

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

Informe Final de Servicio Social

Impacto fitosanitario de muérdago verdadero familia Loranthaceae en arbolado de UAM-X, CDMX

Prestador de Servicio Social:

Tapia Martinez Hector Omar
Matrícula: 2152025871

Asesores Interno:

Dr. Ruiz Juárez Daniel
No. Económico 29691

Firma: _____

Asesor Externo:

Biól. Reséndiz Martínez José Francisco
Céd. Prof. 1425900

Firma: _____

Lugar de Realización:

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Viveros de Coyoacán, CENID-COMEF.

Fecha de inicio y terminación:

30 de enero del 2020 al 30 de julio del 2020

Índice

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Biología del muérdago.....	6
2.2 Descripción.....	6
2.3 Ciclo de vida.....	6
2.3.1 Dispersión.....	6
2.3.2 Establecimiento de la semilla y germinación.....	7
2.3.3 Penetración del haustorio.....	7
2.3.4 Floración, polinización y fructificación.....	7
2.4 Especies de muérdagos registradas.....	8
2.5 Especies hospederas.....	8
3. OBJETIVOS.....	8
3.1 Objetivo general:.....	8
3.2 Objetivos específicos:.....	8
4. METODOLOGÍA.....	9
4.1 Área de estudio.....	9
4.2 Evaluación dasométricas del arbolado.....	10
4.2.1 Diámetro normal.....	10
4.2.2 Altura.....	11
4.2.3 Diámetro de copa.....	11
4.2.4 Longitud de copa.....	11
4.2.5 Etapa de desarrollo.....	11
4.2.6 Condición sanitaria de tronco y copa.....	12
4.2.7 Evaluación del grado de infestación del muérdago verdadero en especies forestales.....	12
4.3 Colecta de ejemplares de muérdago verdadero.....	13
4.4 Determinar taxonómicamente de las especies de muérdago.....	13
4.5 Método estadístico.....	14
5. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	14
6. OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS.....	14
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
7.1 Inventario del arbolado de la UAM Xochimilco.....	14

7.2 Especies arbóreas con infestación de muérdago	17
7.3 Especies de muérdago verdadero que infestan al arbolado	18
7.4 Etapa de desarrollo que prevaleció, así como el estado físico y sanitario de la copa y tronco de todos los individuos por especie	19
7.5 Grado de infestación ocasionado por el muérdago en el arbolado de la UAM-X.....	20
7.6 Comparación de poblaciones por zonas.	21
8. CONCLUSIÓN.....	22
9. RECOMENDACIONES	23
10. BIBLIOGRAFÍA.....	24

RESUMEN

Los árboles llegan a presentar problemas severos causados por diferentes agentes biológicos, como insectos, hongos y protozoarios, además de daños por plantas parásitas que pueden llegar a limitar sus funciones y/o causarle la muerte. En México, la familia *Loranthaceae* se encuentra en la mayoría de los ecosistemas naturales; existe registro de 10 géneros y alrededor de 150 especies, siendo el tercer agente de destrucción de bosques en clima templado y están presentes en más del 10% de la superficie del arbolado. El presente estudio tuvo como objetivos identificar las especies de muérdago verdadero que afectan al arbolado-hospedero y evaluar su impacto en tres zonas (A, B Y C) de la UAM. El trabajo de campo consistió en la evaluación cuantitativa y cualitativa de cada uno de los árboles plantados en las áreas verdes de la UAM. La comparación de las zonas en cuanto a la proporción de muérdagos se llevó a cabo mediante un análisis de contingencia. Las especies de árboles que presentaron mayor infestación del muérdago *Cladocolea lonicerooides* fueron Casuarina (*Casuarina cunninghamiana*) Fresno (*Fraxinus uhdei*), Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) y Ahuejote (*Salix bonplandiana*), mientras que trueno (*Ligustrum lucidum*), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) y casuarina (*Casuarina equisetifolia*) estuvieron infestados por *Struthantus sp.*; trueno (*Ligustrum lucidum* por su parte manifestó daños por *Phoradendron sp.* De la Comparación de la infestación por muérdago en las poblaciones por zonas, se concluye que la proporción de árboles que presentan muérdago no es la misma en las zonas A, B y C La zona B presentó mayor incidencia de árboles infectados.

1. INTRODUCCIÓN

El arbolado urbano cobra importancia por el beneficio que aporta a la comunidad. Cada ciudad contiene un ecosistema que se mantiene en equilibrio, si no sobrepasa el nivel de contaminación. Las grandes ciudades deterioran cada día el ambiente urbano, un elemento esencial para minimizar la contaminación es el arbolado de las calles, que deben de cumplir la función de reconstruir el medio ambiente (Espinoza *et al*, 2019). El arbolado es un sistema frágil que aporta considerables mejoras al medio como dar sombra, minimizar los ruidos de la ciudad, reducir la acción del viento, regular la temperatura, retener la humedad, además de darle un toque estético a la misma (Cruzado, 2013).

Los árboles llegan a presentar problemas severos causados por diferentes agentes biológicos, desde insectos plaga, daños por hongos y por protozoarios, además de daños por plantas parásitas que pueden llegar a limitar las funciones de los árboles y/o causarle la muerte al hospedero si no se aplican medidas de control a tiempo (Agrios, 2012).

Las plantas parásitas, también llamadas muérdagos, son aquellas que dependen de otro organismo para sobrevivir y cuentan con estructuras especializadas llamadas haustorios, quienes proporcionan soporte en el hospedero y de nutrientes indispensables para su desarrollo (Marchal, 2009). A nivel mundial se conocen alrededor de 2 500 especies de plantas parásitas y sólo un grupo reducido de éstas causan enfermedades importantes en los cultivos agrícolas y árboles forestales (Colín, 2017).

En México, los muérdagos verdaderos, conocidos como injertos o seca palo son plantas parásitas, abundantes e importantes en el desarrollo forestal, sin embargo, no se toma la importancia que se debe y han pasado desapercibidos, a pesar de que afecta importantes extensiones de arbolado, así como la producción de frutos y semillas (Cruzado, 2013), no se encuentran estudios suficientes sobre ellos.

Este tipo de muérdagos verdaderos pertenecen a la familia *Loranthaceae*, se encuentran presentes en la mayoría de los ecosistemas naturales, existen registro de 10 géneros y alrededor de 150 especies. Constituyendo el tercer agente de destrucción de bosques en climas templado, por debajo del incendio forestal y de los descortezadores, estando presente en más del 10% de la superficie del arbolado (Colín, 2017). Esto equivaldría cerca de 1.8 millones de hectáreas de bosque de coníferas y latifoliadas, el efecto del parasitismo de los muérdagos provoca que se pierdan hasta 1.04 m³/año/ha de madera, representando una pérdida a nivel nacional de cerca de 2 millones de m³ de madera en rollo anuales (Vázquez *et al*, 2006).

Hoy en día los árboles no cuentan con el mantenimiento apropiado ni las medidas de monitoreo de su estado de salud. El muérdago juega un papel relevante debido al deterioro que causa a los árboles, en el caso de la Ciudad de México no se tiene un monitoreo ni medidas de control adecuadas de muérdago verdadero para limitar el aumento de la población; en el caso de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, no se tiene medidas de control ni se tiene estimado la presencia de las especies y los árboles que tienen este problema, el objetivo de este trabajo fue realizar un inventario de los árboles de la unidad y señalar cuales son los principales especies hospederas, además de determinar las especies de muérdagos presentes y comparar la infestación por muérdago en las zonas A, B, C.

2. MARCO TEÓRICO

El muérdago es una especie vegetal parásita que requiere un hospedero, donde a través de raíces invasoras llamados haustorios penetra el tejido vascular del hospedero (parénquima, epidermis, esclerenquima, xilema y floema primario y cambium) a través del que obtiene agua, afectando el crecimiento hasta causar la muerte del hospedero (Salgado, 2016).

Estas plantas parásitas tienen cierta especificidad en sus hospedantes, se desconoce las causas de tal selectividad por parte del muérdago, sin embargo, se piensa que hay factores ambientales que favorecen su distribución (CONAFOR, 2018).

2.1 Biología del muérdago

Los muérdagos son grupos de plantas con flores que comprende un total de 1300 especies, ubicándose en todos los hábitats del continente americano y del mundo, excepto en la Antártida. Las familias Lorancethaceae y Viscaceae son las que más se distribuyen en el mundo comprendiendo el 98% de las especies de muérdago en el mundo, las Lorancethaceae tiene alrededor de 40 géneros (Colin, 2017).

2.2 Descripción

Plantas tipo arbustivas o subarbustivas, hemiparásitas de árboles y arbustos, con tallos dicotómicos, hojas verdes, amarillas, naranjas o negras, simples normalmente opuestas, las flores son solitarias o agrupadas en inflorescencias racimosas (panículas o espigas) o cimosas, las flores pueden ser hermafroditas, unisexuales o dioicas, actinomorfas, de perigonios coloridos, los estambres son del mismo número de las divisiones del perianto, opuesto con anteras sésiles o subsésiles, el ovario es ínfero, el fruto es una baya mucilaginoso (Colin, 2017).

2.3 Ciclo de vida

2.3.1 Dispersión

La dispersión empieza con una planta adulta con fructificación, la cual forma frutos de colores llamativos como rojo, amarillo y naranjas lo cual atrae a diferentes aves provocando su dispersión de la semilla (Figura 1).

El mecanismo de dispersión de la familia Loranthaceae es una dispersión zoocoria, que se da por medio de aves (Alvarado y Saavedra, 2016b). Los principales dispersores de las semillas en la Ciudad de Mexico son: el gorrión inglés (*Passer domesticus*), las primaveras (*Turdus rufopalliatus* y *Turdus migratorius*) y los zanates (*Quiscalus mexicanus*) (CONAFOR, 2018).

2.3.2 Establecimiento de la semilla y germinación

Una vez que los vectores llevan la semilla de la planta parásita esta se adhiere al hospedero por medio de mucilago, donde se queda adherida hasta que empieza su germinación y se forma el haustorios, que penetran la corteza del árbol y el desarrollo fenológico de planta parásita se expresa con base en la competitividad de la especie del muérdago, debido a que el muérdago presenta selectividad, sobre la especie parasitada puede llegar a reducir su desarrollo hasta un 70 % si no es el específico (Alvarado y Saavedra, 2016^a).

2.3.3 Penetración del haustorio

En esta etapa hay una conexión vascular entre la planta parásita y hospedero mediante el haustorio, que sirve para conectar y dar estructura al muérdago, el cual se va desarrollando a través de los tejidos primarios y secundarios (cambium vascular, xilema y floema secundario, peridermis, células parenquimáticas que forman la medula) del hospedero, separando la parte externa (el córtex y floema) hasta llegar al xilema donde empieza a tomar las sales y los nutrientes que son esenciales para el desarrollo del árbol (Cruzado, 2013).

2.3.4 Floración, polinización y fructificación

Una vez establecido el haustorio en la xilema la planta parásita empieza a nutrirse con las sales y el agua que toma del hospedero, llevando a cabo el desarrollo de la planta y de esta forma genera flores para su reproducción, estas flores son de colores llamativos, generalmente amarillas, naranjas y rojas para atraer a los polinizadores. Los principales polinizadores son los insectos, aves y viento.

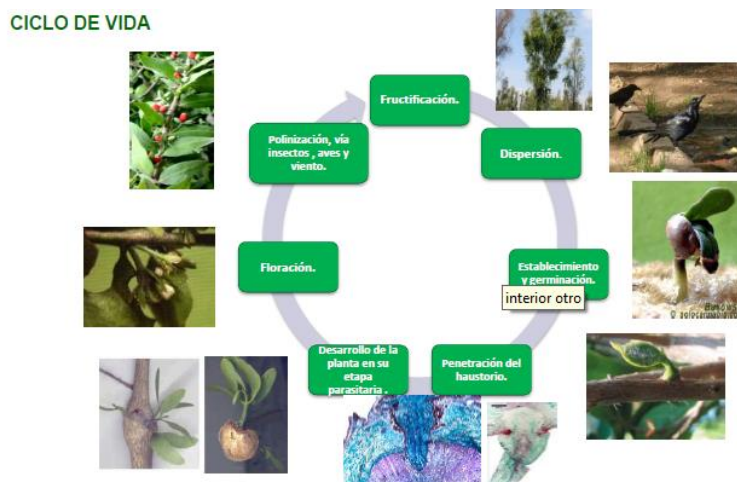


Figura 1. Ciclo de vida del muérdago (CONAFOR, 2018).

2.4 Especies de muérdagos registradas

De acuerdo con CONAFORT (2018), en la Ciudad de México se han encontrado siete especies de muérdagos verdaderos en el arbolado de la ciudad.

- *Cladocolea loniceroides*.
- *Cladocolea diversifolia*.
- *Struthanthus interruptus*.
- *Struthanthus quercicola*.
- *Struthanthus depeanus*.
- *Phoradendron velutinum*.
- *Phoradendron brachisthachium*.

Otros autores señalan que los muérdagos más comunes en México son los que pertenecen a los géneros *Arceuthobium*, *Phoradendron*, *Cladocolea*, *Psittacanthus* y *Struthanthus* (Plascencia et al., 2016).

2.5 Especies hospederas

Marchal (2009) menciona que se encuentran 15 familias, las cuales son más susceptibles al muérdago en la CDMX (Cuadro 1), estas familias fueron encontradas afectadas por estas plantas parásitas en distintos sectores del arbolado de la ciudad.

Cuadro 1. Familias susceptibles al muérdago

Nombre común	Nombre científico	Familia
Pirul	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
Aile	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinaceae
Tepozán	<i>Buddleja cordate</i>	Longaniaceae
Eucalipto	<i>Eucayptus camaqldulensis</i> y <i>E. globulus</i>	Myrtaceae
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	Oleaceae
Trueno	<i>Ligustrum lucidum</i>	Oleaceae
Fitolaca	<i>Phytolacca dioica</i>	Phytolaccaceae
Capulín	<i>Prunus serotina</i>	Rosaceae
Durazno	<i>Prunus persica</i>	Rosaceae
Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>	Rutaceae
Sauces, ahuejote	<i>Salix bonplandiana</i> , <i>Salix babylonica</i>	Salicaceas
Olmo chino y olmo blanco.	<i>Ulmus parvifolia</i>	Ulmaceae

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general:

- Evaluar el impacto fitosanitario del muérdago verdadero en el arbolado de la UAM-X, CDMX.

3.2 Objetivos específicos:

- Realizar el inventario del arbolado de la UAM Xochimilco.

- Determinar las especies forestales hospederas más dañadas por el ataque del muérdago verdadero.
- Determinar a los géneros y especies de muérdago.
- Evaluar la etapa de desarrollo que prevaleció, así como el estado físico y sanitario de la copa y tronco de todos los individuos por especie.
- Determinar el grado de infestación ocasionado por el muérdago en el arbolado de la UAM-X.
- Comparar las proporciones de árboles con presencia de muérdago entre zonas de estudio.

4. METODOLOGÍA

4.1 Área de estudio

La zona de estudio se localiza en Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, 04960, CDMX. México. La UAM-X, tiene una superficie de 212, 548. 00 m²; su relieve es totalmente plano, suelo tipo arcilloso, la mitad de la superficie son áreas verdes (Espacios físicos UAM-X, 2020).

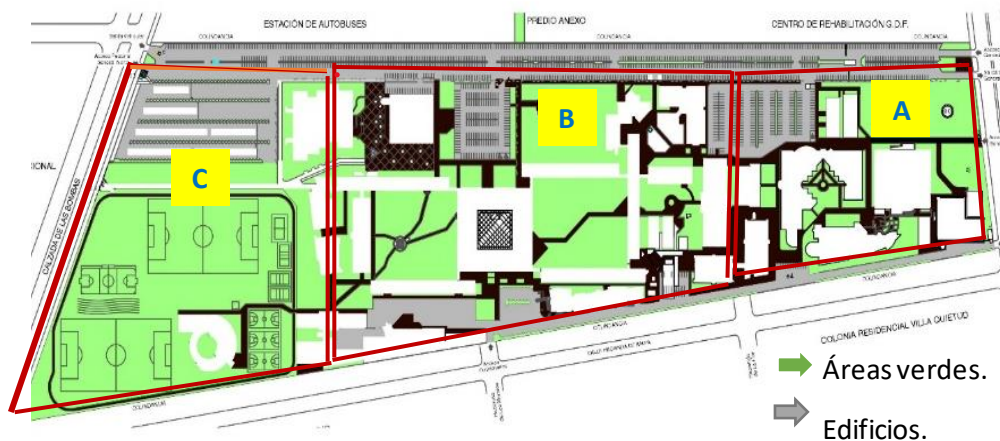


Figura 2. Mapa de la UAM dividido por zonas

Por medio del mapa de la universidad el cual muestra la composición del área de la escuela, se trazaron y designaron los polígonos correspondientes de cada jardín

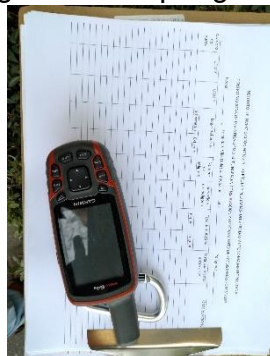


Figura 3. Limitación de polígonos.

(Figura 2). Previo al inventariado del arbolado, se marcaron los límites de cada uno con el GPS marca Garmin GPSMap 64s (Figura 3), para designar la superficie que le corresponde a cada polígono. El área de la escuela se dividió en tres zonas para tener comparación entre cada una de ellas. (Figura 2).

4.2 Evaluación dasométricas del arbolado

Se utilizó un formato de campo conforme a los parámetros que vienen en el Manual de Sanidad Forestal del CONAFOR (2007), donde se definió los parámetros y los factores a medir durante un inventario forestal, además se usó la escala de daño por muérdago verdadero establecida por Alvarado *et al*, (2003), especifica cada nivel de daño con relación al porcentaje de presencia de muérdago en la copa del árbol. En el inventario se tomaron datos fitosanitarios conforme a la escala del Manual de Sanidad Forestal los cuales se describen a continuación.

4.2.1 Diámetro normal

Se midió con una cinta diamétrica de 5 m marca perfoparts®, la cual se colocó en un punto del tronco y se giró a su alrededor hasta el punto de inicio de medición (Figura 4), en el caso de árboles de un solo tronco se midió a una altura de 1,30 m de altura, para los árboles bifurcados la medición se realizó dependiendo del punto de bifurcación, árboles que tenían de ramificaciones 30 cm arriba del nivel del suelo se tomó la medida del tronco en común, cuando la bifurcación empezaba a nivel del suelo se registró el diámetro de los troncos por separados (CONAFOR (2007)). En el caso de un árbol con varias ramas menores a 10 cm y que estaban aglomeradas se tomó como un conjunto.



Figura 4. Medición del Diámetro normal del árbol.

4.2.2 Altura

Para medir la altura de los árboles se utilizó un Clinómetro marca Haga Germany® (Figura 5), para esto el clinómetro se ajustó en relación con la altura del árbol, si se calcula que la altura fue mayor a 20 m se aleja esa distancia y se calibra la escala correspondiente, posteriormente con la pistola se apuntó a la base del árbol hasta la punta de su copa y se registra la altura.



Figura 5. Clinómetro para medir altura.

4.2.3 Diámetro de copa

El diámetro de la copa se midió con una cinta métrica de 30 m marca Surte®, el método consistió a través del ancho de la copa de los árboles, se desplazó la cinta de norte a sur y de este a oeste. Tomando como punto de referencia el inicio de la rama hasta el extremo de la rama del punto contrario (Figura 6).



Figura 6. Medida de Diámetro de Copa.

4.2.4 Longitud de copa

La longitud de la copa se determinó con ayuda del clinómetro, donde se consideró la primera ramificación del árbol hasta la punta copa del mismo. También se ajustó el clinómetro con base a la altura de cada árbol muestreado.

4.2.5 Etapa de desarrollo

Este factor, se evaluó de modo cualitativo, para esta actividad se utilizaron categorías que establece el Manual de Sanidad Forestal del CONAFOR (2007), de acuerdo con las características que se presentan en el Cuadro 2. De esta forma se consideró a partir de la altura del árbol y del diámetro normal.

Cuadro 2. Etapa de desarrollo.

Etapa de desarrollo	DN	Altura
1. Juvenil	5-20cm	6-10m
2. Maduro	20 cm	10m
3. Senil	>20 cm	<Vigor
4. Muerto	Separación de corteza	Sin vigor

4.2.6 Condición sanitaria de tronco y copa

Para la condición sanitaria del tronco y la copa se tomaron los criterios establecidos en el Manual de Sanidad Forestal del CONAFOR (2007), los rangos establecidos consideraron la cantidad de daño que presentó el árbol en las ramas y tronco, además de la forma de desarrollo del tronco y en su crecimiento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Condición sanitaria del tronco y copa

CST Y CSC	Daño	
1	Bueno	0
2	Regular	<50%
3	Malo	50-80 %
4	Pésimo	>80%

4.2.7 Evaluación del grado de infestación del muérdago verdadero en especies forestales

Para evaluar la presencia de muérdago se utilizó la escala donde 1 sería presencia y 0 la ausencia, también se usó la escala de daño usada por Alvarado *et al.*, (2003) que especifica desde la ausencia hasta infección severa, los niveles se registraron en campo con números del 1 al 6 (Cuadro 4.)

Cuadro 4. Categorías de infección del muérdago.

Categorías de infección del muérdago	% de presencia
1 Sin infección	0
2 Infección incipiente	<10%
3 Infección moderada	10-30%
4 Infección regular	30-50%
5 Infección severa	50-80%
6 Infección muy severa	80%

4.3 Colecta de ejemplares de muérdago verdadero

Durante el inventarió se recolectaron muestras de muérdago para determinar los géneros y especies, las cuales se colocaron en una bolsa ziploc y se registraron en el formato de campo anotando información como, fecha de colecta, punto de muestra, la zona y especie de árbol (Figura 7). Es importante tener en cuenta que debido a lo ocurrido con la pandemia se tuvo que realizar la colecta de las muestras de muérdago sin seguir el protocolo correcto.

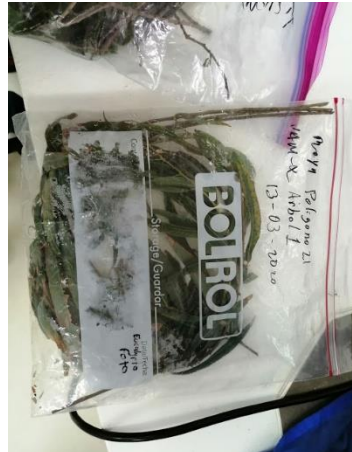


Figura 7. Muestra de muérdago.

4.4 Determinar taxonómicamente de las especies de muérdago

Las muestras recolectadas se llevaron al laboratorio de sanidad forestal de INIFAP/ CENID-COMEF, donde se colocaron en una prensa para su identificación mediante claves taxonómicas específicas para cada muestra de muérdago verdadero. Las muestras se examinaron en un microscopio estereoscópico marca Carl Zeiss® (Figura. 8).

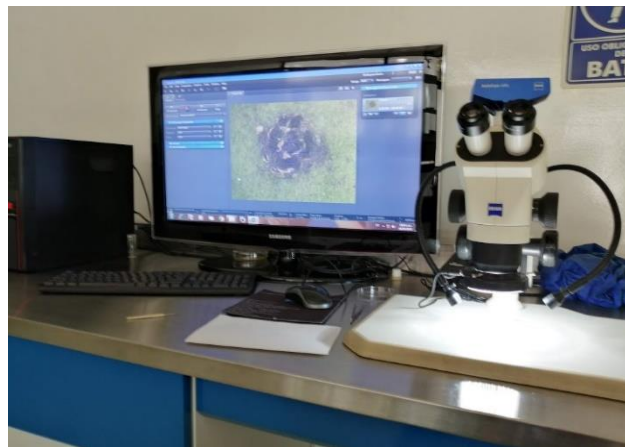


Figura 8. Análisis de muestras e identificación.

4.5 Método estadístico

Se analizaron los datos con la implementación del método de χ^2 , siguiendo la hipótesis de igualdad entre zonas (Ecuación 1), la metodología nos da como la opción el aceptar o el rechazar la hipótesis (UNAM, 2020)

$$P_A=P_b=P_c$$

Ecuación 1. Hipótesis de igualdad de zonas.

5. ACTIVIDADES REALIZADAS

- Brigadista: Se realizaron actividades de registro del arbolado, así como toma de datos, colecta de muestras, datos generales del arbolado.
- Actividades de laboratorio: se realizaron observaciones en las muestras de muérdago verdadero, para la identificación de un hongo que lo afecta, también la identificación del muérdago mediante el empleo de un microscopio estereoscópico marca Carl Zeiss y la comparación con claves taxonómicas.
- Actividades de oficina: búsqueda de equipo, redacción de reportes, recopilación de información.

6. OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS

- Se realizó el inventario del arbolado de la Universidad Autónoma Metropolitana, donde se anotó datos dasométricos de cada especie y observaciones de su condición fitosanitaria.
- La identificación de los árboles infectados se pudo lograr durante el inventario forestal, identificando las especies más dañadas y las que eran resistentes.
- Se identificaron los géneros y en lo posible las especies de estos con ayuda de claves taxonómicas.
- El inventariado determinó las etapas de desarrollo en la que se encontraba el arbolado demostrado que se encontraban en su mayoría en declinación.
- Se determinó la incidencia de cada especie que presentó muérdago tomando como referencia la escala de daño de Alvarado *et al*, (2003), determinando la cantidad de especies dañadas por zonas, así como en nivel de daño que alcanzo cada una.
- Se comparó la presencia de muérdago entre las tres zonas del estudio.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Inventario del arbolado de la UAM Xochimilco

Se registraron 549 ejemplares de árboles y arbustos en los tres polígonos (A,B,C) de la zona de muestreo, los cuales se agruparon en 42 especies, donde las más frecuentes fueron *Casuarina equisetifolia*, con 134 ejemplares, *Fraxinus uhdei* 53, *Jacaranda mimosifolia* con 49, *Salix bonplandiana* con 34, *Cupressus lusitanica* con 32 y 30 árboles de *Ficus benjamina* (Cuadro 5). Al relacionar estos resultados con

los obtenidos en la Tercera Sección del Bosque de Chapultepec, se tiene que hay coincidencia en tres especies arbóreas como son *Casuarina equisetifolia*, *Fraxinus uhdei* y *Jacaranda mimosifolia*, (Cervantes *et al*, 2019). Por su parte Chacalo y Arriaga (2011) en su estudio de las áreas verdes de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco identificaron 93 taxa de árboles, de ellas, 61.2% corresponde a: *Jacaranda mimosifolia*, *Fraxinus uhdei* (Wenzig) L., *Ficus retusa* L., *Erythrina americana* Mill., *Ficus benjamina* L., *Eucalyptus camaldulensis* Denhnh, *Thuja occidentalis* L., y *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton, estas especies coinciden con las presente en este estudio. En cuanto a las especies más empleadas para las áreas verdes, se encontró que en ambas unidades las especies con mayor población fueron *Fraxinus uhdei* (Wenzig) L. y *Jacaranda mimosifolia*. las cuales también predominaron en el inventario realizado en la UAM Xochimilco.

Cuadro 5. Relación se especies de árboles y arbustos

Población		Zona o poligono			Total general
Especie	Nombre Científico	A	B	C	
Acacia	<i>Acacia longifolia</i>		4	1	5
Adelfa	<i>Nerium oleander</i>	1	5	1	7
Ahuehuete	<i>Taxodium mucronatum</i>		15	7	22
Ahuejote	<i>Salix bonplandiana</i>	22	12		34
Álamo plateado	<i>Populus alba</i>		3		3
Araucaria	<i>Aracaudia heterophylla</i>		2		2
Árbol de paraguas	<i>Schefflera amate</i>	1	3		4
Bungabilia	<i>Bougainvillea spectabilis</i>			1	1
Casuarina	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	50	84		134
Cedro	<i>Cedrus deodara</i>		5		5
Cedro blanco	<i>Cupressus lusitanica</i>	3	29	5	37
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>		1		1
Cepillo	<i>Callistemon citrinus</i>		25		25
Ciprés italiano	<i>Cupressus sempervirens</i>		2	35	37
Ciruelo	<i>Prunus domestica</i>	10	4		14
Ciruelo rojo	<i>Prunus cerasifera</i>		5		5
Durazno	<i>Prunus persica</i>	6			6
Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>			8	8
Eucalipto azul	<i>Eucalyptus globulus</i>			1	1
Ficus	<i>Ficus benjamina</i>	7	23	2	32
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	15	38	10	63
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	1			1
Higo	<i>Ficus carica</i>		1		1
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	4	45	1	50
Magnolia	<i>Magnolia grandiflora</i>		1		1
Manzano	<i>Malus domestica</i>	1			1
Morera o mora	<i>Morus celtidifolia</i>			1	1

Níspero	<i>Eriobrotya japonica</i>		2		2
Nogal	<i>Carya ilinoensis</i>	1			1
Olmo chino	<i>Ulmus parvifolia</i>		2		2
Palma canaria	<i>Phoenix canariensis</i>	6	4	1	11
Palma washingtoniana	<i>Washingtonia robusta</i>		1		1
Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i>		1		1
Pino ocote	<i>Pinus ayacahuitle</i>	1			1
Pino radiata	<i>Pinus radiata</i>			2	2
Pirul	<i>Schinus molle</i>			3	3
Sauce Ilorón	<i>Salix babylonica</i>		9		9
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>			1	1
Tepozán	<i>Buddleria cordata</i>		1		1
Trueno	<i>Ligustrum lucidum</i>	5		7	12
Tulipán	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	1			1
Total general		135	327	87	549

Respecto al número de árboles por polígono, se encontró más arbolado en la zona "B" con 327 ejemplares, siguiendo en orden de importancia la zona "A" con 134 y la "C" con 87 individuos (Figura 9). Esta diferencia se debe a que el polígono "B" tiene más superficie de área verde.

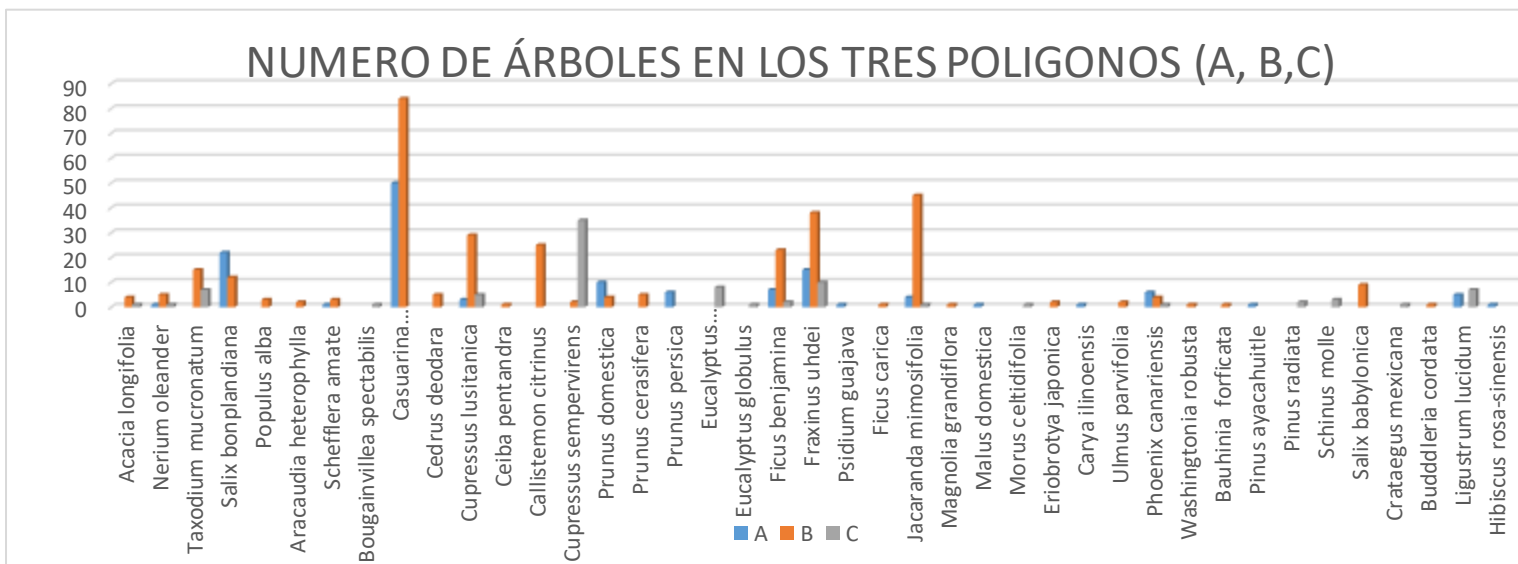


Figura 9. Frecuencia de especies de arboles

7.2 Especies arbóreas con infestación de muérdago

Las especies de árboles con mayor porcentaje de infestación ocasionado por el muérdago verdadero fueron: fresno (*Fraxinus uhdei*) con 43%, ahuejote (*Salix bonplandiana*) con 23.18, adelfa (*Nerium oleander*) 7.24%, sauce llorón (*Salix babylonica*) con 5.79%, mientras ciruelo (*Prunus domestica*), durazno (*Prunus persica*) y trueno (*Ligustrum lucidum*) con daño de 4.34% (Figura 10). La especie de muérdago verdadero *Struthanthus interruptus* es una de las siete especies de muérdago reportadas en la Ciudad de México, la cual parasita árboles de los géneros *Fraxinus* (fresno), *Populus* (álamo), *Ulmus* (olmo), *Ligustrum* (trueno), entre otros (Cibrián, 2010). Las especies principales que presentaron menor daño fueron: casuarina (*Casuarina equisetifolia*) con un daño de 27.77%, jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) con 10.23% de deterioro, ciprés común (*Cupressus sempervirens*) y cedro blanco (*Cupressus lusitanica*) y con un deterioro de 7.72%. Las especies más dañadas por el muérdago encontradas en este trabajo, coinciden con las determinadas por Marchal (2009); en este sentido, jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) es atacada tanto a *Struthanthus quercicola* como a *Cladocolea loniceroides*; casuarina es más propensa a ambos muérdagos, y además a *Cuscuta corymbosa*; durazno, ciruelo y tejocote son afectadas por *Phoradendron velutinum*; ahuejote rojo, ahuejote blanco y álamo americano son susceptibles tanto a *Struthanthus quercicola* como a *Cladocolea loniceroides*.

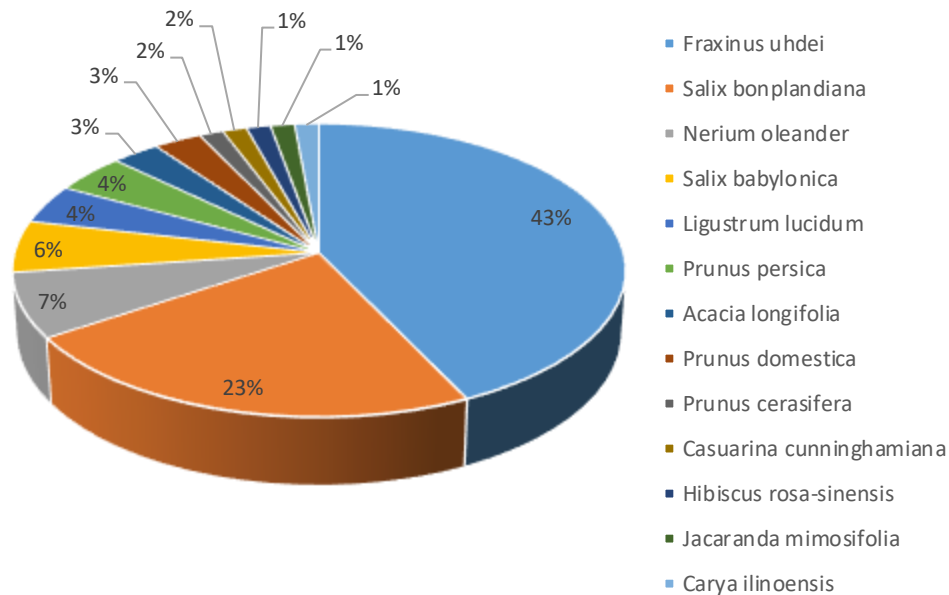


Figura 10. Especies arbóreas más dañadas por muérdago

Las especies principales que presentaron menor daño fueron: casuarina (*Casuarina equisetifolia*) con un daño de 27.77%, jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) con

10.23% de deterioro, ciprés común (*Cupressus sempervirens*) y cedro blanco (*Cupressus lusitanica*) y con un deterioro de 7.72%. (Figura 11). Cabe destacar que hay más especies forestales pero su incidencia es menor a la cantidad de individuos.

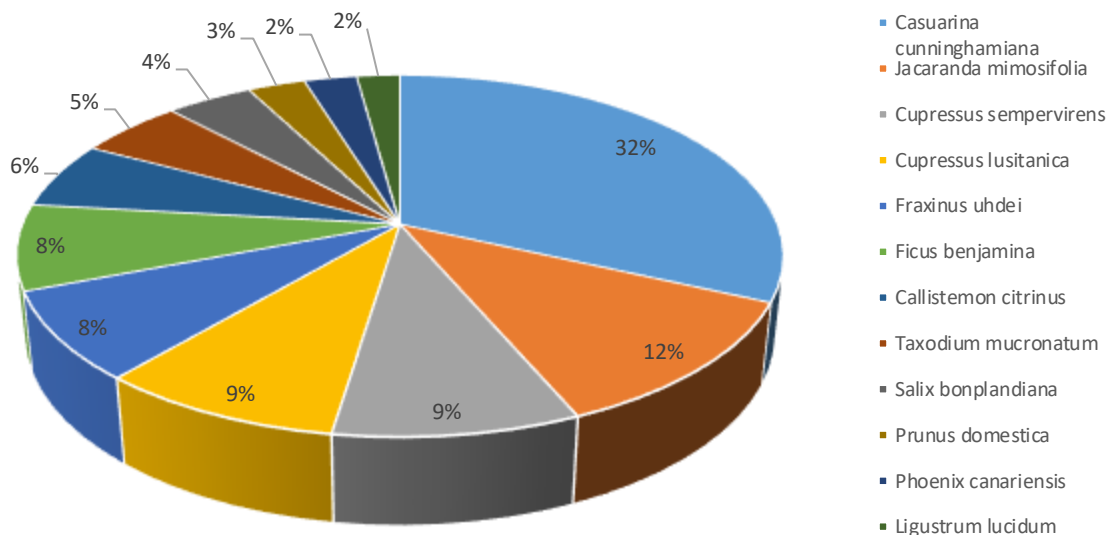


Figura 11. Hospederos menos infestados por muérdago verdadero

7.3 Especies de muérdago verdadero que infestan al arbolado

El principal género de muérdago identificado fue *Cladocolea*, se encontró en la mayoría de los árboles (96%); la especie *Cladocolea loniceroides* ocasionó el mayor daño (%), infestando a especies arbóreas como fresno (*Fraxinus uhdei*), durazno (*Prunus pérsica*), trueno (*Ligustrum lucidum*), álamo (*Populus alba*), ahuejote (*Salix bonplandiana*), adelfa (*Nerium oleander*), ciruelo (*Prunus domestica*) y acacia (*Acacia longifolia*). También se determinó al género *Struthanthus* sp., afectando con 3% a jacaranda y casuarina, mientras que *Phoradendron* sp. Infestó a trueno, jacaranda y nogal con 1% (cuadro 6). Este resultado concuerda con el reportado por Alvarado y Saavedra (2005), quienes mencionan como árboles hospederos del género *Cladocolea* a ahuejote (*Salix bonplandiana*). Marchal (2009) menciona que en la Ciudad de México podía observarse una cierta diferencia entre las especies arbóreas que cada una de las dos principales especies de muérdago prefería. *Struthanthus quercicola* prefería a truenos, jacarandas, alamillos y ahuehuetes; en tanto *Cladocolea loniceroides* se hospedaba en fresnos, olmos chinos y los sauces. Los géneros determinados por este autor coinciden con los identificados en el arbolado de la UAM-X; en cuanto al género *Cladocolea*, las especies reportadas en ambos estudios son diferentes, sin embargo, hay coincidencia en algunos hospederos como durazno y fresno.

Cuadro 6. Especies de muérdago verdadero que infestan al arbolado

Géneros	Suma de Total	Suma de %
<i>Cladocolea</i>	66	96
<i>Ioniceroides.</i>		
<i>Phoradeendrom sp.</i>	1	1
<i>Struthantus sp.</i>	2	3
Total general	69	100

7.4 Etapa de desarrollo que prevaleció, así como el estado físico y sanitario de la copa y tronco de todos los individuos por especie

Un porcentaje del arbolado de la UAM-Xochimilco (61%) se encontró en una etapa de declinación, mientras que alrededor de un tercio de la población (32.4%) fueron maduros, entre tanto hubo menor arbolado joven (6%) en la vegetación de esta universidad; por último, el 0.73% correspondió a los árboles muertos. Con base a estos datos, se tiene que gran parte de este arbolado (93%) va en declinación, por lo que se tiene que renovar por medio de programas de reforestación (cuadro 7).

Cuadro 7. Etapa de desarrollo del arbolado y condición sanitaria del tronco y copa

#	Categoría	Árboles	Porcentaje (%)
Etapa de desarrollo			
1	Juvenil	32	5.83
2	Maduro	178	32.42
3	Senil	335	61.02
4	Muerto	4	0.73
Condición Sanitaria del Tronco			
1	Bueno	22	4.01
2	Regular	342	62.30
3	Malo	174	31.69
4	Pésimo	11	2.00
Condición Sanitaria Copa			
1	Bueno	15	2.73
2	Regular	311	56.65
3	Malo	206	37.52
4	Pésimo	17	3.10

Los resultados obtenidos en esta investigación, en cuanto a las frecuencias de las etapas de desarrollo de los árboles, son contrarios a los reportados por Cervantes *et al.* (2019) para la tercera sección del Bosque de Chapultepec, donde predominó la etapa juvenil con 46.5%, seguida de la madura con 30.8%, muertos con 13% y por último senil con 9.6%. Por otra parte, Velasco *et al.*, (2013), en su estudio realizado en el Bosque de Aragón, encontraron que las etapas de desarrollo prevalecientes fueron la madura y juvenil con 58.3 y 41.1%, respectivamente; lo que indica un bosque renovado a través de los programas de reforestación fomentados en el área.

Las dos condiciones sanitarias del tronco en los árboles de la UAM-Xochimilco de mayor impacto fueron regular y malo con valores que ascendieron a 62.3% y 31.6%, respectivamente. Asimismo, en el caso de la condición de copa ambas categorías también resultaron alarmantes, con porcentajes respectivos superiores al 55 y 37% (cuadro 7).

7.5 Grado de infestación ocasionado por el muérdago en el arbolado de la UAM-X

La mayoría de la vegetación en el área de estudio estuvo libre de infestación de muérdago verdadero con un porcentaje superior al 87%. Por otra parte, la infestación del arbolado (alrededor del 13%) ocurrió desde la categoría de incipiente (3.6%) hasta muy severa (1.8%) (Cuadro 8). Estos resultados ponen de manifiesto que la presencia del muérdago en la UAM-X no es alarmante; de hecho, menos del 5% del arbolado presenta infestación severa y muy severa.

Cuadro 8. Grados de infestación ocasionado por el muérdago verdadero

#	Categoría	Arboles	Porcentaje (%)
Categoría de presencia de muérdago			
1	Sin Infestación	479	87.25
2	Infestación Incipiente	20	3.64
3	Infestación moderada	18	3.28
4	Infestación Regular	11	2.00
5	Infestación Severa	11	2.00
6	Infestación Muy Severa	10	1.82
Total		549	

Al respecto, Sandoval y Gutiérrez (2006), en áreas verdes y camellones en 10 delegaciones del Distrito Federal, determinaron 15 familias botánicas susceptibles al muérdago verdadero y encontraron un 17% de árboles sanos, 29% con infestación leve, 25% con media y 29% con severa; estos porcentajes son significativamente diferentes a los resultantes en el presente estudio, que como puede observarse, el arbolado en su mayoría está sano en lo que al muérdago se refiere. Por su parte Martínez *et al* (2021) evaluó en el Parque Rodolfo Landeros Gallegos de la ciudad de Aguascalientes 4,154 individuos de los cuales 2,343 estuvieron

afectados, que equivalen a una incidencia de infestación total de poco más de 56%. El bajo porcentaje de infestación en el arbolado de la UAM-Xochimilco al parecer se debe a que esta universidad cuenta personal especializado de jardineros y de profesionistas que están involucrados técnicamente en el manejo de su vegetación.

7.6 Comparación de poblaciones por zonas.

Se analizó mediante el método estadístico de la χ^2 los datos obtenidos de la población de muérdago por zona, se hizo una comparación de datos entre las zonas para aceptar o rechazar la hipótesis de igualdad entre las zonas (Ecuación 2), se esperaba encontrar poblaciones similares de muérdago, sin embargo, el método estadístico descarta esta teoría ya que como se muestra en la tabla de comparación de zonas (Cuadro 8) los árboles con muérdago son diferentes.

$$P_A = P_B = P_C$$

Ecuación 2. Hipótesis de igualdad de zonas.

La población esperada es diferente a la población obtenida, la diferencia entre cada zona es notable destacando mayor cantidad en la zona B con 34 infectados los cuales están por debajo del valor esperado, seguido por la zona A que presentó 28 árboles infectados el cual es superior a la cantidad esperada (16.87) y por último la zona C con 7 infectados estando por debajo de los contagios esperados.

Cuadro 8. Comparación de zonas.

	Zona A	Zona B	Zona C	Total
Con muérdago	28 (16.87)	34 (41.17)	7 (10.95)	69
Sin muérdago	106 (117.12)	293 (285.82)	80 (76.04)	479
Total	134	327	87	548

X-squared = 11.459, df = 2, p-value = 0.003248 p-α=0.005

Al correr los datos en el programa de R project se obtuvo que el valor de p es de 0.003248, valor que es menor α de p de 0.005, por lo cual estadísticamente se descarta la hipótesis de igualdad (Cuadro 9).

Cuadro 9. Chi cell 2

	Zona A	Zona B	Zona C
Con muérdago	7.339059	1.2497659	1.4274763
Sin muérdago	1.057192	0.1800289	0.2056281

También se obtuvo una tabla (Figura 12) con los valores de χ^2 de cada zona donde los datos sumados dan como total 11.45, que equivale al valor obtenido del programa, en la tabla se puede notar que la zona A es la que mayor presencia tiene y genera la desigualdad entre las zonas, esto debido a que la cantidad obtenida en la zona A es mayor al valor esperado, corresponde al total 64% del valor de χ^2 .

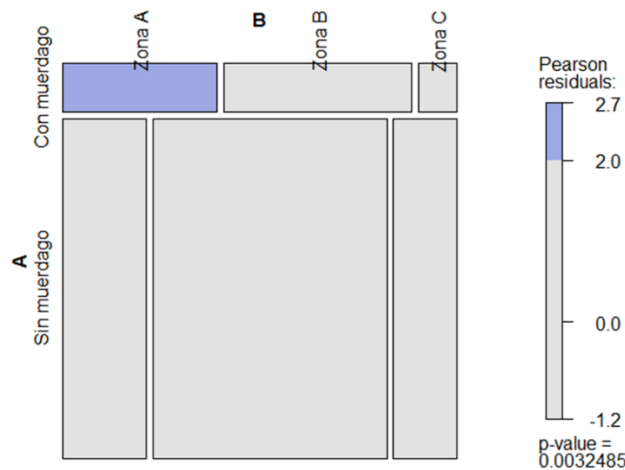


Figura 12. Grafica de comparación de zonas.

La Figura 12 muestra una gráfica comparativa de los datos anteriormente mencionados, en él se muestra las diferencias entre las zonas y mayor presencia conforme a los resultados del método estadístico, se refleja los residuos por zonas donde la que mayor relevancia tiene es la zona A.

8. CONCLUSIÓN

La UAM-Xochimilco cuenta con una biodiversidad aceptable de árboles y arbustos, donde predominan especies como Casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y Fresno (*Fraxinus uhdei*), por lo que han sido las más utilizadas en los programas de reforestación, ya que también se han reportado en otras áreas verdes de varias alcaldías.

Se menciona que la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco representa un laboratorio vivo, ya que su arbolado presenta infestación ocasionada por el muérdago verdadero en un porcentaje alrededor del 13%, siendo las especies Casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y Fresno (*Fraxinus uhdei*) las más infestadas

El principal género de muérdago identificado fue *Cladocolea*, el cual se encontró en la mayoría de los árboles, donde la especie *Cladocolea loniceroides* ocasionó el mayor daño.

Con respecto al estado sanitario de tronco y copa se determinó que el arbolado de la UAM-Xochimilco se encuentra en una etapa de declinación, ya que la mayoría de los árboles son seniles y maduros.

Se detectó un porcentaje relativamente bajo de infestación en el arbolado de la UAM-Xochimilco, esta condición al parecer se debe a esta universidad cuenta con un equipo de jardineros y de maestros que están involucrados en el manejo de su vegetación.

La proporción de árboles que presenta muérdago no es la misma en las zonas A, B y C, en particular las zonas B y C resultaron notablemente diferentes. De hecho, la zona B sobresale con la mayor frecuencia relativa misma que asciende a un 50%.

9. RECOMENDACIONES

Mientras no se desarrollen métodos de control de muérdago sería recomendable el reforestar con árboles cuya resistencia sea mayor o con nivel de infección baja, también es recomendable realizar podas de ramas infectadas y en casos severos tala de árboles para ser sustituidos.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios G. N. 2012. Plant Pathology. Academic Press. San Diego, California, United States of America. 845p.
- Alvarado D. R. y Saavedra L. R. 2016^a. Estado del Arte de las Plantas Parásitas en México. Colegio de postgraduado. Campus Montecillo, Edo. de México.
- Alvarado D. R. y Saavedra L. R. 2016b. La investigación sobre plantas parásitas en México. Memorias del Foro Nacional: Las Plantas Parásitas en México. Unidad de Congresos Colegio de postgraduados, Campus Montecillo, Edo de México.
- Alvarado, D. R., Equihua, A. M., Estrada, E. V., Franco, V. M., González, A. M., Saavedra, L. R. 2003. The *Cladocolea* genus in the Mexican City Basin and its management/El género *Cladocolea* en la Cuenca de México y una propuesta de manejo. 1st Joint Meeting of the 12th Nacional Symposium on Forest Parasites and the 54th Western Forest Insect Work Conference (WFIWC). Guadalajara, México. November 3-6. Abstracts/Resúmenes. p. 10.
- Alvarado-Rosales, D. & Saavedra, Luz. (2005). El Género *Cladocolea* (Loranthaceae) en México: Muérdago Verdadero o Injerto. Serie Ciencias Forestales Y Del Ambiente. 11. 5-9.
- Cervantes B. M., Ortiz B. R., & Reséndiz M. F. 2019. Condición fitosanitaria del arbolado de la tercera sección del bosque de Chapultepec. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF/INIFAP) CDMX, México.
- Colín, S. M. 2017. Determinación de las especies de la familia *Loranthaceae* y *Santalaceae* en el bosque del Nevado de Toluca. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Universidad Autónoma del Estado de México. Campus Universitario "El Cerrillo", El Cerrillo Piedras Blancas, municipio de Toluca, México. 62 p.
- CONAFOR. 2007. Manual De Sanidad Forestal. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco. 75 p.
- CONAFOR. 2018. El muérdago en el arbolado urbano. Foro Temático Sanidad Forestal D.F. Fecha de consulta :21 de febrero 2020. Disponible en: http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/18/19027_Mu%C3%A9rdago%20en%20arbolado%20urbano.pdf
- Cruzado L. L. 2013. Modelos epidemiológicos del muérdago. Tesis para obtener el título de licenciada en matemáticas aplicadas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. 109 p.

- Espinoza P. Z., Ramírez J. D., Cibrián D. T., Villanueva A. M., Cibrián V. L., Figueroa D. F. y Rivera R. M. 2019. Modelo de la distribución espacial del muérdago (Santalales: Loranthaceae) en las áreas verdes de la delegación Tlalpan, México. Universidad Autónoma de Chapingo, Maestría en Ciencias Forestales. Texcoco, México.
- Luna L. M. 2012. Identificación y determinación de incidencia y severidad de los muérdagos *Phoradendron* spp. sobre Nogal pecanero (*Carya illinoensis*) de huertos establecidos en la UAAAN. Tesis de Licenciatura (Ingeniero Agrónomo en Parasitología). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 38 p.
- Marchal D. V. 2009. El muérdago en la Ciudad de México. Arbolama, Asociación Mexicana de Arboricultura A.C. No.2. pp. 10-30
- Martínez L. G. 2008. Árboles y áreas verdes urbanas de la Ciudad de México y su zona metropolitana. Fundación Xochitla A.C. México. 546 p.
- Martínez-Castruita, I. A., Sandoval-Ortega, M. H., Arellano-Delgado, M., & Martínez-Calderón, V. M. 2021. Infestación por *Cladocolea loniceroides* y sus potenciales aves dispersoras de semillas en un área verde urbana de la ciudad de Aguascalientes, México. Madera y Bosques, 27(1).
- Plascencia A. G., Magallón C. M. y Rivera O. A. 2016. Diagnóstico, evaluación y control de los muérdagos en México. Memorias del Foro Nacional: las Plantas Parásitas en México. Unidad de Congresos Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Edo de México.
- Salgado S. C. 2016. Optimización de la extracción acuosa de compuestos antioxidantes de *Cladocolea loniceroides*. Tesis para obtener el grado de especialista en Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. 72 p.
- Sandoval C., L. y Gutiérrez G. 2006. Plantas parásitas del arbolado urbano. Arborea 8. Ciudad e Mexico. Mexico.
- UNAM, 2020. INFERENCIA ESTADISTICA, Chi Cuadrada. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.
- Vázquez I. C., Villa A. R. y Madrigal S. H. 2006. Los muérdagos (Loranthaceae) en Michoacán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. División Forestal. Uruapan, Michoacán. 97 p.
- Velasco B. E., Cortes B. E. N., González H. A., Moreno S. F. & Benavides M. H. M. 2013. Diagnóstico y caracterización del arbolado del bosque de San Juan Aragón. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. INIFAP. Rev. Mex. Cien. For. Vol. 4 Núm. 19.