



ARTÍCULO/ ARTICLE

# LOS MUÉRDAGOS VERDADEROS DEL ARBOLADO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

## TRUE MISTLETOES OF THE TREES OF MEXICO CITY

Víctor Javier Arriola Padilla<sup>1</sup>, Efraín Velasco Bautista<sup>1</sup>, Tomás Hernández Tejeda<sup>1</sup>, Antonio González Hernández<sup>1</sup> y Martín Enrique Romero Sánchez<sup>1</sup>

### RESUMEN

En los últimos años los árboles de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal han presentado problemas de muérdago. La falta de conocimiento sobre estos y su distribución ha propiciado la investigación científica sobre el tema. Los objetivos del estudio fueron determinar las plantas parásitas, sus hospederos, niveles de infestación y distribución en las áreas verdes urbanas de las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal. Con el apoyo de expertos se identificaron las especies de muérdago y sus hospederos ubicadas en el área de estudio. La infestación se evaluó de acuerdo con una escala de cinco niveles. *Cladocolea loniceroides*, *Phoradendron velutinum* y *Struthanthus interruptus* se detectaron en siete delegaciones, sobre 17 hospederas pertenecientes a 10 familias botánicas. Se muestreó un total de 2 653 individuos, de los cuales 112 tenían muérdago, es decir, 4.2%, y en la delegación Cuauhtémoc se registró el mayor porcentaje de árboles o arbustos infestados (14.2%). Con los niveles establecidos se calculó la siguiente proporción por categoría: 95.77% corresponde al nivel I; 2.1% al II; 1.6% al III; 0.5% al IV y 0% al V. La información obtenida permitirá llevar a cabo programas de manejo y monitoreo de las plantas parásitas en las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México.

**Palabras clave:** *Cladocolea loniceroides* (Tiegh.) Kujit, muérdago, muestreo, *Phoradendron velutinum* (DC.) Oliv., plantas parásitas, *Struthanthus interruptus* (Kunth) G. Don.

### ABSTRACT

In recent years, the green areas of Mexico City have shown problems of true mistletoes on the trees. Lack of knowledge about the species and distribution has limited research in this issue. The main objective of this study was to develop a methodology to determine the distribution of the species of mistletoe in urban areas of Distrito Federal. With the help of experts on mistletoe taxonomy all the species collected in the study area were identified. The infestation degree was assessed with a qualitative scale of five levels. The mistletoe species, *Cladocolea loniceroides*, *Phoradendron velutinum* and *Struthanthus interruptus* were found in seven of the 16 total delegations over 17 host species of 10 botanical families. From 2 653 host species sampled, 112 showed mistletoe (4.22%). Cuauhtémoc delegation had the highest level of infestation of trees or shrubs per cent (14.2%). With the levels that were set, results were distributed as follows: 95.77% belong to level I; 2.1% to level II; 1.6% to level III; 0.5% to level IV and 0% to level V. The information of this study will facilitate management programs and monitoring of mistletoe in the Mexico City green urban areas.

**Key words:** *Cladocolea loniceroides* (Tiegh.) Kujit, mistletoe, sampling, *Phoradendron velutinum* (DC.) Oliv., parasitic plants, *Struthanthus interruptus* (Kunth) G. Don.

Fecha de recepción/date of receipt: 26 de septiembre de 2011. Fecha de aceptación/date of acceptance: 6 de noviembre de 2012.

<sup>1</sup> Centro Nacional de investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF), INIFAP. Correo-e: arriolavictor@inifap.gob.mx

## INTRODUCCIÓN

Los muérdagos son plantas parásitas o semiparásitas con flores que se unen al tallo de su hospedero (gimnospermas y angiospermas), compiten con él por agua y nutrientes e impiden su desarrollo. Cuando son abundantes sobre el árbol, provocan la muerte del mismo, sobre todo en aquellos lugares que están próximos al límite inferior de sus posibilidades de subsistencia. Se distribuyen en zonas boscosas y áreas urbanas (Cibrián *et al.*, 2007).

En los últimos años este problema se ha incrementado en el Distrito Federal al grado de que 99% de las especies arbóreas existentes están infestadas (PAOT, 2010). Ruiz *et al.* (2007) estiman que en la actualidad existe una superficie afectada de 13%, porcentaje que pudiera incrementarse si no se toman las medidas preventivas necesarias.

Cibrián *et al.* (2007) indican que especies del género *Phoradendron* causan infecciones de importancia sobre el arbolado urbano, y de las 20 que el autor menciona, solo *P. lanceolatum* Engelm. ex A. Gray está registrada en el Distrito Federal al igual que *Cladocolea diversifolia* (Benth.) Kuijt que afecta a *Populus* spp. y *Quercus* spp.; *C. loniceroides* (Tiegh.) Kuijt se ha consignado sobre *Acacia* sp., *Alnus* sp., *Crataegus* sp., *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh., *Ligustrum japonicum* Thunb., *Populus tremuloides* Michx., *Populus* sp., *Prunus serotina* ssp. *capuli* (Cav.) McVaugh, *Quercus* sp., *Salix bonplandiana* Kunth, *S. humboldtiana* Willd. y *S. babylonica* L., y, por último, *Struthanthus quercicola* (Schltdl. et Cham.) Blume sobre árboles y plantas ornamentales de parques y jardines de la Ciudad de México.

Ruiz *et al.* (2007) registraron los siguientes muérdagos verdaderos en el Distrito Federal: *Phoradendron velutinum* (DC.) Oliv., *P. brachystachyum* (DC.) Nutt., *P. galeottii* Trel. y *Struthanthus venetus* (Kunth) Blume.

Por su parte, Pérez *et al.* (2006) registran a *Cladocolea loniceroides* y *Struthanthus quercicola* sobre diferentes especies arbóreas en varias calles de la ciudad de México. Así mismo, Sandoval y Gutiérrez (2006) identificaron a las primeras dos especies así como a *Struthanthus* sp., *Phoradendron velutinum* y la parásita *Cuscuta corymbosa* Ruiz & Pavón en árboles ubicados en algunas calles y avenidas de diez delegaciones políticas del Distrito Federal.

La metodología para evaluar el daño por plantas parásitas en México se define en el Manual de Sanidad Forestal de la Comisión Nacional Forestal (Conafor, 2007); sin embargo, el muestreo se establece en superficies mayores a una hectárea, lo que excluye a los árboles en áreas menores y sobre avenidas, calles y camellones. Para el Distrito Federal se han realizado algunas identificaciones y descrito situaciones de las infestaciones de muérdago en sitios muy localizados (Alvarado-Rosales y

## INTRODUCTION

Mistletoes are parasitic or semi-parasitic plants or flowers that join to the stem of its host (gymnosperms and angiosperms), compete with it for water and nutrients and prevent their development. When abundant on the tree, they cause the latter's death, especially in those places that are close to the lower limit of their livelihood. They are distributed in forested and urban areas (Cibrián *et al.*, 2007).

In recent years this problem has worsened in Mexico City to the extent that 99% of the woody species are infested (PAOT, 2010). Ruiz *et al.* (2007) estimated that 13% of the area is damaged, a percent that become greater unless the necessary preventive measures are taken.

Cibrián *et al.* (2007) indicate that species of *Phoradendron* cause serious infections on urban trees, and of the 20 that the author mentions, only *P. lanceolatum* Engelm. ex A. Gray is registered in Mexico as *Cladocolea diversifolia* (Benth.) Kuijt that affects *Populus* spp. and *Quercus* spp.; *C. loniceroides* (Tiegh.) Kuijt has been found on *Acacia* sp., *Alnus* sp., *Crataegus* sp., *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh., *Ligustrum japonicum* Thunb., *Populus tremuloides* Michx., *Populus* sp., *Prunus serotina* ssp. *capuli* (Cav.) McVaugh, *Quercus* sp., *Salix bonplandiana* Kunth, *S. humboldtiana* Willd. and *S. babylonica* L.; and finally, *Struthanthus quercicola* (Schltdl. et Cham.) Blume on trees and ornamentals in parks and gardens of Mexico City.

Ruiz *et al.* (2007) recorded the following true mistletoe in Mexico: *Phoradendron velutinum* (DC.) Oliv., *P. brachystachyum* (DC.) Nutt., *P. galeottii* Trel. and *Struthanthus venetus* (Kunth) Blume.

Pérez *et al.* (2006) recorded *Cladocolea loniceroides* and *Struthanthus quercicola* for different tree species in several streets of Mexico City. Likewise, Sandoval and Gutiérrez (2006) detected the first two afore-mentioned species as well as *Struthanthus* sp. and *Phoradendron velutinum* and the parasitic plant *Cuscuta corymbosa* Ruiz & Pavón were detected on trees located in some streets and avenues of the ten delegations.

The methodology to assess the damage by parasitic plants in Mexico is defined in the Forest Health Handbook of the Comisión Nacional Forestal (Conafor, 2007); however, sampling is set in larger areas than one hectare, which excludes trees into smaller areas and avenues, streets and dividing strips. For Distrito Federal some identifications have been made and situations have been described about mistletoe infestations in very specific places (Alvarado - Rosales and Saavedra -Romero, 2005; Pérez *et al.*, 2006; Sandoval and Gutiérrez, 2006); therefore, the magnitude of the problem across the city is unknown.

Saavedra-Romero, 2005; Pérez *et al.*, 2006; Sandoval y Gutiérrez, 2006); por ende, se desconoce la magnitud del problema en toda la ciudad.

Con respecto a la infestación, Alvarado-Rosales y Saavedra-Romero (2005) evaluaron 24 408 árboles de ahuejote (*Salix bonplandiana*) en la zona chinampera de la Ciudad de México. Estimaron que 20.56% corresponde al nivel I; 23.27% al nivel II; 18.86% al nivel III; 27.41% al nivel IV y 9.88% al nivel V del sistema de clasificación de cinco clases de Pérez-Laorga *et al.* (2001) y adaptada por estos autores para *Cladocolea loniceroides*. Sandoval y Gutiérrez (2006) evaluaron mil ejemplares arbóreos en diez delegaciones y registraron que el porcentaje de daño más alto consistió en infestaciones leves y severas.

El desconocimiento sobre la distribución exacta de los muérdagos no permite que se elaboren planes para su manejo y de esta manera evitar su dispersión. Por lo ello, el objetivo del presente trabajo fue identificar taxonómicamente los muérdagos, sus hospederos y el nivel de infestación sobre los árboles y plantas ornamentales, en cada delegación política del Distrito Federal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El Distrito Federal tiene una extensión territorial de 148.4 km<sup>2</sup> y está integrado por 16 delegaciones políticas. Se localiza en las coordenadas extremas 19° 36' - 19° 02' latitud norte y 98° 56' - 99° 22' longitud oeste; limita al norte, oeste y este con el Estado de México y al sur con Morelos (INEGI, 2011). De los seis tipos de clima que aquí convergen, predominan los templados húmedos; sin embargo, la influencia térmica se aúna a la fricción provocada por la rugosidad del suelo debida a la presencia de edificaciones y otros obstáculos. Los materiales de construcción como el ladrillo y el concreto absorben y retienen el calor de manera más eficiente que el suelo y la vegetación circundantes (INEGI, 2011; SMA, 2004).

### Diseño del muestreo

La selección de las unidades de muestreo se realizó con el apoyo de la cartografía digital del Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo" A. C. utilizada para el diagnóstico de las áreas verdes de la Ciudad de México (PAOT, 2010), la cual estaba conformada por 1 836 polígonos de tamaño diferente; cada uno representaba un parque, camellón, glorieta o jardín.

Para calcular el número de polígonos por muestrear en cada delegación, se tomó como base el resultado de dividir el total de áreas verdes en la demarcación entre la cantidad de unidades mínima requerida por la Dirección de Reforestación

en regard to infestation, Alvarado-Rosales and Saavedra-Romero (2005) assessed 24 408 Ahuejote (*Salix bonplandiana*) trees in the chinampas of Mexico City. They estimated that 20.56 % corresponds to level I; 23.27 % to level II; 18.86 % to level III; 27.41 % to level IV and to 9.88 % to level V according to the classification system five classes of Pérez-Laorga *et al.* (2001) and adapted by these authors for *Cladocolea loniceroides*. Sandoval and Gutiérrez (2006) assessed one thousand trees in ten delegations and recorded that the highest percentage of damage consisted of mild and severe infestations.

The ignorance of the exact distribution of mistletoes does not allow effective management plans to be developed and thus prevent its spread. Therefore, the objective of this study was to taxonomically identify mistletoes, their hosts and the level of infestation in each delegation on trees and ornamentals.

## MATERIALS AND METHODS

### Study area

Distrito Federal has a land area of 148.4 km<sup>2</sup> and consists of 16 political delegations. It is located in the extreme coordinates 19°36'- 19°02' north and 98°56'- 99°22' west; its northern, western and eastern boundaries are with the State of Mexico and to south, it neighbors Morelos state (INEGI, 2011). Six types of weather converge here, of which the temperate humid type prevails, but the thermal influence is coupled with the friction caused by the surface roughness due to the presence of buildings and other obstructions. Construction materials such as brick and concrete absorb and retain heat more efficiently than the surrounding soil and vegetation (INEGI, 2011; SMA, 2004).

### Sampling design

The selection of the sampling units was carried out with the support of digital mapping of the Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo" A. C. (Center for Research in Geography and Geomatics "Ing. Jorge L. Tamayo" A. C.) used for the diagnosis of the green areas of Mexico City (PAOT, 2010), which consisted of 1 836 different sized polygons, each representing a park, ridge or dividing strip, traffic circle or garden.

To determine the number of polygons to be sampled by delegation, what was taken as a basis was the result of dividing the total green areas of each delegation between the minimum required number of units by the Directorate of Urban Reforestation, Parks and Bikeways of the Distrito Federal Government (Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías del Gobierno del Distrito Federal) was 160 (ten per delegation). Subsequently, this product is multiplied by the initial number of sites.

Urbana, Parques y Ciclovías del Gobierno del Distrito Federal que fue de 160 (10 por delegación). Posteriormente, el producto de esto se multiplicó por el número de sitios inicial.

Por ejemplo, la cartografía digital del Centro GEO registra 225 áreas verdes en la delegación Coyoacán (PAOT, 2010), de un total de 1 836, lo equivalente a 0.123; por lo anterior el producto de la proporción (0.123) por la muestra requerida inicial (160) fue de 19.68 (0.123 x160) unidades final.

Sin embargo; debido a las diferencias en tamaño, número y distribución espacial de las áreas verdes en todas las delegaciones, se generó la asignación de la variable "tamaño del polígono" (área) y con ello se realizó una segunda estratificación (subestratos), de la que resultaron tres niveles: I= áreas pequeñas, II= áreas medias y III= áreas grandes; la frecuencia más alta corresponde a los polígonos pequeños.

La selección de unidades de muestreo se hizo aleatoriamente y en proporción al número de polígonos por subestrato en cada delegación, con la intención de incluir a las áreas pequeñas, porque es ahí donde los muérdagos se reproducen con mayor frecuencia, lo que se puede explicar por las condiciones adversas en las que los árboles se desarrollan.

La ecuación para determinar la proporción de las unidades de muestreo con respecto al total de áreas verdes por delegación se presenta a continuación:

$$Y_{ij} = ts_i / t_n$$

Donde:

- $Y_{ij}$  = Proporción de las unidades de muestreo del i-ésimo subestrato para la j-ésima delegación
- $ts_i$  = Total de áreas verdes en el i-ésimo subestrato por delegación
- $t_j$  = Total de polígonos en la j-ésima delegación

Con respecto a la delegación Coyoacán la proporción fue de 0.88 resultado de dividir 198 (áreas en el subestrato I) entre 225 (polígonos de áreas verdes). Finalmente para obtener el número de unidades necesario para muestrear se utilizó la siguiente expresión:

$$Y_i = Y_{ij} * U_{mf}$$

Donde:

- $Y_i$  = Unidades de muestreo necesarios en la i-ésima delegación
- $Y_{ij}$  = Proporción de las unidades de muestreo del i-ésimo subestrato para la j-ésima delegación
- $U_{mf}$  = Total de unidades de muestreo final requeridas para el muestreo en la j-ésima delegación

For example, the digital cartography of the GEO Center records 225 green areas in Coyoacan Delegation (PAOT, 2010), of a total of 1 836, which is equivalent to 0.123; as a result the ratio product (0.123) per the required initial sample (160) was 19.68 final units.

However, from the differences in size, number and spatial distribution of green areas in all delegations, the allocation of the variable "size of the polygon" (area) was generated and thus, a second stratification (substrates) was made, from which came three levels: I = small areas, II = medium areas and III = large areas; the highest frequency corresponds to the smaller polygons.

The selection of sampling units was made at random and in regard to the number of polygons per substrate in each delegation, in order to include small areas, because it is there where mistletoes reproduce themselves more often, a fact that can be explained by adverse conditions in which the trees grow.

The equation to determine the proportion of the sampling units in regard to the total amount of green areas of each delegation are shown as follows:

$$Y_{ij} = ts_i / t_n$$

Where:

- $Y_{ij}$  = Sampling units proportion of the i-<sup>eth</sup> substratum for the i-<sup>eth</sup> delegation
- $ts_i$  = Total number of green areas in the i-<sup>eth</sup> substratum per delegation
- $t_j$  = Total number of polygons in the i-<sup>eth</sup> delegation

In regard to Coyoacán delegation, the proportion was of 0.88, which is the result of dividing 198 (areas in the substratum I) into 225 (green areas polygons). Finally, to get the necessary number of units to be sampled, the following expression was used:

$$Y_i = Y_{ij} * U_{mf}$$

Where:

- $Y_i$  = Necessary sampling units in the i-<sup>eth</sup> delegation
- $Y_{ij}$  = Proportion to the sampling units of the i-<sup>eth</sup> substratum for the j-<sup>eth</sup> delegation
- $U_{mf}$  = Total of the final sampling units necessary for the sampling of the j-<sup>eth</sup> delegation

In this delegation, 17.32 sampling units were defined for the substrate I, which was the result of the proportion of it (0.88) by the required units (19.68 sites) (0.88 x 19.68). Likewise, for the substrates II and III, it was 1.5 and 0.87, respectively.

It is clear that, according to the ratio obtained in those substrates in which their share was only of a polygon or less, it was suggested to evaluate at least two units per substrate. Table 1 shows the number of sample units selected for each delegation.

En esta delegación se definieron 17.32 unidades de muestreo para el sustrato I, producto de la proporción de este (0.88) por las unidades requeridas (19.68 sitios) (0.88 x 19.68). Asimismo, para los sustratos II y III fueron 1.5 y 0.87, respectivamente.

Cabe aclarar que, de acuerdo con la proporción obtenida, en aquellos sustratos en los que únicamente les correspondía un polígono o menos, se sugirió evaluar como mínimo dos unidades por sustrato. En el Cuadro 1 se indica el número de unidades de muestreo seleccionadas para cada delegación política del Distrito Federal.

A total of 192 sampling units among the 16 political delegations was assessed. With the substratification that was made, the minimum number initially established was exceeded.

With the ArcGIS 9.3 program the sampling sites were located (Figure 1); in some cases their number does not correspond to the total points within the map, a fact that is explained because they were inaccessible in the field.



Cuadro 1. Número de polígonos y sitios seleccionados por delegación política del Distrito Federal para el muestreo de muérdago (2009).  
Table 1. Number of polygons and sites selected by political delegation of Distrito Federal for mistletoe sampling (2009).

Delegación Política	Número de polígonos de áreas verdes	Número de sitios seleccionados
Álvaro Obregón	123	12
Azcapotzalco	155	14
Benito Juárez	112	11
Coyoacán	225	21
Cuajimalpa	18	6
Cuauhtémoc	191	17
Gustavo A. Madero	262	23
Iztacalco	63	8
Iztapalapa	125	13
Magdalena Contreras	35	7
Miguel Hidalgo	199	19
Milpa Alta	-*	2
Tláhuac	54	7
Tlalpan	109	12
Venustiano Carranza	82	10
Xochimilco	83	10
Total	1 836	192

Delegación política = Political delegation; Número de polígonos de áreas verdes = Number of polygons of green areas; Número de sitios seleccionados= Number of selected sites.

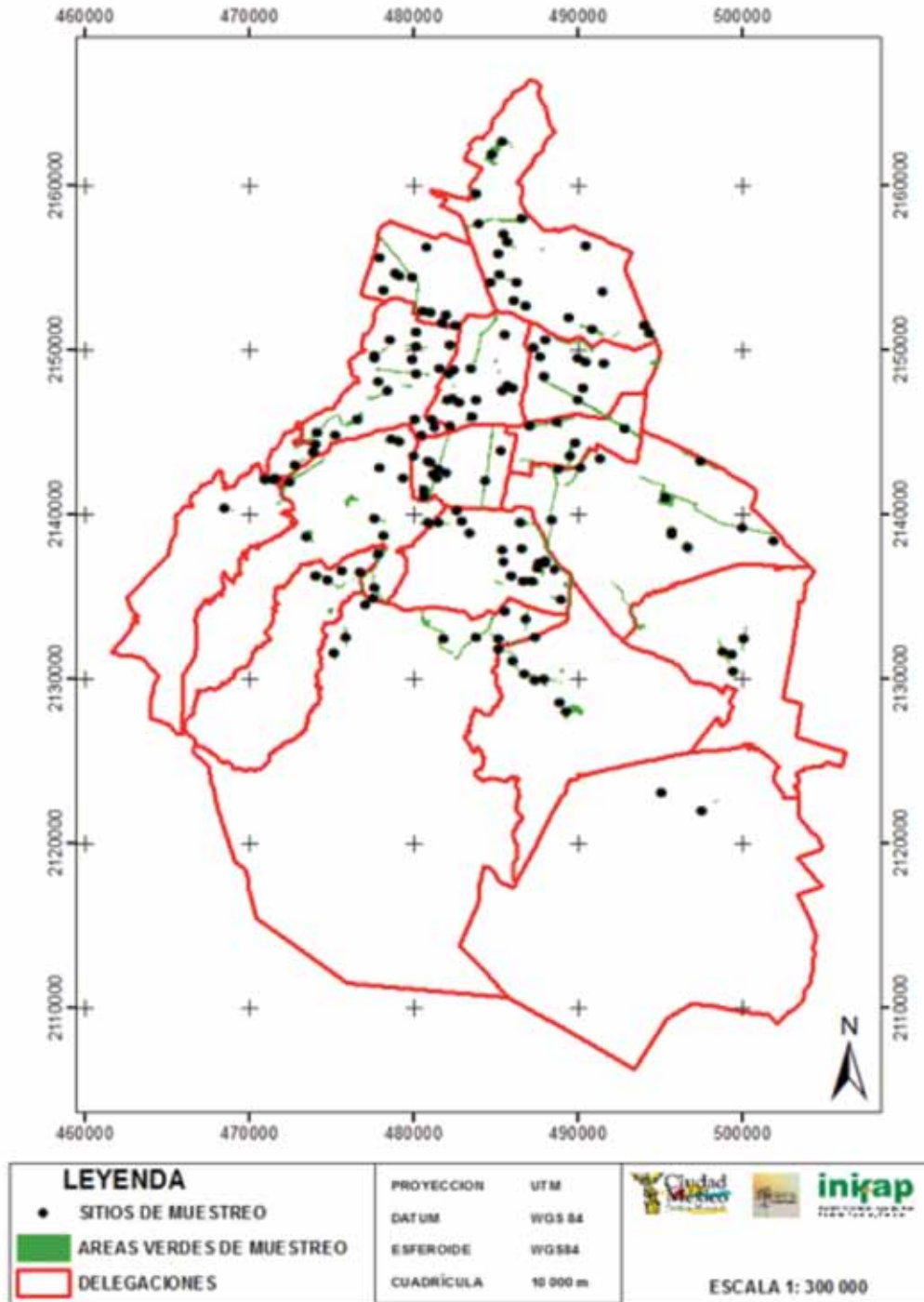
Se evaluó un total de 192 unidades de muestreo entre 16 delegaciones políticas. Con la substratificación realizada se superó el número mínimo establecido inicialmente.

Con el programa ArcGis 9.3 se ubicaron los sitios de muestreo (Figura 1); en algunos casos la cantidad de sitios no corresponde al total de puntos dentro del mapa, porque fueron inaccesibles en campo.

Design of the sampling units. Once the polygons (green areas) were selected by the described method, the central coordinates (UTM) in each one of them were located, which served as a reference for the establishment of the sampling unit in the field, that was integrated by a cluster of five 400 m<sup>2</sup> plots, arranged in a cross shape and with a separation between them of 100 m (Figure 2).

The theoretical cluster consisted of five plots, but not all of them met this condition in the field, since most of the green areas have different shape and size, and therefore during the evaluation, data were recorded in sample units of variable size.





1= Gustavo A. Madero; 2= Azcapotzalco; 3= Miguel Hidalgo; 4= Cuauhtémoc; 5= Venustiano Carranza; 6= Iztacalco; 7= Benito Juárez; 8= Álvaro Obregón; 9= Cuajimalpa de Morelos; 10= Iztapalapa; 11= Coyoacán; 12= Magdalena Contreras; 13= Tláhuac; 14= Xochimilco; 15= Tlalpan; 16= Milpa Alta

Figura 1. Ubicación de los sitios considerados para el muestreo de muérdagos dentro del área urbana del Distrito Federal, México.

Figure 1. Location of the selected sites for mistletoe sampling in the urban area of Distrito Federal, México.

Diseño de las unidades de muestreo. Una vez que los polígonos (áreas verdes) fueron seleccionados bajo el método indicado, en cada uno de ellos se ubicaron las coordenadas centrales (UTM), mismas que sirvieron de referencia para el establecimiento en campo de la unidad de muestreo, que se integro por un conglomerado con cinco parcelas de 400 m<sup>2</sup>, dispuestas en forma de cruz y con una separación entre ellas de 100 m (Figura 2).

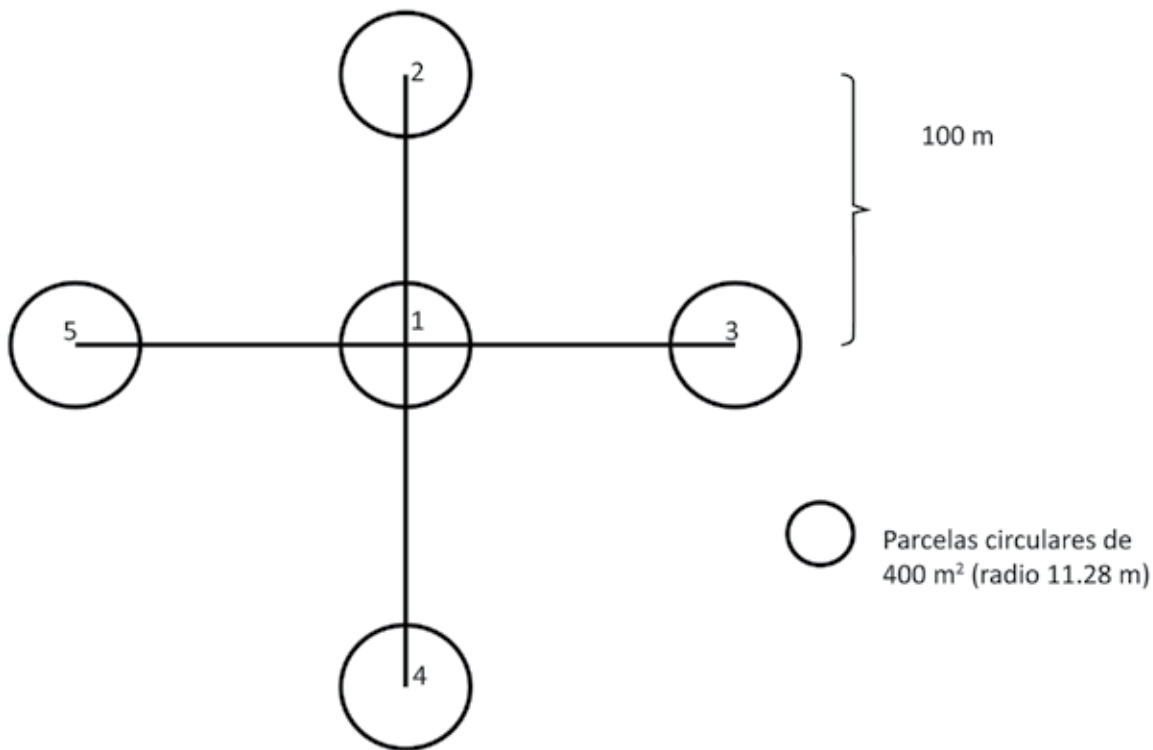


Figura 2. Conglomerado con cinco parcelas circulares de 400 m<sup>2</sup> cada una.  
Figure 2. Cluster with five circular plots of 400 m<sup>2</sup> each.

El conglomerado teórico consistió en cinco parcelas; sin embargo, en el campo no todos reunieron dicha condición, ya que la mayoría de las áreas verdes tienen diferente forma y tamaño; por lo tanto durante la evaluación se registraron datos en unidades de muestreo de tamaño variable. En las parcelas circulares se determinó la presencia y grado de infestación del muérdago sobre las diferentes especies arbóreas.

#### Identificación de muérdagos y de plantas hospederas

Los muérdagos y sus hospederos fueron prensados y deshidratados. La identificación taxonómica de las especies se realizó con la ayuda de especialistas, para el caso de los hospederos por la Biól. Marcela Gutiérrez Garduño (ex curadora del Herbario Nacional Forestal (INIF)) y para las plantas parásitas por el Dr. Cházaro Basañez (Universidad

In the circular plots the presence and degree of infestation of mistletoe on different tree species was determined.

#### Identification of mistletoe and host plants

Mistletoes and their hosts were pressed and dried. The taxonomic identification of the species was performed with the help of specialists, in the case of the host by Biologist Marcela

Gutiérrez Garduño (ex former curator of the National Forest Herbarium (INIF)) and parasitic plants by Dr. Cházaro Basañez (Universidad Veracruzana). The plant material was deposited in the Biol. Luciano Galvez Vela INIF Herbarium. Fieldwork was conducted from February to May 2009.

#### Mistletoe presence

To determine the presence of mistletoe the following ordinal variables were used: 1 if the tree had the parasitic plant and 0 if it did not.



Veracruzana). El material vegetal fue depositado en el Herbario Nacional Forestal (INIF) Biól. Luciano Vela Gálvez. El trabajo de campo se realizó de febrero a mayo del 2009.

### Presencia del muérdago

Para determinar esta condición se utilizaron las siguientes variables ordinales: 1 si el árbol portaba la planta parásita y 0 si no.

### Nivel de infestación por muérdago

El grado de infestación por muérdago se determinó con base en una variable ordinal definida por cinco valores: 1, 2, 3, 4 y 5 (Alvarado-Rosales *et al.*, 2003) (Figura 3).

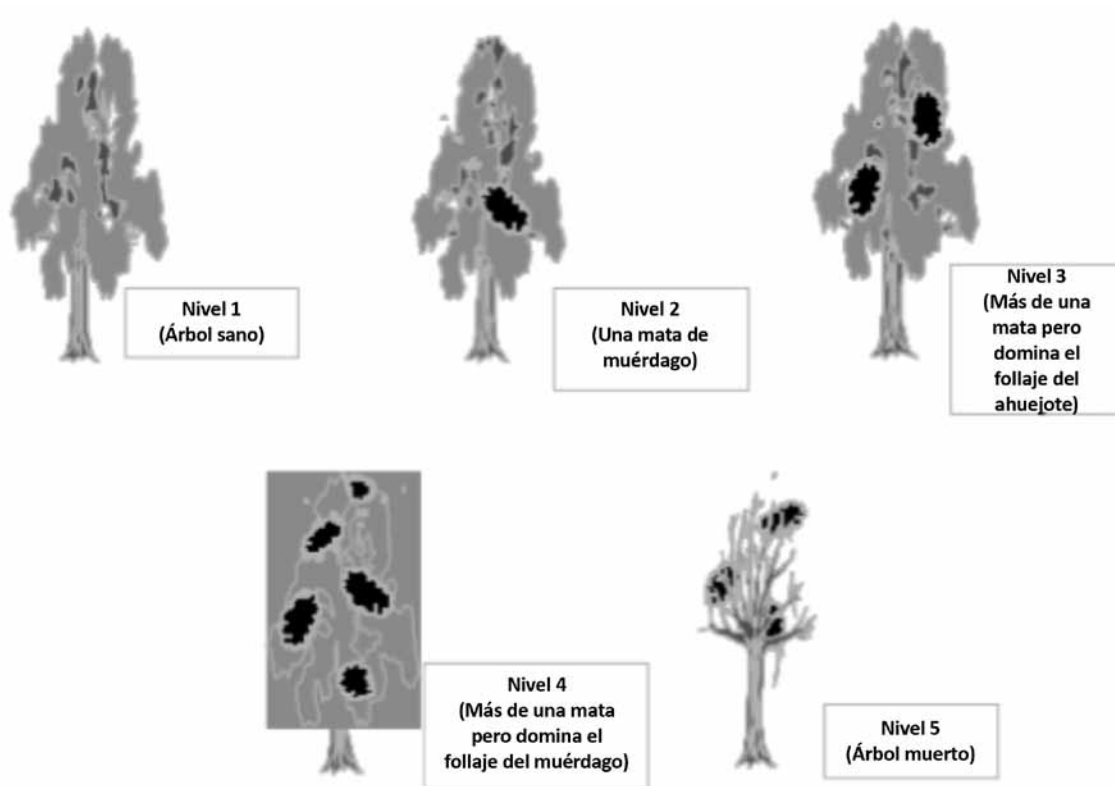
### Mistletoe infestation level

The degree of infestation was based on an ordinal variable defined by five values: 1, 2, 3, 4 and 5 (Alvarado-Rosales *et al.*, 2003) (Figure 3).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Mistletoe species and hosts

True mistletoes and their hosts distributed in Distrito Federal are shown in Table 2.



Fuente: Alvarado y Saavedra, 2005.  
Source: Alvarado and Saavedra, 2005

Figura 3. Sistema de calificación de cinco niveles utilizado por Pérez-Laorga *et al.* (2001) en *Viscum album* L. y adaptada para *Cladocolea loniceroides* (Tiegh.) Kujit en ahuejote (*Salix bonplandiana* Kunth).

Figure 3. Classification system of five levels used by Pérez-Laorga *et al.* (2001) in *Viscum album* L. and adapted to *Cladocolea loniceroides* (Tiegh.) Kujit in "ahuejote" (*Salix bonplandiana* Kunth).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Especies de muérdago y hospederos

Los muérdagos verdaderos y sus hospederos distribuidos en el Distrito Federal se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Especies de muérdago y hospederos correspondientes a las unidades de muestreo dentro del Distrito Federal.  
Table 2. Mistletoe species and hosts within the sampling units in Distrito Federal.

Especie de muérdago	Familia hospedera	Especie o especies hospederas
<i>Cladocolea loniceroides</i> (Tiegh.) Kujit	Myrtaceae	<i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.
	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.
		<i>Fraxinus americana</i> L.
		<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton.
		<i>Prunus serotina</i> ssp. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh.
	Salicaceae	<i>Populus canadensis</i> Moench
		<i>Populus deltoides</i> W. Bartram ex Marshall
		<i>Salix bonplandiana</i> Kunth
		<i>Salix humboldtiana</i> Willd
	Ulmaceae	<i>Celtis occidentalis</i> L.
<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq.		
<i>Struthanthus interruptus</i> (Kunth) G. Don	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don.
	Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.
	Loganiaceae	<i>Buddleja cordata</i> Kunth ssp. <i>cordata</i>
	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.
		<i>Fraxinus americana</i> L.
		<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton.
	Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.
	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> ssp. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh
	Salicaceae	<i>Populus deltoides</i> W. Bartram ex Marshall
		<i>Populus tremuloides</i> Michx.
Ulmaceae	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq.	
<i>Phoradendron velutinum</i> (DC.) Oliv.	Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.
	Ulmaceae	<i>Celtis occidentalis</i> L.

Especie de muérdago = Mistletoe species; Familia hospedera = Host family; Especie o especies hospederas = Host species



De acuerdo con Pérez *et al.* (2006) y Ruíz *et al.* (2007) en la Ciudad de México existen cinco taxa del género *Arceuthobium*, tres de los géneros *Phoradendron* y *Struthanthus* así como *Cladocolea loniceroides*. Entre las determinadas en esta investigación, se registra por primera vez *Struthanthus interruptus* (Kunth) G. Don.

Se determinaron 104 especies botánicas de hospederos, de las cuales 17 tenían muérdagos verdaderos con algún nivel de infección (16.34%). La familia Salicaceae fue la que reunió el mayor número (4) con plantas parásitas; los árboles más abundantes fueron *Populus deltoides* W. Bartram ex Marshall y *Populus tremuloides* Michx. Sandoval y Gutiérrez (2006) indican que esta última fue la más afectada en avenidas de la Ciudad de México.

## Distribución de muérdagos

El mapa con la distribución de los muérdagos determinados en la presente investigación se muestra en la Figura 4.

Los árboles observados en las delegaciones Azcapotzalco, Benito Juárez, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta y Tláhuac no presentaron muérdago; sin embargo, Sandoval y Gutiérrez (2006) sí consignaron muérdagos verdaderos en Azcapotzalco, Benito Juárez, Gustavo A. Madero y Miguel Hidalgo.

Solo en siete de las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal se registraron muérdagos. El porcentaje más alto de especies arbóreas o arbustivas muestreadas con presencia fue la delegación Cuauhtémoc (14.2%).

En las localidades con clima templado subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2011), se ubicó 92% de los sitios (23) en los que se registró muérdago y 8 % (2) en un clima de tipo semiseco templado (Delegación Venustiano Carranza). Sin embargo, en el Distrito Federal existen condiciones microclimáticas debido a las estructuras urbanas, por lo que son otros los factores que propician el desarrollo y dispersión de la plantas parásitas.

Cid y Bye (1998) indican que entre los principales elementos asociados a la susceptibilidad de los árboles para ser afectados por *Cladocolea loniceroides* están la compactación y la baja fertilidad del suelo, así como otras limitaciones del sitio.

## Niveles de infestación

Se evaluaron 2 653 individuos en todas las delegaciones políticas del Distrito Federal; de ellos, 112 portaban muérdagos verdaderos, en mayor o menor grado de infestación, lo que significa que solo 4.22% de la población muestreada de las áreas verdes urbanas ostentaban visiblemente matas de la

104 plant species were identified as hosts, 17 of which had true mistletoes with some level of infection (16.34%). The Salicaceae family was had the largest number of species (4) with parasitic plants; the most abundant trees were *Populus deltoides* W. Bartram ex Marshall and *Populus tremuloides* Michx. Sandoval and Gutiérrez (2006) indicate that the latter was the most affected in the avenues of Mexico City.

## Mistletoe distribution

In Figure 4 is shown the map of the distribution of the mistletoes found in the actual study.

The trees observed in Azcapotzalco, Benito Juárez, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta and Tlahuac did not show mistletoes; however, Sandoval and Gutiérrez (2006) did find true mistletoes in Azcapotzalco, Benito Juárez, Gustavo A. Madero and Miguel Hidalgo.

Just in seven out of the 16 delegations of Distrito Federal mistletoes were registered. The highest per cent of tree and scrub species that were sampled where mistletoe was found was Cuauhtémoc (14.2%).

In localities where the climate is mild- humid with summer rains (INEGI, 2011), 92% of the sites (23) in which there was mistletoe was located and 8% (2) in a semi-temperate climate type (Venustiano Carranza Delegation). However, in Mexico there are microclimatic conditions due to urban structures, so there are other factors that favor the development and spread of parasitic plants.

Cid and Bye (1998) indicate that the main elements associated with the susceptibility of trees to be affected by *Cladocolea loniceroides* are compaction and low soil fertility, and other limitations of the site.

## Infestation levels

A total of 2 653 individuals were assessed in all of the political delegations of Distrito Federal; 112 of them had true mistletoes in a smaller or bigger infestation degree, which means that only 4.22% of the sampled population showed evident signs of parasitic plants.

With the levels that were set, results were distributed as follows: 95.77% belong to level I; 2.1% to level II; 1.6% to level III; 0.5% to level IV and 0% to level V. However, when comparing these results with those obtained by Sandoval and Gutiérrez (2006) with a scale of four categories and a sample of one thousand trees, the largest proportion of infested trees was among the categories with mild and severe damage, 25 and 29% respectively.

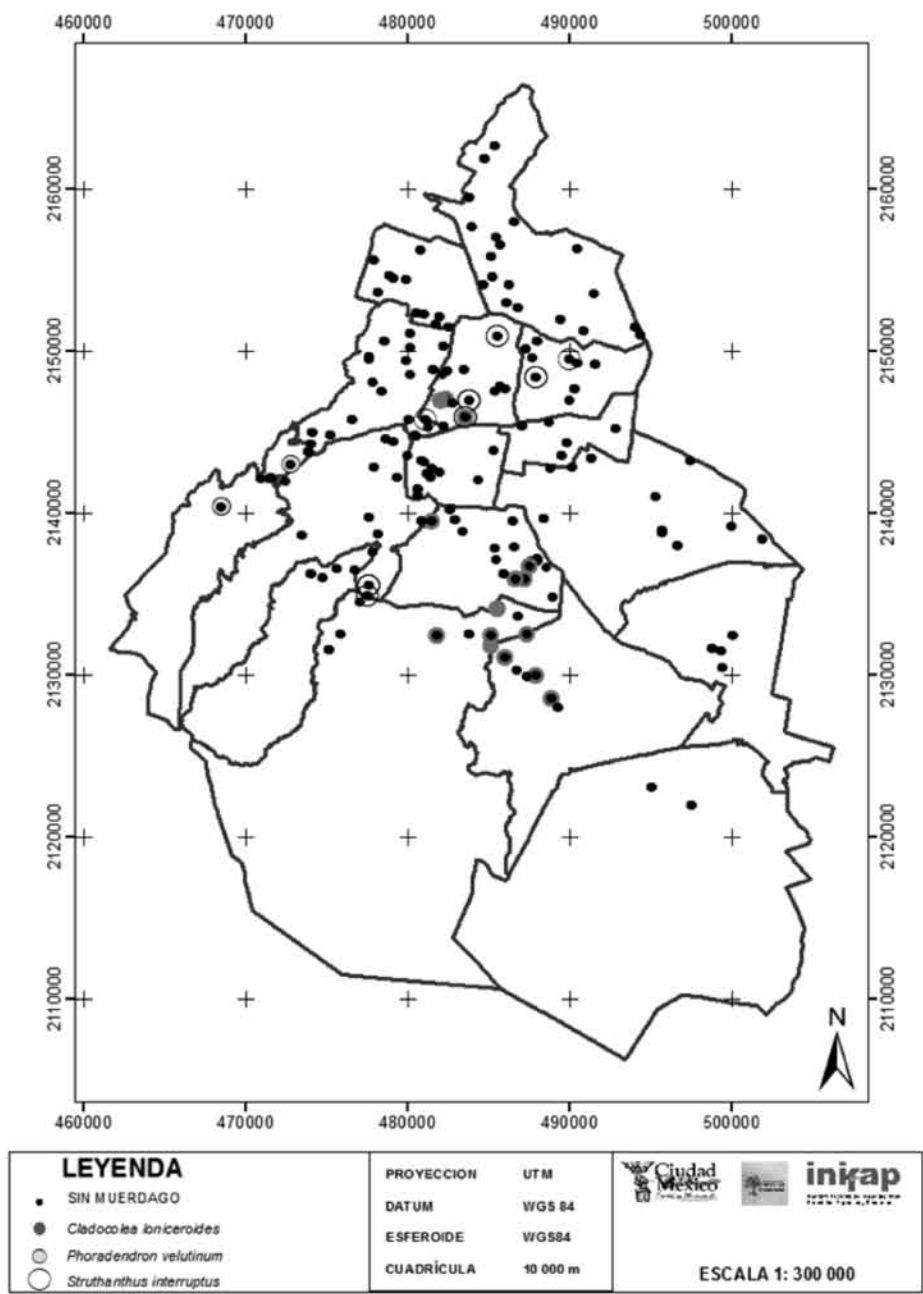


Figura 4. Distribución espacial de los muérdagos en la Ciudad de México.  
 Figure 4. Spatial distribution of mistletoes in Mexico City.

planta parásita.

Con los niveles establecidos se calculó la siguiente proporción por categoría: 95.77% corresponde al nivel I; 2.1% al II; 1.6% al III; 0.5% al IV y 0% al V. No obstante, al comparar los resultados con los obtenidos por Sandoval y Gutiérrez (2006) con una escala de cuatro categorías sobre mil ejemplares arbóreos, la mayor proporción de árboles infestados se determinó en las categorías con daños leves y severos, 25 y 29 %, respectivamente.

La diferencia entre los resultados se debe a que las evaluaciones

The difference between the results of this research compared to those obtained by the two previously cited authors, is that their evaluations, as well as those of Alvarado-Rosales and Saavedra-Romero (2005) were conducted in areas where trees with parasitic plants were detected, unlike the study described here in which the selection of sampling units was at random.



realizadas por Alvarado-Rosales y Saavedra-Romero (2005) y Sandoval y Gutiérrez (2006) fueron en zonas donde se observaron árboles afectados por plantas parásitas, a diferencia del realizado en esta investigación, ya que la selección de las unidades de muestreo fue de manera aleatoria.

## CONCLUSIONES

Los muérdagos en el Distrito Federal estuvieron representados por tres especies: *Cladocolea loniceroides*, *Phoradendron velutinum* y *Struthanthus interruptus*; esta última se registra por primera vez en la Ciudad de México. La familia Salicáceae es la más afectada por plantas parásitas. Siete de las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal presentaron algún muérdago. El nivel de infestación I (árbol sano) fue el más frecuente.

## AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría del Medio Ambiente específicamente a la Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías del Gobierno del Distrito Federal, por el apoyo financiero y todas las facilidades prestadas para la realización del presente estudio.

## REFERENCIAS

- Alvarado-Rosales, R. D., A. Equihua-Martínez, E. Estrada-Venegas, V. Franco-Maldonado, A. U. González-Monzón and L. de L. Saavedra-Romero. 2003. The *Cladocolea* genus in the Mexican City Basin and its management. In: 1<sup>st</sup> Joint Meeting of the 12<sup>th</sup> National Symposium on Forest Parasites and the 54<sup>th</sup> Western Forest Insect Work Conference (WFIWC). November 3-6. Guadalajara, Jal. México. pp. 10.
- Alvarado-Rosales, D. y L. de L. Saavedra-Romero. 2005. El género *Cladocolea* (Loranthaceae) en México: Muérdago verdadero o injerto. Revista Chapingo. Serie: Ciencias Forestales y del Ambiente 11(1):5-9.
- Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S. E. García D. (eds.). 2007. Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in Mexico. Universidad Autónoma Chapingo; Conafor-Semarnat, Servicio Forestal de EUA; Servicio Forestal Canadiense y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, Edo de Méx. México. 587 p.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2007. Manual de sanidad vegetal. Sanidad Vegetal. Guadalajara, Jal. México. 75 p.
- Cid V., R. M. and R. A. Bye. 1998. Site conditions of an urban wooded area of Mexico City that hosts *Cladocolea loniceroides* Van Tieghem (Loranthaceae). Selbyana 19(2): A 272.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Inegi). 2011. Perspectiva estadística. Distrito Federal. México, D. F. México. 94 p.
- Pérez-Laorga, E., F. Alguacil P. y J. L. Montero G. 2001. Distribución y características de la población del muérdago (*Viscum album austriacum*) en la comunidad valenciana. Sección de estudios y planificación forestal. Informes Técnicos. Plagas y Patología Forestal. Valencia, España. 6 p.
- Pérez O., C. de la P., J. Ceja R. y G. Vela R. 2006. Árboles y muérdagos: una relación que mata. Contactos 59:28-34.
- Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT). 2010. Presente y Futuro de las Áreas Verdes y del Arbolado de la Ciudad de México. México, D. F., México. 259 p.
- Ruíz G., A., A. Ojeda A., M. Gutiérrez G. y A. Hernández B. 2007. Muérdagos

## CONCLUSIONS

Mistletoes in Mexico City were represented by three species: *Cladocolea loniceroides*, *Phoradendron velutinum* and *Struthanthus interruptus*; the latter is recorded for the first time in this place. Salicaceae is the most affected family by parasitic plants. Seven out of the 16 delegations of Distrito Federal had some mistletoe. The most frequent infestation category was level I, which refers to healthy tree.

## ACKNOWLEDGEMENTS

To the Ministry of the Environment (Secretaría del Medio Ambiente), and to the Directorate of Urban Reforestation, Parks and Bikeways of Distrito Federal Government of (Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías del Gobierno del Distrito Federal), for their financial support and for providing the facilities to carry out this study.

*End of the English version*

