



NOTA DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH NOTE

DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DEL ARBOLADO DEL BOSQUE DE SAN JUAN DE ARAGÓN

DIAGNOSIS AND CHARACTERIZATION OF THE TREES OF THE SAN JUAN DE ARAGÓN FOREST

Efraín Velasco Bautista¹, Eunice Nayeli Cortés Barrera¹, Antonio González Hernández¹, Francisco Moreno Sánchez¹ y Héctor M. Benavides Meza¹

RESUMEN

Las ciudades son consideradas los ecosistemas más artificiales sostenidos por el hombre y se ha demostrado que en ellas se generan serios problemas ambientales. Por otra parte, la dasonomía urbana permite el estudio, manejo y mantenimiento de las especies arbóreas que se han establecido en áreas urbanas; por ello, se realizó un diagnóstico general del Bosque de San Juan de Aragón, mediante un inventario completo de su arbolado, en el que se incluyeron variables cuantitativas y cualitativas. Se contabilizaron 88 especies, de las cuales siete representan 73.67% de los árboles; la etapa de desarrollo más común corresponde a árboles maduros (58.33%), seguida por la etapa juvenil (41.18%); en cuanto a la condición de vigor, 59.95% corresponde a los individuos vigorosos y 28.72% a declinaciones incipientes, mientras que el estado físico y sanitario del tronco y copa están dominados por las categorías bueno y regular. Se registraron 5 252 ejemplares que requieren, al menos, algún tipo de poda: las de restauración y limpieza son las más necesarias. El arbolado con riesgo asociado fue de 7.9% y solo 3.14% presentó algún tipo de fauna. En general, los bosques urbanos muestran baja diversidad de especies; sin embargo, la condición general del Bosque de San Juan de Aragón se admite como buena.

Palabras clave: Áreas verdes urbanas, Bosque de San Juan de Aragón, dasonomía urbana, diagnóstico, inventario forestal, problemas ambientales.

ABSTRACT

Cities are considered the most artificial man-made ecosystems and have been shown to be the cause of serious environmental hazards. It is therefore crucial to preserve the urban green areas. On the other hand, urban forest science allows the study, management and maintenance of the tree species that have been established in the cities. For this reason, a general diagnosis of the San Juan de Aragón Forest (Bosque San Juan de Aragón, BSJA) was carried out by means of a complete inventory of its trees, in which both quantitative and qualitative variables were included. 88 species were identified, of which seven account for 73.67% of the trees. The most common stage of development of the trees is maturity (58.33%), followed by youth (41.18%). As for their vigor, 59.95% are vigorous trees, while 28.72% show an incipient decline; the physical and sanitary condition of the stem and crown are dominated by the "good" and "fair" categories. 5 252 specimens were found to require at least some type of pruning; restorative and hygienic pruning are the most needed. The proportion of trees with an associated risk was 7.9%, and only 3.14% had some type of fauna. Overall, urban forests show a low diversity of species; however, their general condition is considered to be good.

Key words: Urban green areas, San Juan de Aragón forest, urban forest science, general diagnosis, forest inventory, environmental issues.

Fecha de recepción/ date of receipt: 11 de abril de 2012; Fecha de aceptación/ date of acceptance: 27 de mayo de 2013.

¹ Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. INIFAP.

Correo-e: velasco.efrain@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las ciudades constituyen un sistema social y físico, por lo tanto, su desarrollo produce cambios en el ambiente de la zona donde se establecen; asimismo, se consideran como los ecosistemas más artificiales sustentados por el hombre. En México, como en otros países, el crecimiento del área urbana carece de una planificación capaz de equilibrar los diversos aspectos de su crecimiento, lo cual origina los problemas ambientales que son padecidos dentro de las ciudades (Sarukhán, 1981; Sorensen, 1996; Carreiro *et al.*, 2008; Santacruz, 2008).

El concepto de zonas verdes urbanas se refiere a los espacios arbolados de las ciudades, así como aquellos con arbustos y vegetación herbácea asociada, que se ubican en banquetas de calles, avenidas y camellones, y los jardines, parques y bosques remanentes que crecen en tierras baldías y abandonadas, las cuales son responsabilidad de los gobiernos municipales o delegacionales (Benavides, 1989; Kuchelmeister, 2000).

Estos bosques interactúan con el resto de los componentes bióticos y abióticos del ecosistema urbano y favorecen el aumento en la calidad de vida de la población y del ambiente ciudadano, pues brindan grandes beneficios ambientales y mantienen el equilibrio ecológico mejorando la calidad del aire; promoviendo alta humedad en el ambiente, induciendo que la lluvia se infiltre en los suelos; reteniendo y estabilizando la tierra, lo cual disminuye la erosión: absorbiendo gases tóxicos; reteniendo partículas de polvo suspendidas en el aire; reduciendo la contaminación por ruido; conservando fresca la ciudad; y mejorando la belleza del paisaje. Además de brindar áreas para el esparcimiento de la población; por estas razones es importante conocer las características y condiciones de las masas arboladas que componen el bosque urbano (Kuchelmeister, 2000; Tovar-Rodríguez, 2005; Carreiro *et al.*, 2008; Suárez y Robles, 2008).

Para ello, la dasonomía urbana permite el estudio, manejo y conservación del arbolado mediante inventarios, pues facilita el reconocimiento de sus características, composición, densidad, estado físico y sanitario, a fin de determinar su situación actual, acciones necesarias de mantenimiento y, de ser posible, la elaboración de su programa de manejo (Sacksteder y Gerhold, 1979; Hitchings, 1981; Rivas-Torres, 2000).

La delegación Gustavo A. Madero se caracteriza por tener una alta densidad poblacional, donde solo 13% de su superficie es área verde y menos de 60% de su vegetación corresponde a los árboles, por ende, es una de las delegaciones con más bajos índices de vegetación. Su importancia radica en dos aspectos: es la segunda más grande del Distrito Federal y cuenta con la única superficie evaluada como suelo de conservación al norte de la ciudad (PAOT, 2010).

INTRODUCTION

Cities are social and physical systems; therefore, their development produces changes in the environment of the area where they are established. Also, they are considered to be the most artificial man-made ecosystems. In Mexico, as in other countries, the urban sprawl lacks planning to balance the various aspects of development; this causes environmental issues within the cities (Sarukhán, 1981; Sorensen, 1996; Carreiro *et al.*, 2008; Santacruz, 2008).

The notion of urban green areas refers to the spaces within the cities that have trees or bushes and associated herbaceous vegetation, located on the curbs of streets and avenues and on median strips, as well as in gardens, parks and remaining forests in empty lots, which are the responsibility of the municipal or borough governments (Benavides, 1989; Kuchelmeister, 2000).

These forests interact with the rest of the biotic and abiotic components of the urban ecosystem and favor the enhancement of the life quality of the population and of the city environment, bringing great environmental benefits and maintaining the ecological balance, improving the air quality, promoting high levels of humidity in the atmosphere, inducing the infiltration of rainwater in the soil, holding and stabilizing the earth and thereby reducing erosion, absorbing toxic gases, retaining dust particles suspended in the air, reducing noise contamination, keeping the city cool and enhancing the beauty of the landscape, as well as providing recreational areas for the population. For all these reasons it is important to know the characteristics and conditions of the woodlands that make up the urban forest (Kuchelmeister, 2000; Tovar-Rodríguez, 2005; Carreiro *et al.*, 2008; Suarez and Robles, 2008).

Urban forest science serves this purpose because it allows the study, management and preservation of the woodlands through inventories, facilitating knowledge of their characteristics, composition, density, and physical and sanitary conditions, in order to determine their current situation and the actions that must be taken for their maintenance, as well as for devising a management program (Sacksteder y Gerhold, 1979; Hitchings, 1981; Rivas-Torres, 2000).

The Gustavo A. Madero borough is characterized by its high population density, with only 13% of green areas, less than 60% of whose vegetation is made up of trees; it is therefore one of the boroughs with the lowest vegetation rates. Its importance lies on the fact that it is the second largest in Distrito Federal and that it includes the only surface regarded as a conservation area in the northern area of the city (PAOT, 2010).

The San Juan de Aragón Forest (BSJA, Spanish acronym) is the most important public green area in northern Mexico City. It is located in the Gustavo A. Madero borough; its boundaries

El Bosque de San Juan de Aragón (BSJA) es el área verde pública más importante en el norte de la Ciudad de México. Está ubicado en la delegación política Gustavo A. Madero y limita, al norte con las avenidas 412 y 510; al poniente con José Loreto Fabela y la 508, y al sur oriente con la 608. Tiene una extensión de 162.028 ha, de las cuales 70.94% son áreas arboladas o con vegetación. Su altitud promedio es de 2 240 m y una pendiente de 0 a 4%; precipitaciones anuales de 475 a 530 mm; y suelo de tipo Solonchak (GDF, 2001; SMA, 2003).

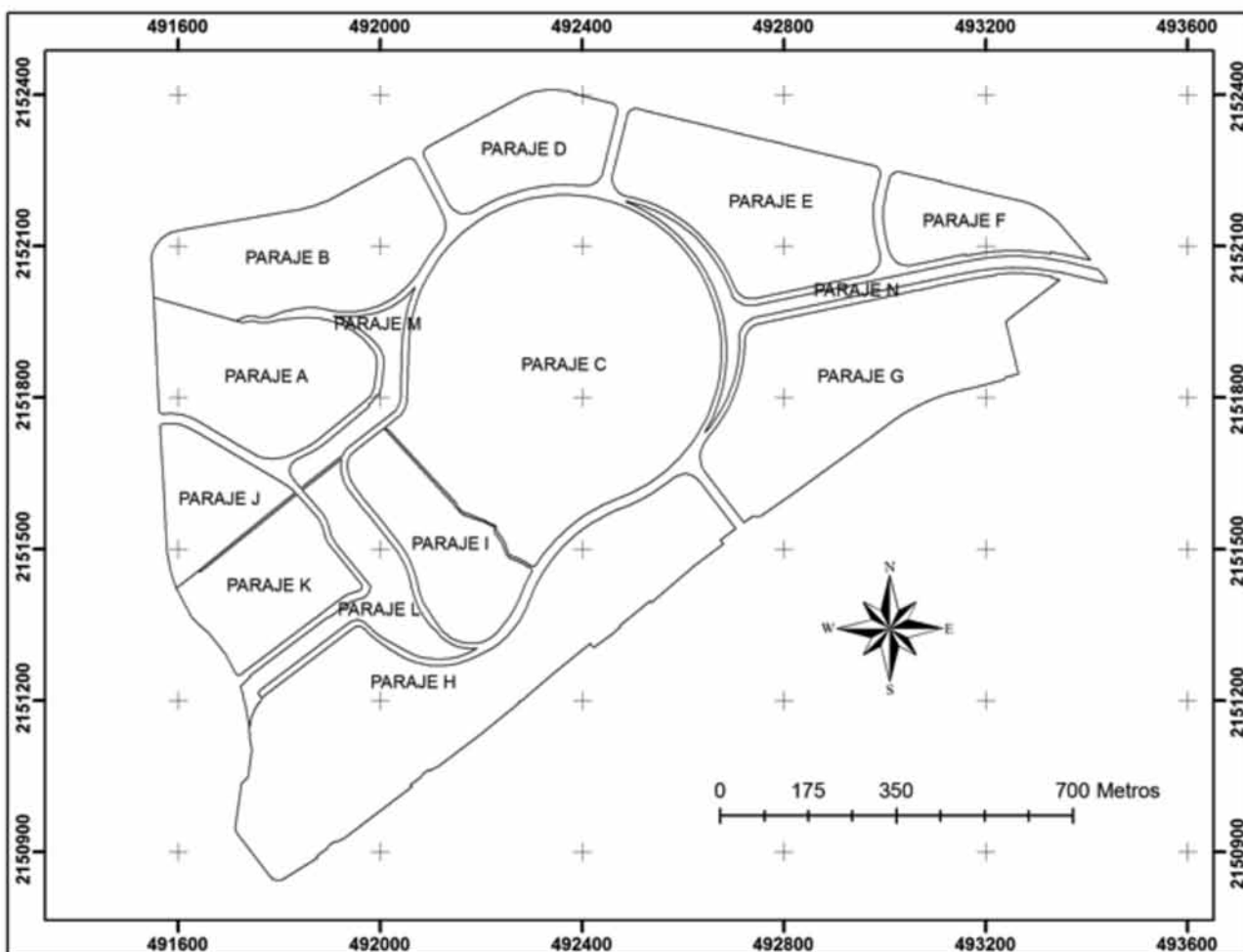
Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue identificar las especies presentes en el Bosque de San Juan de Aragón y realizar un diagnóstico general del arbolado, que proporcione la información necesaria para una buena gestión del bosque.

Con base en las áreas utilizadas por la Dirección del Bosque y a su Plan Maestro, se zonificó el BSJ en 14 parajes (Figura 1).

are the 412th and 510th Avenues to the north; José Loreto Fabela and the 508th Avenue to the west, and the 608th Avenue to the southeast. It covers a surface of 162 028 has, of which 70.94% are woodlands or are covered with vegetation. Its average altitude is 2 240 masl and it has a 0-4 % slope, 475-530 mm of annual precipitations, and a solonchack soil (GDF, 2001; SMA, 2003).

Thus, the purpose of this study was to identify the species existing in the San Juan de Aragón forest and carry out a general diagnosis of its trees, in order to provide the necessary information for a good management of the forest.

Based on the areas utilized by the Forest Management Office and its Master Plan, BSJA was divided into 14 sites (Figure 1).



Paraje = Site; Metros = meters

Figura 1. Distribución de áreas del Bosque de San Juan de Aragón.

Figure 1. Site distribution of the San Juan de Aragón forest.

Se elaboró el inventario completo del arbolado presente en el BSJA a través del registro para cada individuo de las variables: especie (nombre científico y nombre común), altura (h), diámetro normal (DN); diámetro basal (DB); cobertura de copa (Cob), etapa de desarrollo (brinzal, juvenil, maduro, senil, muerto); condición de vigor (vigoroso, declinación: incipiente, moderada, avanzada, severa y muerto); estado sanitario de copa (ESC); y tronco (EST) afectados por plagas o enfermedades (bueno, regular, malo, pésimo, muerto), estado físico de copa (EFC) y tronco (EFT) debido a daños mecánicos y desbalances (bueno, regular, malo, pésimo, muerto); requerimiento de mantenimiento (poda, derribo, trasplante); riesgos asociados al árbol (afectación por banquetas, cableado aéreo, drenaje, mobiliario urbano); y presencia de fauna. Para el caso de la poda se consignaron seis tipos: reducción, restauración, aclareo, sanitaria, elevación y limpieza.

Las mediciones de campo se efectuaron entre octubre de 2010 y junio de 2011. Las variables dasométricas examinadas: diámetro normal (cm) y diámetro basal (cm) con cinta diamétrica, altura (m) con pistola Haga y cobertura de copa (m²) que se midió con cinta métrica en dos dimensiones perpendiculares y siempre de una línea de goteo a otra; además, se georreferenciaron todos los ejemplares (Rivas-Torres, 2000).

Se registró un total de 27 756 árboles dentro de los 14 parajes del Bosque de San Juan de Aragón (Cuadro 1).

A complete inventory of the trees existing at BSJA was carried out recording the same variables used in previous experiences for each specimen: species (scientific and common names), height (h), normal diameter (ND), basal diameter (BD), crown coverage (Cov), stage of development (sapling, pole, mature, senile, dead), vigor status (vigorous, decline: incipient, moderate, advanced, severe, dead), crown (CHS) and stem (SHS) health status of pest- or disease-ridden trees (good, fair, bad, very bad, dead), crown's (CPC) and stem's (SPC) physical condition related to mechanical damage and imbalance (good, fair, bad, very bad, dead), maintenance requirement (pruning, felling, transplant), tree associated risks (impairment due to curbs, above ground wiring, drainage, urban furniture), and the presence of fauna. Six types of pruning were registered: reductive, restorative, thinning, sanitary, elevation and hygienic.

Field measurements were carried out between October, 2010, and June, 2011. The examined mensuration variables were: normal diameter (cm) and basal diameter (cm), measured with a diameter tape; height (m), measured with a Haga hypsometer, and crown coverage (m²), measured with a measuring tape in two perpendicular dimension and always from one drip line to the next; also, all specimens were georeferenced (Rivas-Torres, 2000).

A total of 27 756 trees were registered within the 14 sites of the San Juan de Aragón forest (Table 1).

Cuadro 1. Distribución del número de árboles registrados por paraje dentro del Bosque de San Juan de Aragón.
Table 1. Distribution of the number of trees registered for each site of the San Juan de Aragón forest.

Paraje	Superficie (ha)	Número de árboles
A	977.12	2 066
B	1 134.92	3 151
C	3 340.76	3 986
D	604.42	1 275
E	1 244.17	1 862
F	463.90	1 080
G	1 655.30	2 617
H	2 406.97	4 237
I	681.02	1 548
J	470.18	1 056
K	564.42	2 266
L	482.65	1 017
M	209.91	607
N	282.66	988
TOTAL	14 518.40	27 756

Paraje = Site; Superficie =Surface; Número de árboles= Number of trees

Los árboles muertos en pie o tocones constituyen a 2.72% (755) y 97.2% (26,998) son ejemplares vivos pertenecientes a 88 especies, de las cuales 73.67% está constituido por: *Casuarina equisetifolia* L. (25.63%), *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. (12.26%), *Cupressus lusitanica* Mill. (8.92%), *Schinus molle* L. (8.52%), *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh. (8.15%), *Cupressus sempervirens* L. (5.75%) y *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br. (4.43%).

Esta condición se ha reproducido tanto en las áreas verdes del Distrito Federal como en otros estados del país; por ejemplo, Zamudio (2001) reconoció en la ciudad de Linares, Nuevo León, 39 taxa para 1995 y 49 para 1999. En ambos periodos la dominancia estuvo representada por *Fraxinus americana* L., *Fraxinus uhdei*, *Ligustrum japonicum* (Thunb.) Spach, *Sapium sebiferum* (L.) Roxb. y *Ficus benjamina* L. Suárez y Robles (2008) registraron que 52.98% de las áreas verdes urbanas del municipio de Oaxaca de Juárez estaba integrado por: *Ficus benjamina*, *Jacaranda mimosifolia*, *Ficus retusa* L., *Cnidocolus chamayamansa* McVaugh, *Populus tremuloides* Michx. y *Casuarina equisetifolia*. Ese mismo año, Santacruz (2008) determinó que en el conjunto formado por la Plaza de la Constitución y la Plaza Xicohténcatl, en el centro de la ciudad de Tlaxcala, 84.1% de la población arbórea analizada pertenecía a tres especies: *Ligustrum lucidum*, *Fraxinus uhdei* y *Ficus retusa*. En las áreas verdes del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, existen 47 especies arbóreas y arbustivas, de las que 60.8% está conformado por *Ficus microcarpa* L. f. y *Jacaranda mimosifolia*. Chacalo y Arriaga (2011) identificaron 93 taxa en las áreas verdes de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; de ellas, 61.2% corresponde a: *Jacaranda mimosifolia*, *Fraxinus uhdei*, *Ficus retusa*, *Erythrina americana* Mill., *Ficus benjamina*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Thuja occidentalis* L. y *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton. A partir de las revisiones anteriores, es evidente que las áreas verdes urbanas tienen una diversidad florística pobre, lo cual significa un riesgo potencial ante el ataque de plagas y enfermedades, pues se ha recomendado que ninguna especie esté presente por encima del 5% del total de las especies.

La etapa de desarrollo más abundante corresponde a árboles maduros (58.36%), seguida de la juvenil (41.18%). En cuanto a la condición de vigor, 59.95% del arbolado se ubica en la categoría de vigoroso, 28.72% en declinante incipiente, 7.12% en declinante moderado y 4.12% muestra una condición declinante avanzada o severa. En la Figura 2 se observa la condición física y sanitaria tanto de tronco como de copa, donde las condiciones dominantes son regular: EFT 46.08%, EFC 63.5%, y buena: EST 80.95, ESC 74.32.

Standing dead trees or stumps account for 2.72% (755), and 97.2% (26,998) are living specimens belonging to 88 species, seven of which make up 73.67%: *Casuarina equisetifolia* L. (25.63%), *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. (12.26%), *Cupressus lusitanica* Mill. (8.92%), *Schinus molle* L. (8.52%), *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh. (8.15%), *Cupressus sempervirens* L. (5.75%) and *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br. (4.43%).

This condition has been reproduced in the green areas of the Distrito Federal and in those of other states in the country. For example, Zamudio (2001) recognized in the city of Linares, Nuevo León, 39 species in the year 1995 and 49 in 1999. The dominant species in both periods were *Fraxinus americana* L., *Fraxinus uhdei*, *Ligustrum japonicum* (Thunb.) Spach, *Sapium sebiferum* (L.) Roxb and *Ficus benjamina* L. According to Suárez and Robles (2008), 52.98% of the urban green areas in the municipality of Oaxaca de Juárez included six species: *Ficus benjamina*, *Jacaranda mimosifolia*, *Ficus retusa* L., *Cnidocolus chamayamansa* McVaugh, *Populus tremuloides* Michx. and *Casuarina equisetifolia*. In the same year, Santacruz (2008) determined that in the complex including the Constitution and Xicohténcatl Squares in downtown Tlaxcala, 84.1% of the analyzed tree population belonged to three species: *Ligustrum lucidum*, *Fraxinus uhdei* and *Ficus retusa*. The green areas of the Mexican Institute of Water Technology harbor 47 tree and bush species, of which 60.8% are *Ficus microcarpa* L. f. and *Jacaranda mimosifolia*. Chacalo and Arriaga (2011) identified 93 species in the green areas of the Autonomous Metropolitan University in Azcapotzalco Campus (Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco); 61.2% of these belong to eight species: *Jacaranda mimosifolia*, *Fraxinus uhdei*, *Ficus retusa*, *Erythrina americana* Mill., *Ficus benjamina*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Thuja occidentalis* L. and *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton. Based on the previous revisions, it is evident that the urban green areas have a poor floral diversity, a situation that entails a potential risk of attack by pests and diseases, since it is recommended that no species exceed the proportion of 5% of the total species.

The most abundant development stage is that of mature trees (58.36%), followed by young trees (41.18%). As for their vigor status, 59.95% of the woodland are classified as vigorous, 28.72% as in incipient decline, 7.12% as in moderate decline, and an advanced or severe decline is observed only in 4.12%. Figure 2 shows the sanitary and health status of both stem and crown; the prevailing conditions are: fair SPC, 46.08%; CPC, and good: SPC, 80.95, and CPC, 74.32.

Of the total trees, 93.18% (25 860) require some type of maintenance; 78.38% of these require pruning, 20.31% need to be felled, and, finally, 1.30% require to be transplanted. The required pruning was classified in two categories: 1) pruning required as regular maintenance (35.03%), and 2) pruning required due to high risk (64.97%). The figures obtained for each type of pruning -two categories of which were considered for each of the trees- are shown in Figure 3.



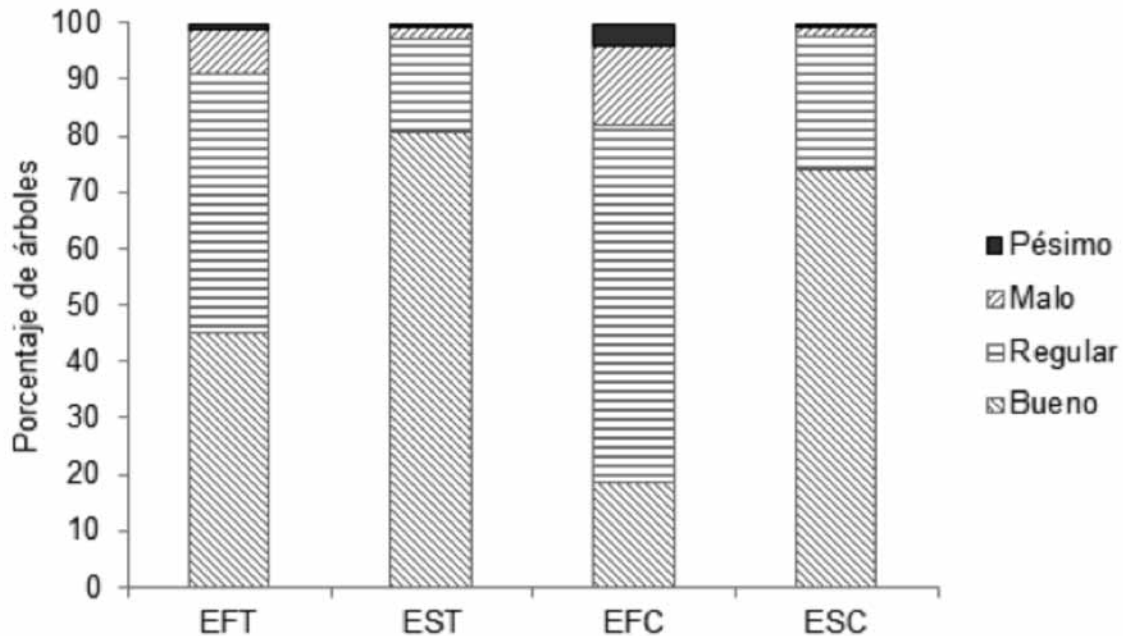


Figura 2. Estado físico y sanitario que presentan el tronco y la copa de los árboles en el Bosque de San Juan de Aragón.
 Figure 2. Physical and health conditions of the stem and crowns of the trees in the San Juan de Aragón forest.

Del total de árboles, 93.18% (25 860) demanda algún tipo de mantenimiento, de ellos, 78.38% requiere poda, 20.31% debe ser derribado y, por último, 1.30% que requiere trasplante. Respecto a la poda, se asignaron dos características: 1) poda por mantenimiento, y 2) poda necesaria por indicar alto riesgo: 35.03% y 64.97%, respectivamente. Las cifras con base en el tipo de poda, para la cual se consideraron dos o más por árbol, se muestran en la Figura 3.

De la misma forma, 7.9% del arbolado expresa algún riesgo asociado a cables de luz, rejas, banquetas y construcciones como bardas o jardineras, que interfieren con mayor frecuencia en el crecimiento de los árboles (Cuadro 2).

Se observó fauna asociada en 3.14% del arbolado, mediante la observación de nidos, madrigueras, hormigueros, panales, refugios de lagartijas y árboles que se usan como percha (Figura 4). Del total de estos ejemplares, 1.58% corresponde a árboles muertos.

Also, 7.9% of the trees have some associated risk: electrical wiring, gates, curbs or some kind of construction like walls or raised garden beds, which often interfere with tree growth (Table 2).

Associated fauna was observed in 3.14% of the trees, in the form of nests, burrows, anthills, hives, lizard shelters and trees used as roosts (Figure 4). 1.58% of these tree specimens are dead.

The general dasometric characteristics of the living trees are summarized in Table 3.

Maass (2007) and Carreiro *et al.* (2008) point out that important changes have occurred in human society in the last 100 years, including the introduction of urban species used for ornamental purposes, as well as for environmental regulation, noise reduction, air purification, and added shade and humidity (Iguñiz-Agesta, 2008). Generally speaking, there are no data of where, when or how these plants were brought to each city, since the original vegetation survives after the urbanization process, as isolated remains in certain parks, curbs, median strips, empty lots and along railroad tracks (Rapoport *et al.*, 1983).

The urban green areas include a wide variety of species; however, only a few are predominant, generally belonging to the *Ficus*, *Jacaranda*, *Fraxinus*, *Casuarina* and *Ligustrum* genera and usually of exotic origin (Alanís-Flores *et al.*, 2004). Alvarado-Vázquez *et al.* (2004) mention that the lack



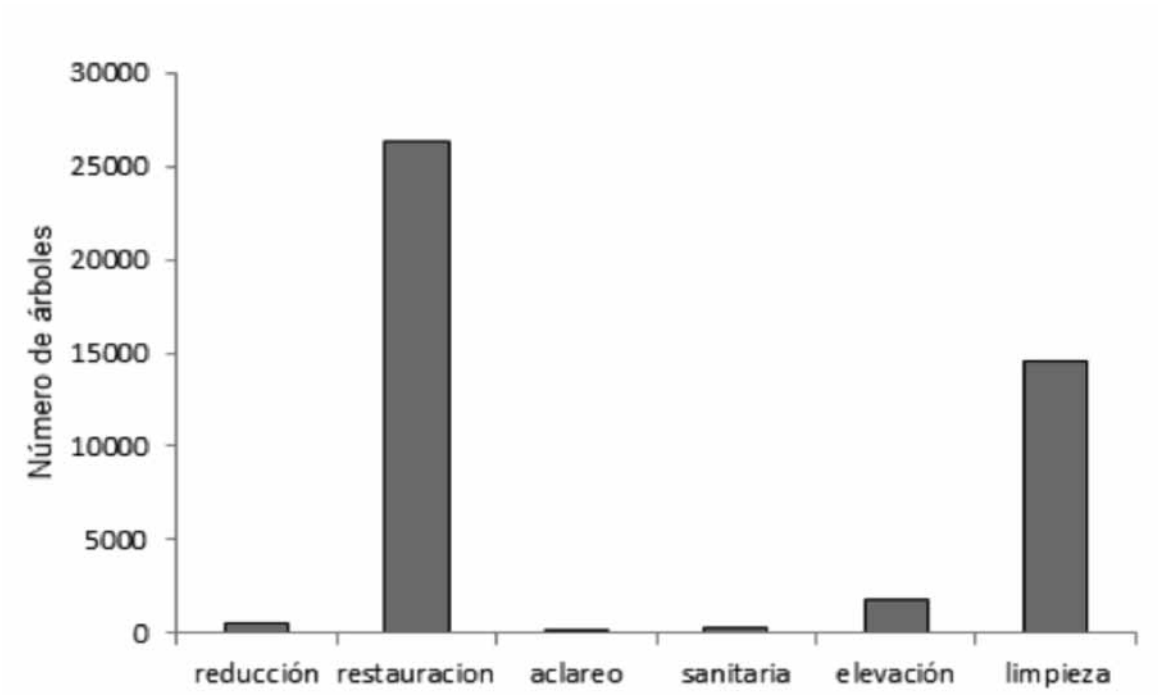
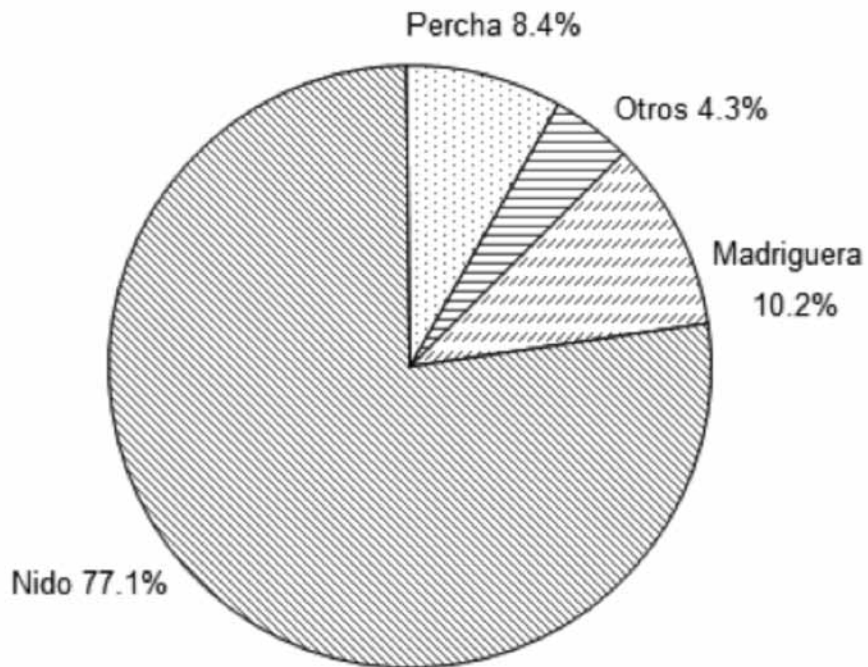


Figura 3. Distribución de los tipos de poda requerida para el arbolado en el Bosque de San Juan de Aragón.
Figure 3. Distribution of the types of pruning required for the trees of the San Juan de Aragón forest.



Percha = Roost; Otros = Others; Madriguera = Burrow; Nido = Nest
Figura 4. Distribución de frecuencias de evidencia de fauna en el arbolado del bosque.
Figure 4. Distribution of frequencies of evidence of fauna in the forest trees.

Las características dasométricas generales del arbolado vivo se resumen en el Cuadro 3.

Maass (2007) y Carreiro *et al.* (2008) señalan que en los últimos 100 años han ocurrido cambios importantes en la sociedad humana, como la introducción de especies vegetales urbanas utilizadas para ornato y que, además, cumplen funciones de regulación ambiental, atenuación de ruidos, depuración del aire, aportación de humedad y sombra, entre otras (Iguñiz-Agosta, 2008). En general, no existen datos referentes a dónde, cuándo y cómo llegaron las plantas a cada ciudad, pues después del proceso de urbanización, la vegetación original subsiste como remanentes aislados en parques, aceras, camellones, terrenos baldíos y vías férreas (Rapoport *et al.*, 1983).

En las áreas verdes urbanas se encuentra una gran diversidad de especies; sin embargo, dominan solo unas cuantas, pertenecientes, en general a los géneros *Ficus*, *Jacaranda*, *Fraxinus*, *Casuarina* y *Ligustrum*, comúnmente de origen exótico. Alanís-Flores *et al.* (2004). Alvarado-Vázquez *et al.* (2004) mencionan que la falta de información, el crecimiento lento, los costos elevados y la dificultad para conseguir las especies nativas son algunos motivos por los cuales se prefieren especies exóticas.

Los resultados del estudio aquí descrito indican que 99% del arbolado corresponde a ejemplares maduros y juveniles con un vigor entre vigoroso y declinación incipiente; un estado físico y sanitario de tronco y copa entre bueno y regular, y menos de 10% con algún riesgo asociado.

El tipo de mantenimiento requerido en mayor medida en el bosque es la poda de restauración y limpieza, circunstancia similar a la de otras áreas verdes como las del municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca; el Parque Nacional Xicohténcatl, Tlaxcala; la ciudad de Linares, N L y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Zamudio, 2001; Santacruz, 2008; Suárez y Robles, 2008).

Las áreas verdes urbanas no cuentan con un mantenimiento uniforme y un programa de vigilancia adecuado. No obstante,

of information, slow growth, high costs and difficulty to obtain native species are some of the reasons for which exotic species are preferred.

Cuadro 2. Distribuciones del tipo de riesgo asociado al arbolado del Bosque de San Juan de Aragón.

Table 2. Distribution of the types of risk associated to the trees of the San Juan de Aragón forest.

Tipo de interferencia	Frecuencia (árboles)	Porcentaje (%)
Banquetas	601	28.16
Cables de luz	600	28.12
Reja	485	22.73
Otros	448	20.99
Total	2 134	100

88 species were identified at BSJA, of which 7 account for over 70%: *Casuarina equisetifolia* (25.63%), *Eucalyptus camaldulensis* (12.26%), *Cupressus lusitanica* (8.92%), *Schinus molle* (8.52%), *Fraxinus uhdei* (8.15%), *Cupressus sempervirens* (5.75%) and *Grevillea robusta* (4.43%).

The results of the study described herein indicate that 99% of the trees are mature and young, with a vigor status ranging between vigorous and in incipient decline; a stem and crown physical and health status between good and fair, and less than 10% with some kind of associated risk.

The type of maintenance most required in the forest is restorative and hygienic pruning, a similar circumstance to that of other green areas like those of the municipality of Oaxaca de Juárez, Oaxaca; the Xicohténcatl National Park in Tlaxcala; the city of Linares, Nuevo León, and the Antonio Narro Autonomous Agrarian University (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro)(Zamudio, 2001; Santacruz, 2008; Suárez and Robles, 2008).

Cuadro 3. Estadísticos generales de las variables dasométricas para el arbolado vivo.

Table 3. General statistics of the dasometric variables for the living trees.

Variable	N	Suma	Media	Varianza	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
h (m)	26 998	253 145.76	9.38	27.56	5.25	35.00	0.40
DN (cm)	26 998	642 319.61	23.79	403.10	20.10	173.80	3.00
DB (cm)	26 998	831 689.38	30.81	547.38	23.40	175.00	4.50
Cob (m ²)	26 998	712 153.38	26.39	1 302.31	36.09	578.94	0

h = altura; DN = Diámetro normal; DB = Diámetro Basal; Cob = Cobertura

h = height; DN = Normal diameter; DB = Basal diameter; Cob = Coverage

mantener el arbolado en buenas condiciones es indispensable a fin de evitar daños a otros árboles, a la infraestructura e incluso a la vida humana (Rivas-Torres, 2001; Fischesser, 2009).

En el Bosque de San Juan de Aragón existe una gran diversidad de especies; sin embargo, 73.67% de la población está representada por sólo siete de ellas, característica que lo hace propenso al ataque de plagas y enfermedades. Las etapas de desarrollo más frecuentes son árboles maduros y juveniles con estado físico y sanitario bueno o regular en tronco y copa. El principal requerimiento de manejo son las podas, en especial las de restauración y limpieza. En menos de 10% de los árboles en pie se observan signos de la presencia de fauna, y de daños que ponen en riesgo su permanencia. Por lo tanto, la condición del arbolado del bosque es buena.

La integración de estos datos a un Sistema de Información Geográfica (SIG) permitirá conocer la ubicación de cada árbol (Zamudio, 2001). 🌳

REFERENCIAS

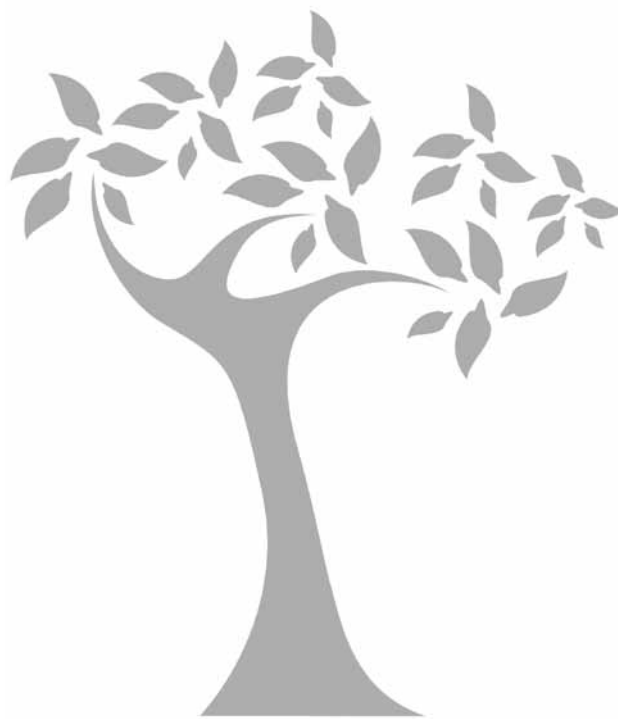
- Alanís-Flores, G. J., R. Foroughbakhch-Pournavab, M. A. Alvarado-Vázquez y A. Rocha-Estrada. 2004. Árboles ornamentales del Área Metropolitana de Monterrey (AMM). *Revista Arbórea* 6 (11): 23-26.
- Alvarado-Vázquez, M. A., A. Rocha-Estrada, M. A. Guzmán-Lucio, R. Foroughbakhch-Pournavab y T. E. Torres-Cepeda. 2004. Plantas nativas en Nuevo León con potencial ornamental y de reforestación en Monterrey, NL. In: Foroughbakhch, R., M. A. Alvarado, V. Vázquez, T. E. Torres C. y J. S. Marroquín de la F. (eds). *Tópicos Selectos de Botánica 1. Etnobotánica, sistemática, fisiología y plantas en ambientes urbanos*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, NL. México. 245 p.
- Benavides M., H. M. 1989. Bosque urbano: la importancia de su investigación y correcto manejo. In: *Memoria del Congreso Forestal Mexicano 1989. Tomo II. Del 19 al 22 de junio de 1989*. Gobierno del Estado de México y Academia Nacional de Ciencias Forestales, A.C. Toluca, Edo. de Méx. México. pp. 966-992.
- Carreiro M., M., Y.-C. Song and J. Wu. 2008. *Ecology, planning and management of urban forests. International perspectives*. Springer Publishers. New York, NY. USA. 468 p.
- Chacalo H., A. y L. Arriaga R. 2011. Inventario del arbolado de la UAM Azcapotzalco. *Aleph Suplemento Ambiental* 15(4): 2.
- Fischesser B., J. 2009. *El libro del árbol*. Ediciones Tutor. Barcelona, España. 384 p.
- Gobierno del Distrito Federal (GDF). 2001. *Manual técnico para el establecimiento y manejo integral de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal. Tomo II. Secretaría del Medio Ambiente y Gobierno del Distrito Federal*. México, D.F. México. 239 p.
- Hitchings, D. R. 1981. *Prontuario de Dasonomía Urbana*. Arizona State Land Dept., Forestry Division. The University of Arizona Press & USDA Forest Service. Tucson, AZ. USA. 37 p.
- Iguñiz-Agesta, G. 2008. Arbolado urbano. <http://www.arbolonline.org/> (4 de julio de 2010).
- Kuchelmeister, G. 2000. Árboles y silvicultura en el milenio urbano. *Uhasylva* 200. (51): 49-55.
- Maass, M. 2007. Principios generales sobre manejo de ecosistemas <http://www2.ine.gov.mx/publicaciones/libros/395/maass.html> (4 de julio de 2010).
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT). 2010. *Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México*. Gobierno del Distrito Federal. México, D. F. México. 259 p.

The urban green areas do not have an even maintenance or an adequate surveillance program. Nevertheless, it is crucial to keep the trees in good conditions in order to avoid damage to other trees, to the infrastructure and even to human life (Rivas-Torres, 2001; Fischesser, 2009).

The San Juan de Aragón Forest harbors a wide variety of species; however, 73.67% of the population is represented by only seven species, a characteristic that renders it susceptible to attack by pests and disease. The most frequent stages of development are mature and young trees with a good or fair stem and crown physical and health status. The main management requirement is pruning -particularly restorative and hygienic. Less than 10% of the standing trees show signs of the presence of fauna or of damage entailing a risk for their permanence. Therefore, the forest trees may be considered to be in good condition.

The integration of these data into a Geographical Information System (GIS) will make it possible to locate each individual tree (Zamudio, 2001). 🌳

End of the English version



- Rapoport E., H., M. E. Díaz-Betancourt e I. R. López-Moreno. 1983. Aspectos de la ecología urbana de la Ciudad de México. Parte I. Flora de las calles y baldíos. Publicación No. 11. Instituto de Ecología y Museo de Historia Nacional de la Ciudad de México. Editorial LIMUSA. México, D.F. México. 197 p.
- Rivas-Torres, D. 2000. ÁRBOLSIG: Sistema de Información Geográfica para árboles urbanos. http://www.rivasdaniel.com/Articulos/proyecto_1027.pdf (20 de julio de 2011).
- Rivas-Torres, D. 2001. Importancia y ambiente de los bosques y árboles urbanos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. Mex. México. 77 p.
- Sacksteder, C. J. and H. D. Gerhold. 1979. A guide to urban tree inventory systems. School of Forestry Resources. Research Paper 443. Pennsylvania State University. PA. USA. 52 p.
- Santacruz G., N. 2008. Situación del arbolado del Parque Nacional Xicohténcatl, Tlaxcala, México. *Revista Forestal Latinoamericana* 23 (1): 69-89.
- Sarukhán, J. 1981. Algunos principios ecológicos fundamentales en la problemática ecológica urbana. *In: Memoria de la Primera Reunión sobre ecología y reforestación urbana: Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Secretaría Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F. México.* pp. 19-30.
- Secretaría del Medio Ambiente (SMA). 2003. Bosque de San Juan de Aragón. <http://www.sma.df.gob.mx/sma/> (2 de febrero de 2011).
- Sorensen, M. 1996. Introducción a la creación de áreas verdes urbanas. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, DC. USA. 72 p.
- Suárez A., S. y E. F. Robles Q. 2008. Dasonomía Urbana del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca. *Observatorio de la economía Latinoamericana*. 97 p. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2008/sarq.htm> (23 de julio de 2011)
- Tovar-Rodríguez, A. 2005. Disturbios que afectan el desarrollo de las plantas en áreas urbanas. *In: Foroughbakhch, R., M. Alvarado, T. Torres y J. Marroquín (eds). Tópicos Selectos de Botánica 2, Etnobotánica, Sistemática, Fisiología y Plantas en ambientes urbanos. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, NL. México.* 212 p.
- Zamudio C., E. 2001. Análisis del comportamiento del arbolado urbano público durante el periodo de 1995 a 1999 en la ciudad de Linares, Nuevo León. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Linares, NL. México. 177 p.



Financiamiento para investigación aplicada en el sector forestal

El Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal es un fideicomiso con recursos del CONACYT y de la CONAFOR. Su objetivo es aumentar la competitividad en el país, mediante el financiamiento de proyectos orientados al desarrollo humano y forestal sostenible, que mejoren procesos productivos y generen bienestar social, económico y ambiental.

Secretaría Administrativa

MBA. Tania Limón Magaña

Secretaria Administrativa del Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal

Lic. Ricardo Luna Rendón

Jefe del departamento del Fideicomiso CONACYT-CONAFOR
rluna@conafor.gob.mx

Lic. Martha Patricia Astorga Astorga

Analista Ejecutivo de Control y Seguimiento del Fideicomiso CONACYT-CONAFOR
mastorga@conafor.gob.mx

Secretaría Técnica

Lic. Rafael Pando Cerón

Secretario Técnico del Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal

Ing. Francisco Javier Lozano Martínez

Subdirector de Apoyos Sectoriales a la Tecnología
flozano@conacyt.mx

Lic. Juan Carlos Cortés Dehesa

Jefe de departamento de Integración Operativa Sectorial
cdehesa@conacyt.mx

www.conafor.gob.mx

www.conacyt.mx

Visita nuestra página de convocatorias

www.conacyt.gob.mx/FondosyApoyos/Sectoriales/InvestigacionBasicaAplicada/CONAFOR/Paginas/Convocatorias.aspx

Sistema de Control y Seguimiento de Proyectos de Desarrollo, Transferencia de Tecnología e Investigación

¿Qué es?

Una herramienta de ayuda para el manejo y gestión de la información de los proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

Integra

- Inventario de proyectos
- Seguimiento técnico
- Productos
- Seguimiento administrativo
- Reportes estadísticos

www.cnf.gob.mx/imasd/

Tel: 3777 7000 ext. 3382 CONAFOR • 5322 7700 ext. 5501 CONACYT

