguez, G., M. de L, López, B.J. y Vela, C. G. Cambio de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo de Conservación, Distrito Federal. En: La Sustentabilidad en la Ciudad de México, El suelo de Conservación en el Distrito Federal. (Eds.) A. G. Aguilar e I. Escamilla. (pp. 149-175). MAPorrúa librero-editor-México, (2013).

SEDEMA, 2018. Cuidar el agua es cosa de todos. Recuperado de <http://www.cuidarelagua.cdmx.gob>

SMA, 2003. El suelo de conservación del Distrito Federal, Gobierno del Distrito Federal, 19-09-2003, recuperado de <http://sma.df.gob.mx/sma/index>.