

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPORTAMIENTO DEL
ARBOLADO URBANO EN MONTEVIDEO

por

Emilio TERRANI TEXEIRA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2014

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Gabriela Jolochin

Ing. Agr. Carlos Brussa

Ing. Agr. Rafael Escudero

Fecha: 18 de diciembre de 2014

Autor:

Emilio Terrani Texeira

AGRADECIMIENTOS

A la Ingeniera Gabriela Jolochin y a los Ingenieros Carlos Brussa, Rafael Escudero y Alfonso Arcos por haberme guiado, apoyado y confiado en mí para la realización de este trabajo.

A mis compañeros y amigos de facultad que sin duda tuvieron un rol fundamental en estos 5 años y que son lo mejor que me dejó esta etapa.

Al resto de mis amigos que también estuvieron presentes y son parte de mi vida.

A mi familia por el apoyo constante y en especial a mis padres Sergio y Daniela por enseñarme a respetar la naturaleza y que lo importante es hacer lo que a uno le gusta.

Por último, a mi “nonno” Hugo por enseñarme a valorar y cuidar de los árboles.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 DEFINICIÓN DE ARBOLADO URBANO.....	3
2.1.1 <u>Definiciones norteamericanas</u>	4
2.1.2 <u>Definiciones europeas</u>	5
2.2 BENEFICIOS E IMPORTANCIA DEL ARBOLADO EN LAS CIUDADES..	6
2.2.1 <u>Beneficios físicos y biológicos</u>	6
2.2.2 <u>Beneficios sociales y económicos</u>	8
2.3 PLANIFICACIÓN Y DISEÑO.....	9
2.3.1 <u>Selección de especies</u>	12
2.4. PLANTACIÓN.....	16
2.5 MANTENIMIENTO.....	18
2.5.1. <u>Podas</u>	19
2.5.1.1 Poda de formación.....	19
2.5.1.2 Poda de mantenimiento.....	20
2.5.1.3 Poda de reducción de copa.....	20
2.6 PARTICIPACIÓN COMUNITARIA.....	21
2.7 ESTABILIDAD DE LA POBLACIÓN.....	21
2.7.1 <u>Testeo de nuevas especies</u>	23
2.7.2 <u>Edad y diversidad de especies</u>	24

2.8 CENSO DE ARBOLADO	25
2.8.1 <u>Recolección de datos</u>	26
2.9 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES CULTIVADAS EN MONTEVIDEO	27
2.9.1 <u>Melia azedarach</u> L., “Paraíso”, Familia: Meliaceae	27
2.9.2 <u>Fraxinus pennsylvanica</u> Marshall, “Fresno americano”, Familia: <u>Oleaceae</u>	27
2.9.3 <u>Platanus x acerifolia</u> (Aiton) Willd, “Plátano”, Familia: Platanaceae..	27
2.9.4 <u>Tipuana tipu</u> (Benth.) Kuntze, “Tipa”, Familia: Fabaceae.....	28
2.9.5 <u>Fraxinus excelsior</u> L., “Fresno europeo”, Familia: Oleaceae.....	28
2.9.6 <u>Acer negundo</u> L., “Arce negundo”, Familia: Sapindaceae.....	28
2.9.7 <u>Jacaranda mimosifolia</u> D. Don, “Jacarandá”, Familia: Bignoniaceae	29
2.9.8 <u>Ulmus procera</u> Salisb., “Olmo europeo”, Familia: Ulmaceae	29
2.9.9 <u>Acer saccharinum</u> L., “Arce sacarino”, Familia: Sapindaceae.....	29
2.9.10 <u>Taxodium distichum</u> (L.) Kunth. , “Ciprés calvo”, Familia: <u>Cupressaceae</u>	29
2.9.11 <u>Catalpa bignonioides</u> Walter, “Catalpa”, Familia: Bignoniaceae	30
2.9.12 <u>Firmiana simplex</u> (L.) W. Wight, “Parasol de la China”, Familia: <u>Malvaceae</u>	30
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	31
3.1 ORIGEN Y ALCANCE DE LOS DATOS.....	31
3.2 VARIABLES ANALIZADAS	31
3.3 METODOLOGÍA.....	32
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	34
4.1 NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ESPECIES CULTIVADOS EN ACERAS DE MONTEVIDEO.....	34
4.2 PROPORCIÓN DE ESPECIES “NO ADECUADAS” Y SUS CARACTERÍSTICAS	36
4.3 DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO-EDAD DE LOS ÁRBOLES.....	37
4.4 PROPORCIÓN DE ESPECIES POR CLASES DE DAP	40

4.4.1 <u>Grupo A, especies exitosas y predominantes</u>	42
4.4.1.1 <i>Melia azedarach</i>	42
4.4.1.2 <i>Platanus x acerifolia</i>	43
4.4.1.3 <i>Tipuana tipu</i>	45
4.4.1.4 <i>Acer negundo</i>	45
4.4.1.5 <i>Fraxinus excelsior</i>	46
4.4.1.6 <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	47
4.4.2 <u>Grupo B, especies exitosas menos comunes</u>	49
4.4.2.1 <i>Ulmus procera</i>	49
4.4.2.2 <i>Acer saccharinum</i>	50
4.4.2.3 <i>Ceiba speciosa</i>	50
4.4.2.4 <i>Populus deltoides</i>	51
4.4.2.5 <i>Taxodium distichum</i>	52
4.4.3 <u>Grupo C, especies menos exitosas</u>	54
4.4.3.1 <i>Jacaranda mimosifolia</i>	54
4.4.3.2 <i>Firmiana simplex</i>	55
4.4.3.3 <i>Catalpa bignonioides</i>	55
4.4.4 <u>Grupo D, especies recientes</u>	57
4.4.4.1 <i>Tilia x viridis</i>	57
4.4.4.2 <i>Liquidambar styraciflua</i>	58
4.4.4.3 <i>Grevillea robusta</i>	58
4.4.4.4 <i>Peltophorum dubium</i>	59
4.5 ESTADO VEGETATIVO DE LOS ÁRBOLES	61
4.5.1 <u>Relative performance index (RPI) y EV por especie</u>	62
4.5.1.1 <i>Melia azedarach</i>	64
4.5.1.2 <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	66
4.5.1.4 <i>Tipuana tipu</i>	68
4.5.1.6 <i>Acer negundo</i>	70

4.5.1.8 <i>Ulmus procera</i>	72
4.5.1.10 <i>Ceiba speciosa</i>	74
4.5.1.11 <i>Populus deltoides</i>	75
4.5.1.14 <i>Firmiana simplex</i>	78
4.5.1.15 <i>Tilia x viridis</i>	79
4.5.1.16 <i>Peltophorum dubium</i>	80
4.5.1.17 <i>Liquidambar styraciflua</i>	81
4.5.1.18 <i>Grevillea robusta</i>	82
4.6 EVALUACIÓN POR MUNICIPIO.....	87
4.6.1 <u>Municipio A</u>	91
4.6.2 <u>Municipio B</u>	91
4.6.3 <u>Municipio C</u>	92
4.6.4 <u>Municipio CH</u>	92
4.6.5 <u>Municipio D</u>	92
4.6.6 <u>Municipio E</u>	93
4.6.7 <u>Municipio F</u>	93
4.6.8 <u>Municipio G</u>	93
4.7 PLANIFICACIÓN DEL ARBOLADO DE MONTEVIDEO.....	94
4.7.1 <u>Semillero y vivero</u>	96
4.7.2 <u>Plantación</u>	97
4.7.3 <u>Poda</u>	98
5. <u>CONCLUSIONES</u>	101
6. <u>RESUMEN</u>	104
7. <u>SUMMARY</u>	106
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	107
9 <u>ANEXOS</u>	112

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Especies consideradas inadecuadas para el arbolado de aceras	37
2. No. ejemplares para alcanzar distribución "ideal"	39
3. Proporciones de especies en clases de DAP	40
4. Relative performance index	63
5. Evaluación general de especies	83
6. Municipios, barrios y principales especies	87
7. Habitantes, superficie y árboles de los municipios.....	90

Figura No.	
1. Proporción de especies cultivadas en aceras.....	34
2. Proporción de individuos totales por clase de DAP	37
3. Proporción de individuos seleccionados vs. proporciones "ideales" por clase de DAP	39
4. Proporción de <i>Melia azedarach</i> por clase de DAP.....	43
5. Proporción de <i>Platanus x acerifolia</i> por clase de DAP	44
6. Proporción de <i>Tipuana tipu</i> por clase de DAP	45
7. Proporción de <i>Acer negundo</i> por clase de DAP.....	46
8. Proporción de <i>Fraxinus excelsior</i> por clase de DAP	47
9. Proporción de <i>Fraxinus pennsylvanica</i> por clase de DAP	48
10. Proporción de <i>Ulmus procera</i> por clase de DAP.....	49
11. Proporción de <i>Acer saccharinum</i> por clase de DAP	50
12. Proporción <i>Ceiba speciosa</i> por clase de DAP	51
13. Proporción de <i>Populus deltoides</i> por clase de DAP.....	52
14. Proporción de <i>Taxodium distichum</i> por clase de DAP	53
15. Proporción de <i>Jacaranda mimosifolia</i> por clase de DAP	54

16. Proporción de <i>Firmiana simplex</i> por clase de DAP	55
17. Proporción de <i>Catalpa bignonioides</i> por clase de DAP	56
18. Proporción de <i>Tilia x viridis</i> por clase de DAP	57
19. Proporción de <i>Liquidambar styraciflua</i> por clase de DAP	58
20. Proporción de <i>Grevillea robusta</i> por clase de DAP	59
21. Proporción de <i>Peltophorum dubium</i> por clase de DAP	60
22. Proporción de individuos por EV	61
23. Proporción de individuos totales y seleccionados por EV	62
24. Proporción de <i>Melia azedarach</i> por EV y clase de DAP	64
25. Proporción de <i>Fraxinus pennsylvanica</i> por EV y clase de DAP	66
26. Proporción de <i>Platanus x acerifolia</i> por EV y clase de DAP	67
27. Proporción de <i>Tipuana tipu</i> por EV y clase de DAP	68
28. Proporción de <i>Fraxinus excelsior</i> por EV y clase de DAP	69
29. Proporción de <i>Acer negundo</i> por EV y clase de DAP	70
30. Proporción de <i>Jacaranda mimosifolia</i> por EV y clase de DAP	71
31. Proporción de <i>Ulmus procera</i> por EV y clase de DAP	72
32. Proporción de <i>Acer saccharinum</i> por EV y clase de DAP	73
33. Proporción de <i>Ceiba speciosa</i> por EV y clase de DAP	74
34. Proporción de <i>Populus deltoides</i> por EV por clase de DAP	75
35. Proporción de <i>Taxodium distichum</i> por EV y clase de DAP	76
36. Proporción de <i>Catalpa bignonioides</i> por EV y clase de DAP	77
37. Proporción de <i>Firmiana simplex</i> por EV y clase de DAP	78
38. Proporción de <i>Tilia x viridis</i> por EV y clase de DAP	79
39. Proporción de <i>Peltophorum dubium</i> por EV y clase de DAP	80
40. Proporción de <i>Liquidambar styraciflua</i> por EV y clase de DAP	81
41. Proporción de <i>Grevillea robusta</i> por EV y clase de DAP	82
42. Ubicación de municipios de Montevideo.	87
43. Proporción de individuos por clase de DAP por municipio	89
44. Proporción de individuos por EV por municipio	90

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Montevideo cuenta con 211.402 árboles en sus aceras y se estima que existen 100.000 más en parques y plazas. De esta forma, hay aproximadamente un árbol cada 4 habitantes, cifra que se destaca entre las demás capitales latinoamericanas (IMM, 2012).

Los árboles urbanos proveen múltiples beneficios sociales, físicos, biológicos y económicos. Modifican el microclima del medio urbano, amortiguando los cambios de temperatura y reduciéndola al sombrear las superficies, capturan partículas contaminantes del aire, sirven de aislación acústica, disminuyen el agua de escorrentía, son refugio de fauna, contribuyen a la calidad de vida de las personas facilitando el uso de los espacios libres, la recreación y permitiendo que el medio urbano sea un lugar más agradable para vivir (Nowak et al., 1997). Por ejemplo, en la ciudad de Bismarck, EEUU, los árboles de las calles retornan 3,09 dólares en beneficios por cada dólar gastado (Peper et al., 2004). En Berkeley, EEUU, los 36.485 árboles presentes en las calles y parques, proveen aproximadamente 3,25 millones de dólares anuales en beneficios a la comunidad (\$89/árbol) (Maco et al., 2005). Debido a sus múltiples contribuciones, es que los árboles en las calles deben ser considerados como una necesidad y no como un objeto de lujo (Burden, 2008).

Maximizar estos beneficios implica una correcta planeación, diseño y manejo de los árboles urbanos, ya que un manejo inadecuado puede reducir los beneficios e incrementar los costos (Nowak et al., 1997).

Los medios urbanos presentan características adversas y estresantes para el desarrollo de los árboles (Richards, 1983). Por lo que seleccionar los árboles más apropiados para los distintos sitios de la ciudad es crucial para el éxito de los programas de arbolado. Una elección inapropiada podría llevar al deterioro o muerte de los árboles, o también a generar inconvenientes en el futuro, donde la solución podría ser compleja y costosa (Gerhold y Porter, 2007b). Analizar el comportamiento y adecuación de las especies al medio, así como de su performance en relación al resto de las especies, es importante para una correcta selección.

A su vez, la estabilidad de la población de árboles depende de la longevidad de cada individuo y de que el número necesario de replazos sea suficiente. Árboles más longevos disminuyen la frecuencia de replazo necesaria para mantener la población. Las especies mejor adaptadas a los sitios de plantación son las que tendrán éxito a largo plazo, por lo que una distribución de edades que asegure la continuidad de estas especies contribuye a la estabilidad de la población (Richards, 1983).

Por otro lado, en relación al manejo y específicamente a las prácticas de poda, se sabe que cuando una especie es seleccionada correctamente para un sitio, la poda sería un manejo innecesario. La eliminación de grandes ramas dejan heridas difíciles de cubrir, facilitando el ingreso de patógenos y debilitando a los árboles (Lell, 2006). Es así que un manejo inadecuado podría incidir negativamente en el estado de la población de árboles.

Por estos motivos es importante conocer las condiciones, estructura y manejo de la población de árboles de la ciudad, ya que delinearía las bases para la planificación y manejo futuro.

Por lo mencionado anteriormente, este trabajo tiene como objetivos evaluar las condiciones actuales del arbolado urbano de Montevideo, analizando la estructura, estado y comportamiento de la población general y de las principales especies, y discutir sobre la planificación y manejo actual del arbolado.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 DEFINICIÓN DE ARBOLADO URBANO

La arboricultura urbana en EEUU tuvo gran desarrollo en las décadas de 1970 y 1980, aunque sus comienzos profesionales datan de finales del siglo 19 ligado al comienzo de la forestación profesional (Johnston, Jorgensen, Miller, Koch, Ricard, Williams, citados por Konijnendijk et al., 2006). Incluso existían ya en ese período profesionales que participaban a nivel municipal y eran denominados forestadores urbanos, arboristas urbanos, forestadores municipales, forestadores urbanos o protectores de árboles (Harris et al., Jorgensen, Miller, Ricard, citados por Konijnendijk et al., 2006).

A principios y mediados del siglo XX muchos estados y municipalidades de EEUU tenían programas y profesionales para los árboles de sombra (árboles urbanos) y también se desarrollaron varias conferencias sobre este tema (Johnston, citado por Konijnendijk et al., 2006). Según Campana, citado por Konijnendijk et al. (2006) la arboricultura urbana tuvo su origen profesional en este periodo.

Europa tiene una larga y rica historia sobre diseño y manejo de espacios verdes. Inicialmente la mayoría de los parques y jardines en las ciudades y pueblos fueron establecidos por la nobleza, los cuales tenían un acceso público muy limitado.

Durante el siglo XIX cuando la industrialización tuvo su auge los parques urbanos comenzaron a verse como importantes contribuyentes a la calidad de vida y salud de la población. En la segunda mitad del siglo XIX se establecieron nuevos parques y varios de los privados se abrieron al público. La planificación y el manejo de los espacios verdes era sectorial (parques, árboles en calles, bosques) (Werquin et al., citados por Konijnendijk et al., 2006).

En 1970 aparecieron conceptos más integradores y más tarde, se introdujo desde EEUU el concepto de silvicultura urbana y bosque urbano, (Werquin et al., Johnston, Konijnendijk, citados por Konijnendijk et al., 2006). Proyectos de forestación urbana basados en ejemplos norteamericanos se

comenzaron a implementar en algunas ciudades europeas (Johnston, citado por Konijnendijk et al., 2006).

Existieron y existen variedad de enfoques y definiciones para el concepto de silvicultura urbana, que se explica por la diversidad de las culturas y paisajes Europeos (Konijnendijk et al., 2006).

2.1.1 Definiciones norteamericanas

En la forestación tradicional se cultivan árboles para la obtención de madera, subproductos y servicios de los bosques. En cambio, la forestación urbana cultiva árboles para la obtención de beneficios ambientales y estéticos, que serán cosechados cuando impliquen un riesgo o mueran (Gerhold, 2007a).

En 1965 Jorgensen, citado por Gerhold (2007a) definió por primera vez forestación urbana o silvicultura urbana como una rama especializada de la silvicultura que tiene como objetivo el cultivo y manejo de los árboles para su contribución presente y futura al bienestar físico, psicológico y económico de la sociedad urbana. Estas contribuciones incluyen el efecto de los árboles mejorando el entorno así como su valor recreativo y de amenidad.

En EEUU la ley federal de forestación cooperativa de 1978 define a la forestación urbana como la planificación, establecimiento, protección y gestión de los árboles y plantas asociadas, de forma individual, en pequeños grupos, o en bosques dentro de las localidades, ciudades y barrios (Miller, citado por Konijnendijk et al., 2006).

Otra definición más comúnmente usada es la planteada por la Society of American Foresters en 1970 que la define como el arte, ciencia y tecnología de la gestión de árboles y recursos forestales dentro y en los alrededores de un ecosistema urbano por los beneficios fisiológicos, sociológicos, económicos y estéticos que los árboles proporcionan a la sociedad (Helms, citado por Konijnendijk et al., 2006).

Harris et al., citados por Konijnendijk et al. (2006), afirman que la forestación urbana es la gestión de los árboles plantados y naturales en las zonas urbanas y suburbanas.

Miller, citado por Konijnendijk et al. (2006), definen silvicultura urbana como el arte de reproducir y gestionar los bosques de forma continua para obtener beneficios sostenidos de estos en las zonas urbanas a través de la aplicación de principios ecológicos. La silvicultura tradicional hace hincapié en la producción de madera, mientras que en la silvicultura urbana el fin es la recreación y la protección ambiental, lo cual no excluye la producción de madera. La transición entre los conceptos de manejo de la arboricultura a silvicultura se convierte en algo arbitrario en el manejo forestal urbano. Cuidado de árboles individuales es arboricultura, y gestión de comunidades de árboles (bosques) es silvicultura, pero en forestación urbana una comunidad forestal puede ser manejada como un todo, mientras que un árbol de esa comunidad recibe atención individual.

2.1.2 Definiciones europeas

Ball et al., citados por Konijnendijk et al. (2006), definen la arboricultura urbana como una actividad multidisciplinaria que implica el diseño, planificación, establecimiento y manejo de árboles, bosques, vegetación asociada y espacios abiertos que suelen estar relacionados formando un mosaico de vegetación dentro o cerca de las zonas urbanizadas. Proporcionan múltiples funciones, pero principalmente importa la amenidad y el bienestar humano.

La arboricultura urbana en Europa se centra en los servicios sociales, estéticos, recreacionales y de salud. Mientras que en norteamérica se priorizan los servicios ambientales como la sombra, reducción de temperatura y polución del aire (Konijnendijk et al., 2006).

2.2 BENEFICIOS E IMPORTANCIA DEL ARBOLADO EN LAS CIUDADES

Los árboles en las ciudades proporcionan múltiples beneficios a la sociedad y al medio urbano. Para que estos beneficios sean significativos es necesario realizar un correcto manejo de los árboles, considerando a su vez los costos asociados (Nowak et al., 1997).

2.2.1 Beneficios físicos y biológicos

Los árboles ayudan a contrarrestar muchos de los efectos adversos que genera el medio urbano: atemperan el clima y los cambios de temperatura, capturan partículas contaminantes del aire, sirven de aislación acústica, disminuyen el agua de escorrentía y proporcionan refugio a la fauna. Modifican el microclima del medio urbano ya que alteran la velocidad del viento, evapotranspiran, sombrean superficies, amortiguan los cambios de temperatura, actúan sobre la calidad del aire y el confort térmico humano (Nowak et al., 1997).

Las copas de los árboles interceptan las corrientes modificando la dirección y velocidad del viento. Por ejemplo, en un barrio residencial del centro de Pennsylvania con 67% de cubierta arbórea, las velocidades del viento a dos metros sobre el nivel del suelo, fueron reducidas 60% en el invierno y 67% en verano, en comparación con velocidades del viento en barrios similares sin árboles (Heisler, citado por Nowak et al., 1997).

Estas copas también pueden llegar a interceptar hasta un 90% de la radiación solar que llega a las superficies (Heisler, citado por Nowak et al., 1997). Entre la disminución de la temperatura del aire por la evapotranspiración y el sombreado que evita el calentamiento de superficies artificiales, la temperatura del aire se puede reducir hasta 5°C (Akbari et al., citados por Nowak et al., 1997) lo que, a su vez, aumenta la vida útil del pavimento. Estudios en California indicaron que la sombra de los árboles aumenta entre un 40 a 60% la vida útil de esta superficie (Burden, 2008). Las bajas temperaturas del aire contribuyen a mejorar la calidad del aire, ya que la emisión de muchos contaminantes baja con la disminución de la temperatura (Nowak et al., 1997).

Una adecuada ubicación de los árboles permitirá ahorrar energía para refrigeración y calefacción, sombreando superficies y disminuyendo la temperatura en verano y reduciendo el efecto del viento durante el invierno (Nowak et al., 1997). Este ahorro de energía, indirectamente contribuye a disminuir la cantidad de CO₂ que es emitido por las plantas de generación de energía eléctrica que utilizan combustibles fósiles. A su vez los vegetales captan CO₂ atmosférico como elemento para realizar el proceso de fotosíntesis, disminuyendo así la concentración de este gas de efecto invernadero.

Por otro lado, muchas de las actividades de manejo del arbolado requieren el uso de combustibles fósiles, lo cual contribuye a la emisión de CO₂ a la atmósfera. Por este motivo, hay que considerar numerosos factores para evaluar el balance global en la reducción de la concentración de CO₂ (Nowak et al., 1997).

Muchas partículas contaminantes que se encuentran en el aire son retenidas por la superficie de las plantas, mejorando así la calidad del aire. Luego, estas partículas pueden volver a la atmósfera, removerse por la lluvia o caer conjuntamente con las hojas y ramillas (Smith, citado por Nowak et al., 1997).

Algunos árboles pueden emitir compuestos orgánicos volátiles que contribuyan a la formación de ozono. Sin embargo, como las emisiones de estos compuestos aumentan con la temperatura, y en general los árboles reducen la temperatura del aire, una cobertura arbórea aumentada reduciría las emisiones de compuestos orgánicos volátiles y por lo tanto la formación de ozono en el medio urbano (Cardelino y Chameides, Brasseur y Chatfield, citados por Nowak et al., 1997).

Los árboles y el suelo donde se desarrollan (alcorques o fajas), interceptan y retienen parte del agua de lluvia disminuyendo así el volumen y la velocidad del agua de escorrentía. De esta forma, disminuye el volumen de agua que tiene que ser drenada, daños por inundaciones, costos de tratamiento de agua de lluvia y problemas de calidad de agua (Nowak et al., 1997).

Los diseños de plantaciones adecuados contribuyen como aislante del ruido ya que las hojas y ramas reducen el sonido transmitido, principalmente dispersándolo, y el suelo contribuye absorbiéndolo (Aylor, citado por Nowak et al., 1997). Se recomienda para una reducción óptima del sonido, que los árboles y arbustos sean plantados cerca del origen del ruido y no cerca del área receptora (Cook, citado por Nowak et al., 1997).

Los beneficios ecológicos como generar hábitat y refugio para la fauna también están asociados al arbolado urbano. Encuestas han demostrado que la mayoría de los habitantes disfrutan y aprecian la fauna en su vida diaria (Shaw et al., citados por Nowak et al., 1997).

2.2.2 Beneficios sociales y económicos

Además de los beneficios físicos y biológicos de los árboles, existen los beneficios sociales y económicos, que, aunque son más difíciles de cuantificar, su contribución es de gran importancia (Nowak et al., 1997).

La presencia de árboles en las ciudades contribuye a que el medio urbano sea un lugar más agradable para vivir. Está demostrado el aporte que tienen los árboles en relación a la calidad de vida urbana, su presencia facilita el uso de los espacios exteriores y la recreación (Nowak et al., 1997). Así como generar espacios para practicar deportes (Konijnendijk y Randrup, 2004). Lo que contribuye a mejorar la salud mental y física de las personas. Los paisajes con árboles producen estados fisiológicos más distendidos, disminuyendo así el estrés de las personas. Por otro lado la sombra en las calles ayuda a prevenir problemas de salud asociados a la exposición a la radiación ultravioleta (Nowak et al., 1997).

Como contrapartida en algunos casos los árboles pueden llegar a ser perjudiciales, debido a las alergias al polen, y la atracción de animales e insectos no deseados (Nowak et al., 1997).

Los ambientes urbanos con árboles y bosques proveen entornos estéticos agradables que favorece el bienestar de las personas. Los árboles son uno de los factores que más contribuyen a la calidad estéticas de las calles y parques (Schroeder, citado por Nowak et al., 1997) Convirtiendo calles, estacionamientos y muros en sitios estéticamente más agradables (Burden, 2008).

Estudios indican que la presencia de árboles en las casas así como de parques y corredores verdes cercanos a estas incrementa el valor de las propiedades (Anderson y Cordell, Corrill et al., More et al., citados por Nowak et al., 1997).

Las actividades de la comunidad relacionadas a la forestería urbana promueven el trabajo en conjunto y ayuda a forjar la identidad social. Esto

enseña a los residentes a organizarse para actuar sobre el ambiente donde viven (Nowak et al., 1997).

Si bien la producción de madera a partir de los árboles urbanos no es la prioridad en la mayoría de los países occidentales, existen países del sudeste de Asia donde se realizan plantaciones sistemáticas de árboles en las calles con el objetivo de obtener madera y a su vez se utilizan los espacios forestados como proveedores de productos forestales no madereros como hongos, frutos, productos medicinales, mimbre, etcétera (Konijnendijk y Randrup, 2004).

Las alineaciones de árboles crean paredes verticales que enmarcan las calles y definen sus límites, ayudando a los conductores a circular y controlar la velocidad. Comparaciones demuestran la reducción del número de choques y de la severidad de estos entre calles arboladas y calles no arboladas. Con esto y la protección que implican los árboles se generan aceras más seguras para caminar (Burden, 2008).

2.3 PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

En la mayoría de las comunidades el bosque urbano no ha sido planeado, simplemente se desarrolló. Esto no significa que las comunidades no posean planes y programas de arbolado, pero sucede que en muchos casos estos planes no son acorde a los recursos forestales de la comunidad (Strom, 2007).

En general, en las ciudades del mundo no existen programas estratégicos para el arbolado urbano, faltando integración entre el arbolado y el resto de las políticas y planeamiento. El punto de partida de los programas de arbolado consiste en evaluar el potencial del recurso forestal en cuanto a forma y funciones, así como analizar las preferencias de la población en cuanto a los beneficios y servicios que proveerán los árboles. Estudios de costo-beneficio han demostrado cómo los beneficios de los árboles van más allá que los costos de plantación y mantenimiento (Konijnendijk y Randrup, 2004).

Los principios básicos de organización espacial, unidad y coherencia que se usan en el diseño urbano, también se aplican en el arbolado. Los árboles en la ciudad pueden ser usados para crear, definir o reforzar una estructura o secuencia espacial y para dar escala humana al entorno urbano. La coherencia es el principio que hace a un lugar entendible. La unidad permite unificar visualmente la variedad de elementos y espacios presentes en el paisaje urbano (Strom, 2007).

Las calles constituyen la mayor parte del paisaje urbano. Los árboles además de beneficiar económica y ambientalmente, enmarcan y definen las calles lo cual contribuye a la calidad estética del ambiente urbano. Sin embargo, deben aplicarse algunos principios de diseño para potenciar estos beneficios (Strom y Hartman, citados por Strom, 2007):

- Los grandes árboles de follaje caduco son los más adecuados para definir y contener el espacio, su tamaño es apropiado en relación a los peatones y a la escala de los corredores urbanos. Los árboles pequeños no son adecuados ya que interrumpen la continuidad visual, no definen espacios e interfieren con los peatones.
- Los árboles deben ser plantados preferiblemente cerca de la acera, en el espacio entre la calle y la acera, con suficiente profundidad y área de suelo para su desarrollo. Los árboles dispuestos de esta manera reducen el ancho aparente de la calle y la escala general de esta, a su vez separan visual y psicológicamente el área peatonal de la vehicular.
- La distancia de plantación entre ellos debe ser aquella que permita generar un dosel continuo con sus copas. Esta continuidad unifica la visual y da orden y coherencia al entorno.
- Se debe asegurar el espacio de suelo suficiente para el desarrollo de los árboles. Está demostrado que el volumen de suelo es crítico para la sanidad y supervivencia de los árboles en las calles.

En condiciones naturales las raíces ocupan aproximadamente la misma área que la proyección de su copa en el suelo, ya que en las ciudades este tamaño de alcorque sería imposible, se debería dejar aproximadamente 3 a 4 m de lado. En muchas situaciones tampoco se puede considerar este tamaño, en estos casos, es importante que las raíces puedan penetrar por debajo del pavimento, ya que de esta forma el árbol toleraría un alcorque pequeño. Igual así, existen problemas para la penetración del agua en el suelo debido a la impermeabilidad de las superficies (Pauleit, 2003).

Consolloy (2007) plantea que el diámetro del hoyo de plantación debe ser: dos veces el tamaño del cepellón para especies pequeñas y medianas, y 3 veces para especies de grandes dimensiones. La profundidad depende de la

altura a la que se encuentre el cuello de la raíz, esta debe quedar al mismo nivel que el suelo original (Consolloy 2007, Grau y Kortsarz 2012).

El tamaño mínimo de la taza (alcorque) depende de la especie a utilizar, de todas formas, esta se deberá ampliar a medida que el árbol crece. Las fajas continuas al costado de la acera son las más adecuadas para el desarrollo radicular y el crecimiento de los árboles. Se deben evitar cementaciones hasta el borde del tronco y canteros elevados, ya que no benefician al árbol y suelen dañarse por el crecimiento de este (Grau y Kortsarz, 2012).

Para el diseño, son importantes los aspectos estéticos, pero además se debe tener en cuenta que los árboles son organismos vivos, por lo cual se requiere un conocimiento profundo sobre su desarrollo y posibilidades. El diseño debe vincularse con el manejo futuro para que el recurso forestal sea sostenible y multifuncional (Konijnendijk y Randrup, 2004).

Para desarrollar un programa de plantación exitoso es importante el análisis de la situación previo a la plantación y tener en cuenta el cuidado a futuro de los árboles. Se debe considerar el ambiente local físico y social, y en base a las características de éste, determinar las necesidades locales y maximizar los beneficios que otorgan los árboles en relación a esas necesidades (Nowak et al., 1997).

Los programas comunitarios de plantación debieran incluir: Propósito del programa, visión a futuro del programa, metas, áreas prioritarias a ser plantadas y calendario de tareas, responsabilidad de plantación y mantenimiento, posibles fuentes de financiación e involucramiento de la comunidad (Nowak et al., 1997).

Según Nowak et al. (1997) el diseño de plantación de un sitio determinado constará de un croquis a escala del sitio, que contenga la siguiente información:

- Ubicación de los árboles, especies y tamaño en madurez
- Ubicación de las instalaciones aéreas y subterráneas
- Ubicación de la vegetación y estructuras existentes
- Características del suelo y el drenaje
- Usos de las propiedades adyacentes
- Posibles usos futuros del lugar

- Orientación y vientos.

Esto ayudará a la supervivencia de los árboles, minimizar costos, maximizar beneficios y evitar posibles conflictos.

2.3.1 Selección de especies

Seleccionar los árboles más apropiados para los distintos sitios de plantación es crucial para el éxito de los programas de arbolado. Árboles correctamente elegidos son apreciados y valorados por muchas personas. Por el contrario, una mala elección lleva a que los árboles enfermen o muera o también pueden desarrollarse y convertirse en un problema difícil y costoso de solucionar. Problemas como levantamiento de veredas, interferencias con cables y con el tráfico, entre otros (Gerhold y Porter, 2007b).

En la fase de diseño, se deberán escoger aquellas especies adecuadas teniendo en cuenta el ambiente del lugar. Las condiciones urbanas difieren de las condiciones naturales de la región, por lo que no necesariamente las especies nativas del lugar son las más adecuadas. Los árboles deben poseer la rusticidad suficiente para soportar sitios de características poco favorables (Nowak et al., 1997).

Las temperaturas en el medio urbano son entre 2 y 3 °C más cálidas que en el medio rural cercano, y las diferencias diarias pueden llegar a ser hasta de 12°C (Eliasso y Oket, citados por Pauleit, 2003) Además los niveles de polución del aire suelen ser elevados (Pauleit, 2003).

La elección de especies resistentes, con mejor sanidad y que se adapten adecuadamente disminuirá las necesidades de reposición y mantenimiento futuro. Por otro lado, hay que considerar también que las especies otorguen los beneficios y funciones deseadas para el sitio (Nowak et al., 1997). Se debe tener una visión a largo plazo al momento de la elección, ya que muchos aspectos del entorno cambiarán a lo largo de la vida del árbol y es importante que en todo ese tiempo el árbol continúe saludable y sirviendo a su propósito (Gerhold y Porter, 2007b).

El proceso de selección debería tener los siguientes pasos:

- 1- Definir el propósito del árbol en el paisaje
- 2- Evaluar las condiciones del sitio que afectarán la elección
- 3- Considerar las prácticas de manejo que afectarán al árbol
- 4- Desarrollar criterios de selección basados en los propósitos, el sitio e impactos de manejo
- 5- Analizar todas estas características para obtener una elección final.

Es importante la diversidad de especies dentro de la población de árboles ya que esto protege a la población contra eventuales ataques masivos de patógenos. Además la diversidad otorga un atractivo visual y provee más opciones de refugio para distintas especies de fauna (Gerhold y Porter, 2007b).

Algunos ejemplos de propósitos:

- Complementar la estética de las construcciones
- Focalizar o enmarcar una vista
- Proporcionar sombra
- Cubrir vistas no deseadas
- Darle sentido formal o informal a las calles
- Sombrear edificios y/o protegerlos del viento
- Promover sentimientos en la población

Los propósitos estéticos y funcionales de los árboles indican algunas de las características que se buscan para un lugar particular (Gerhold y Porter, 2007b).

Las principales consideraciones al evaluar un sitio:

- Espacio disponible en relación al tamaño de los árboles
- Características del clima y el suelo en relación a la adaptación de las especies
- Exposición a patógenos u otras posibles causas de daño
- El grado de cuidado que necesitarán los árboles

El tamaño de los árboles en su madurez es un aspecto importante a considerar, si se eligen árboles grandes, se le debe proveer suficiente espacio para asegurar la salud y longevidad. Estos árboles necesitan suficiente espacio de suelo para cubrir sus requerimientos hídricos y para el desarrollo de su sistema radicular, que es esencial para el sostén en caso de fuertes vientos (Gerhold y Porter, 2007b).

La copa de los árboles puede ser podada en los casos que el normal crecimiento interfiera con el resto de los elementos de la calle. De todas formas, es preferible elegir árboles que se ajusten al espacio disponible sufriendo la mínima modificación posible (Gerhold y Porter, 2007b).

Dependiendo del lugar, la probabilidad de daño de los árboles por fenómenos climáticos como sequías, inundaciones o tormentas puede ser mayor o menor. Además deben ser evaluadas las características microclimáticas de cada sitio de plantación (Gerhold y Porter, 2007b). Características como: suficiente disponibilidad de luz natural y agua, exposición a vientos y brisa salinas. En el caso que la plantación se realice sobre suelo no modificado, es importante conocer las características del suelo (Gerhold y Porter, 2007b).

Otros causantes de posibles daños son las enfermedades, insectos, animales, personas y vehículos. Deben elegirse especies resistentes a plagas y enfermedades, y aquellas que se consideran “duras” cuando son expuestas a las tensiones urbanas (Gerhold y Porter, 2007b).

Evaluar las posibles prácticas de manejo a futuro también influye en la selección de las especies. Deben elegirse especies de bajo mantenimiento para los lugares en donde el cuidado luego de la plantación será escaso (Gerhold y Porter, 2007b).

El manejo inmediato luego de la plantación, varía entre las distintas especies. Deben evitarse especies de difícil trasplante si no se les podrán otorgar las condiciones adecuadas de transporte, almacenamiento temporal, plantación, estaqueado, riego, “mulch” y control de malezas. Debe tenerse en cuenta también la época más adecuada para el trasplante de la especie (Gerhold y Porter, 2007b).

La poda es la parte más costosa del mantenimiento del arbolado, debido a que las distintas especies tienen distintos requerimientos de poda, este es otro aspecto importante a considerar al momento de la selección. Existen especies con distintos hábitos de ramificación, incluso se han desarrollado variedades con hábitos adecuados que reducen o eliminan la necesidad de poda. Estas variedades son las que se deben elegir cuando se sabe que no existirá un programa de poda (Gerhold y Porter, 2007b).

En conjunto, las bases para la selección son los propósitos funcionales y estéticos, las condiciones del sitio que afectarán la sanidad de los árboles y las prácticas de manejo que afectarán el desarrollo de estos (Gerhold y Porter, 2007b).

Por último se determinará qué especies y variedades tienen las características deseadas en base al criterio de selección. Se debe considerar que la previsibilidad del comportamiento varía si se trata de individuos propagados por semilla o vegetativamente. Los individuos propagados por semilla en general son menos predecibles que los que se propagan vegetativamente, ya que en estos últimos su composición genética es idéntica (Gerhold y Porter, 2007b).

Grau y Kortsarz (2012) mencionan los siguientes criterios funcionales a tener en cuenta para la selección:

Historial de buen rendimiento en las condiciones de la localidad: es preferible aprovechar especies que ya se han cultivado en la zona, y se conoce su buen comportamiento.

Disponibilidad de suministro: aunque no es lo más adecuado, en algunas situaciones este puede transformarse en el criterio decisivo. Es importante que la especie a implantar esté disponible en viveros. Para esto es necesario que exista una buena provisión de semilla y que su multiplicación sea relativamente sencilla. La especie debe desarrollarse y mantenerse adecuadamente en viveros y soportar el trasplante en edad avanzada. La permanencia de los árboles en los viveros permite trasplantar ejemplares de

mayor tamaño y con mejores reservas para afrontar las etapas iniciales en donde la sensibilidad al vandalismo es elevada.

Características de frutos y hojas adecuadas: los frutos y hojas que desprenden los árboles aumentan la complejidad de las tareas de limpieza, por lo que es preferible la baja o nula producción de frutos.

Pérdida de follaje en invierno: son deseables las especies de follaje caduco ya que no interfieren con el pasaje de los rayos solares en las estaciones frías.

Baja tendencia a la rotura y caída de ramas: existen diferencias entre especies en cuanto a la resistencia mecánica de su madera y la susceptibilidad a ser atacada por patógenos.

Longevidad: es conveniente usar especies longevas con buena sanidad para reducir costos.

Bajo potencial de afectar pavimentos y veredas: los espacios limitados donde crecen los árboles siempre deberán ser readaptados a medida que estos crezcan. De todas formas, deben evitarse especies conocidas por su sistema radicular vigoroso y superficial.

Bajo riesgo de transformarse en una especie invasora: se debe evitar especies que puedan llegar a propagarse naturalmente e invadir campos y bosques naturales.

2.4. PLANTACIÓN

Antes de la plantación, en el momento del transporte, es importante proteger a los árboles de la desecación y el viento, especialmente si son transportados en vehículos abiertos. A su vez se deben proteger los troncos por posibles rozamientos contra superficies duras (Consolloy, 2007).

Es preferible un árbol de \$100 en un pozo de \$200, que un árbol de \$200 en un pozo de \$100 (ISA, citado por Nowak et al., 1997). Muchas de las

dificultades en el desarrollo de los árboles se deben a problemas con el suelo por lo tanto una plantación adecuada mejorará la supervivencia de los árboles y su estado general a futuro (Nowak et al., 1997).

El sustrato a utilizar debe tener una alta capacidad de retención de agua, que sea liberada lentamente. También debe permitir una buena aireación y no compactarse fácilmente (Pauleit, 2003).

Las características que deben cumplir los árboles provenientes de vivero dependen del destino del árbol. De todas formas en cualquier circunstancia los individuos deberán tener un excelente estado sanitario, haber recibido una poda adecuada, estar libres de heridas y poseer un cepellón firme y sano. Árboles de baja calidad en general viven poco y requieren alto mantenimiento (Nowak et al., 1997).

Árboles a raíz desnuda: estos árboles requieren un mayor cuidado e inspección al momento de la plantación para lograr la supervivencia. Las ventajas de este tipo de trasplantes es que se puede apreciar la totalidad de la raíz, hacer cortes para promover la regeneración de raíces y ver la corona de la raíz y así ajustar la profundidad de plantación. Es importante el riego luego de la plantación y aconsejable el uso de geles para el suministro de agua en las primeras etapas (Consolloy, 2007).

Árboles con terrón: estos árboles tendrán una mayor tasa de supervivencia que los trasplantados a raíz desnuda. La porción de suelo protege la raíz contra daños y desecación, a su vez, le otorga estabilidad al árbol una vez plantado (Consolloy, 2007).

El tamaño y calidad de los árboles utilizados para nuevas plantaciones difiere entre las distintas ciudades. Por ejemplo, en Alemania utilizan árboles de entre 20 y 30 cm de circunferencia (ca. 8 cm de diámetro) y son trasplantados con terrón. En otros países como Reino Unido, se utilizan árboles de menos de 14 cm de circunferencia (ca. 4 cm de diámetro) y se trasplantan a raíz desnuda. Parece haber una relación entre el tamaño/calidad de los árboles de nuevas plantaciones y el nivel de vandalismo. En UK son reportados más del 30% de los árboles de nuevas plantaciones como afectados por vandalismo,

mientras que en ciudades del centro de Europa donde se utilizan árboles de buena calidad los niveles de vandalismo son menores al 5% (Pauleit, 2003).

Se recomienda que los árboles para plantaciones tengan un fuste principal recto y sin heridas, una copa regular, con un único líder y sin ramas que compitan con este. La base de la copa debe comenzar entre 2,25 y 2,5 m desde el suelo y deben estar bien arraigados en un cepellón firme (Pauleit, 2003).

El riego luego de la plantación es esencial, ya que asegurará el contacto entre las raíces y el suelo adyacente. El agua ayudará a distribuir el sustrato entorno a las raíces, evitando posibles huecos y grietas con aire que puedan haber quedado durante el proceso de relleno (Consolloy, 2007).

El uso de "mulch" ayudará a conservar el agua y retardar la invasión de malezas en el alcorque. Una capa de 2 pulgadas de "mulch" retendrá parte del agua extra de riego y permitirá captar más agua de lluvia antes de que esta escurra. Aunque su uso excesivo no es recomendable, ya que puede afectar el crecimiento de la planta (Consolloy, 2007).

Todos los árboles recientemente trasplantados deben ser tutorados o guiados por un período mínimo de un año, hasta que desarrollen sus raíces de anclaje (Consolloy, 2007).

2.5 MANTENIMIENTO

Comienza con las tareas sobre árboles recién plantados y continúa hasta el momento de la remoción. El mantenimiento es la clave para la supervivencia de los árboles y maximiza los beneficios en relación a los objetivos del programa. En general los programas realizan inventarios periódicos del arbolado para coordinar tareas, supervisar su estado sanitario y evaluar la efectividad de las tareas de mantenimiento (Nowak et al., 1997).

2.5.1. Podas

En condiciones ideales, cuando una especie es seleccionada correctamente para un sitio, la poda es innecesaria. Existe una creencia “popular” de que los árboles deben ser podados para crecer bien, sin embargo, esta idea es errónea.

Los procesos de cicatrización en los árboles implican recubrir y sellar las partes dañadas. Estos tejidos que fueron cortados, se recubren, pero quedan muertos para toda la vida. La poda siempre deja partes debilitadas y dañadas en el árbol, por este motivo es una práctica que, dentro de lo posible, debería evitarse. En los casos que la poda sea imprescindible, debe efectuarse con moderación y técnicas adecuadas (Grau y Kortsarz, 2012). Es importante que las ramas que se deban eliminar sean extraídas de la forma más anticipada posible, ya que heridas pequeñas causan menos daños que heridas grandes (Giunchi, citado por Lell, 2006).

La poda de ramas de grandes diámetros genera heridas difíciles de cubrir, aumentando el riesgo de entrada de patógenos. Aun cuando estas se cubran, quedarán anomalías en el leño que afectarán su resistencia y el riesgo a futuro de quebraduras (Lell, 2006).

Las podas también reducen las reservas del árbol, debilitándolos y volviéndolos más vulnerables a factores ambientales extremos y al ataque de patógenos. En las especies más resistentes se podrán suprimir ramas de hasta 10 cm de diámetro sin mayores problemas y de hasta 5 cm en las menos tolerantes (Drénou, citado por Lell, 2006).

2.5.1.1 Poda de formación

En las primeras etapas del desarrollo de un árbol, o en algunos casos en edad avanzada, se eliminan las ramas bajas que obstaculizan la circulación y visibilidad. Se recomienda dejar el tronco libre de ramas desde el suelo hasta una altura de 2.5 a 3 m, donde estarán las primeras ramificaciones (Grau y Kortsarz, 2012).

Se eliminarán también posibles dobles tallos indeseables, dejando el más adecuado, pero siempre considerando y respetando la forma de crecimiento natural de la especie en cuestión. El objetivo de esta práctica es lograr una estructura de ramas más sólidas, mejor distribuidas y equilibradas (Lell, 2006).

El entresacado se realiza en los casos que algunas ramas tengan una distribución no deseable que permita prever que en un futuro, al desarrollarse, generaran inconvenientes (Lell, 2006).

2.5.1.2 Poda de mantenimiento

Son prácticas periódicas de eliminación de posibles ramas muertas, enfermas, quebradas, rebrotes y ramas chuponas. También incluye el control de la densidad y distribución de las ramas (Lell, 2006).

2.5.1.3 Poda de reducción de copa

Se emplea en árboles de grandes dimensiones verticales, cuando sus ramas entran en conflicto con otros elementos urbanos como construcciones y cableado. Este tipo de poda tiene como inconveniente que en las ramas cortadas se produce una ramificación múltiple, asociada a una brotación intensa, lo cual obliga a realizar este procedimiento periódicamente (Grau y Kortsarz, 2012).

Las podas extremas en general comprometen la sanidad e incluso la supervivencia de los árboles. Los ejemplares suelen quedar deformes y enfermos, dejando de cumplir sus funciones (ambientales, estéticas, Grau y Kortsarz, 2012).

Para las especies de follaje caduco el momento más adecuado para realizar podas es al inicio de la primavera, justo antes de la brotación. En este momento las heridas cicatrizarán más rápido, y así se disminuirá la posibilidad de ataque de patógenos (Lell, 2006).

2.6 PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

Está demostrado que los residentes que han participado en programas de plantación en sus barrios, estaban más satisfechos con las especies, ubicación y resultados, que los que no participaron (Sommer et al., citados por Nowak et al., 1997). Las personas disfrutaban de conocer sobre los árboles, sus cuidados y participar activamente en sus vecindarios. De esta forma la población entiende más sobre los costos asociados a la plantación y cuidado de los árboles, lo cual favorece la obtención de fondos para los programas de arbolado (Nowak et al., 1997).

2.7 ESTABILIDAD DE LA POBLACIÓN

En la ecología popular se maneja el principio de que una alta diversidad de especies contribuye a la estabilidad del ecosistema ya que reduciría la posibilidad de que ocurra una pérdida catastrófica. Este principio se traslada a la forestación urbana, ya que se tiende a que las poblaciones de antiguos árboles conformadas por pocas especies deben ir siendo sustituidas introduciendo gran variedad de nuevas especies. Existen estudios ecológicos que plantean que la relación entre la diversidad y la estabilidad de la población no solo se rige por lo mencionado anteriormente (Richards, 1983).

Richards (1983) define la estabilidad del arbolado urbano como la baja probabilidad de que el número de árboles funcionales decline en un futuro de forma tal que altere el valor que tienen para la población y el manejo necesario para remoción y reposición de los árboles.

La estabilidad de la población depende de la longevidad de cada individuo y de que el número necesario de replazos sea suficiente. Árboles más longevos disminuyen la frecuencia de replazo necesaria para mantener la población. Las especies mejor adaptadas a los sitios de plantación son las que tendrán éxito a largo plazo, por lo que una distribución de edades que asegure la continuidad de estas especies contribuye a la estabilidad de la población (Richards, 1983).

Estudios ecológicos documentan baja diversidad de especies en ambientes de condiciones extremas y estresantes, ya que son pocas las especies capaces de adaptarse. A su vez, los ambientes con una alta diversidad de especies son más frágiles, ya que muchas de las especies presentes dependen para sobrevivir de sitios específicos generados por la propia comunidad (Richards, 1983).

Los medios urbanos presentan características adversas y estresantes para el desarrollo de los árboles. La introducción de nuevas especies no es una práctica nueva en el mundo, sin embargo, encontramos un mayor número de especies en plantaciones jóvenes que en las más antiguas con árboles viejos. Esto se debe a la pérdida de las especies que menos se adaptan y a la permanencia de las que lo hacen exitosamente (Richards, 1983).

Si bien existen antecedentes de pérdidas catastróficas de especies de las cuales se conocía su buena adaptación al medio urbano (caso de la enfermedad holandesa del olmo) y contribuían en gran número a la población de árboles de algunas ciudades, pretender prevenir circunstancias de este tipo introduciendo nuevas especies no probadas sería más amenazante para la estabilidad de la población en un futuro (Richards, 1983).

Se puede inferir sobre la estabilidad de la población analizando la diversidad de especies cultivadas en las calles, se debe examinar la adaptación biótica y cultural de las especies individuales. A su vez, analizar la distribución por edades de la población, inferida a partir del diámetro de los ejemplares permite identificar aquellas especies de mayor edad. Estas últimas, son las que deben ser consideradas por su probada contribución a la estabilidad de la población en el pasado (Richards, 1983).

A partir de la proporción de las distintas especies presentes en distintas clases de diámetros, se definen grupos:

- A. Especies exitosas y predominantes: estas especies constituyen gran parte de la población total y a su vez constituyen la mayoría de las especies que encontramos en clases de diámetros altas. Si bien podrían existir limitaciones de otro tipo, la adaptación de estas

especies y su longevidad está probada, por lo que deben ser tenidas en cuenta para nuevas sustituciones.

- B. Especies exitosas pero menos comunes: este grupo está formado por especies plantadas en el pasado en menor proporción que las del grupo A. Han demostrado buena adaptación y longevidad ya que se destaca su presencia en clases de diámetro altas. No contribuyen en gran número a la población total y se han dejaron de plantar por distintos motivos. Algunas de estas especies plantadas en los sitios correctos, podrían ser consideradas.

- C. Especies menos exitosas: estas especies están presentes en gran proporción en la población, pero en grupos de diámetros pequeños, son especies que se han plantado continuamente pero que no alcanzan clases de diámetro mayores debido a que maduran antes. Grandes plantaciones de este tipo de especies reducen automáticamente la estabilidad de la población, ya que son necesarios replazos más frecuentes. Estas especies poco longevas deben utilizarse solo en casos particulares donde se busque cierta característica específica que otorga la especie.

- D. Especies recientes: este grupo formado por especies recientemente plantadas contribuye en número y diversidad a las clases de diámetros menores, pero su adaptación en el largo plazo es incierto. Por lo que tienden a amenazar la estabilidad de la población (Richards, 1983).

2.7.1 Testeo de nuevas especies

Las nuevas especies deben ser probadas bajo las condiciones bióticas y de manejo locales para poder corroborar su adaptación al sitio específico. Se debe tener precaución al basarse en información de árboles testeados en otros lugares, ya que pequeñas diferencias del sitio pueden afectar su capacidad de adaptación (Richards, 1983).

En el total de la población de árboles urbanos, las especies a probar deben ser una pequeña proporción de las sustituciones, de esta forma si la especie llegara a fracasar no sería tan grave el impacto sobre la estabilidad de la población. Los cultivares de especies ya probadas deben ser evaluados como si se tratara de una nueva especie, ya que de igual manera pueden tener problemas en su adaptación (Richards, 1983).

2.7.2 Edad y diversidad de especies

La predominancia de árboles en edades maduras, de grandes diámetros, tiene un efecto desestabilizador, ya en un futuro cercano morirán, por lo que es importante que exista diversidad de clases de diámetros en la población. Una distribución de edades que asegure la estabilidad de la población debe considerar todas las posibles pérdidas que puedan ocurrir a lo largo del ciclo de vida de los árboles.

Para el caso de estudio de la ciudad de Syracuse, Richards (1983) recomienda la siguiente distribución:

- 40 % de los árboles de diámetros menores a 20 cm
- 30 % de los árboles con diámetros entre 20 y 40 cm (en primeras etapas funcionales)
- 20 % de los árboles con diámetros entre 40 y 60 cm (maduros funcionales)
- 10 % de los árboles con diámetros mayores a 60 cm (maduros en últimas etapas funcionales)

La diversidad de especies debe estar relacionada a la diversidad de sitios y funciones requeridas en los distintos ambientes urbanos y no por el valor que la diversidad de especies pueda aportar por sí mismo. Ya que es preferible el uso de pocas especies, pero probadas, que aseguren la estabilidad de la población (Richards, 1983).

Clark et al. (1997) establece 4 principios que deben ser considerados en relación a la sostenibilidad de la población:

- Sostenibilidad como objetivo amplio: los beneficios netos asociados a los árboles urbanos deben mantenerse de forma continua en el tiempo y el espacio.

- El arbolado urbano provee principalmente beneficios en lugar de productos. El manejo debe promover los distintos beneficios de forma equitativa.

- Para que el arbolado urbano sea sostenible es necesaria la intervención humana. Se requiere una gestión activa, continua y consistente, ya que se maximizan los beneficios netos cuando los cuidados son adecuados. También es importante involucrar a la comunidad en las decisiones y el manejo sobre el arbolado.

- La mayor parte de los árboles urbanos se encuentran en espacios privados. La contribución de estos árboles debe ser tomada en cuenta en los esfuerzos hacia la sostenibilidad.

Dentro de los criterios de sostenibilidad del arbolado urbano Clark et al. (1997) recomienda que una única especie no sobrepase el 10% del total de la población, para prevenir así posibles pérdidas catastróficas.

2.8 CENSO DE ARBOLADO

Los inventarios de arbolado urbano proporcionan información acerca de la cantidad, estado y valor de los árboles de la ciudad. Estos inventarios son una importante herramienta que brinda información cuanti y cualitativa de los árboles y es la base para la gestión del arbolado y la aprobación de presupuestos para los planes. Por otro lado, esta detallada información es invaluable al momento de transmitir información a la población, medios de comunicación o superiores. Permite también estimar beneficios y contrastarlos con los gastos para poder justificar y solicitar presupuesto para el desarrollo de distintos programas de arbolado (Wolowicz, 2007).

El inventario debe ser incorporado a un proceso que permita programar, organizar, ordenar y/o identificar unidades y lugares de trabajo, para utilizarlo en su máximo potencial (Schein, citado por Wolowicz, 2007). El desarrollo de una operación de manejo sistemático ayudará a utilizar los datos del inventario (Wolowicz, 2007).

Un enfoque de manejo sistemático permite manejar los datos cómodamente y obtener información precisa. Así como conocer la carga de trabajo actual, proponer metas, justificar decisiones de manejo, organizar las operaciones diarias, equipamiento y personal requerido (Wolowicz, 2007).

El censo implica un muestreo del 100% de los árboles. Se trata de un inventario a escala real y no de una proporción de la población (Wolowicz, 2007). Puede tratarse de un estudio básico de las especies y sus condiciones, o de un inventario muy detallado en donde se registre todo lo que se observa del árbol (Schein, citado por Wolowicz, 2007).

La información típica a relevar incluye: especies, tamaño, condiciones, problemas con acera, número de árboles por propiedad, ubicación y posibles obstrucciones, presencia de líneas eléctricas, cables o iluminación, requerimientos de poda, limitaciones del individuos, etc. Es importante tener claros los objetivos del inventario para saber qué información se requiere coleccionar. Los censos brindan la información más confiable y detallada, sin embargo, requieren mucho más tiempo y dinero que inventarios realizados con muestras más pequeñas (Wolowicz, 2007).

2.8.1 Recolección de datos

Es importante seguir una metodología y estandarizar la forma en que los datos deben ser coleccionados, registrados y documentados (Schein, citado por Wolowicz, 2007). A su vez se deben de tener claro que información se desea obtener, pensar su posible uso a futuro y no recolectar información innecesaria que solo enlentecerá el proceso (Wolowicz, 2007).

2.9 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES CULTIVADAS EN MONTEVIDEO

Las especies de la siguiente lista se ordenan de forma decreciente en relación a las proporciones presentes de cada una en la ciudad de Montevideo.

2.9.1 Melia azedarach L., “Paraíso”, Familia: Meliaceae

Árbol que puede alcanzar hasta 15 m de altura, de follaje caduco. Flores pequeñas y perfumadas, frutos drupas de 2 cm de diámetro. Estos frutos al caer resultan molestos sobre las veredas y causan olor desagradable. Se multiplica fácilmente por semilla. Es originario del Himalaya, en la región su crecimiento es muy rápido, pudiendo llegar hasta 2 m de alto por año.

Esta especie es afectada por dos tipos de fitoplasmas, que causan pérdida precoz del follaje, envejecimiento y muerte prematura. En general no causa problemas en veredas. No tiene buena respuesta a la poda, rebrota de cepas (Valla et al. 1999, Jolochin y Speroni 2007, Grau y Kortsarz 2012).

2.9.2 Fraxinus pennsylvanica Marshall, “Fresno americano”, Familia: Oleaceae

Árbol de 8 a 15 m de altura, de copa redondeada u oval. Follaje caduco, hojas de un intenso color amarillo antes de caer. Los frutos son sámaras de 3 a 5 cm de largo dispuestas en racimos. Originario del centro y este de EEUU, desde el Golfo de México hasta Canadá. Es de fácil propagación por semillas y moderadamente tolerante a la poda de formación en los primeros años. Es de rápido crecimiento. Sus raíces pueden afectar las veredas si el alcorque es muy pequeño (Valla et al. 1999, Grau y Kortsarz 2012).

2.9.3 Platanus x acerifolia (Aiton) Willd, “Plátano”, Familia: Platanaceae

Es una especie híbrida entre *Platanus occidentalis* (originario de A. del norte) y *Platanus orientalis* (originario de Asia). Alcanza alturas de entre 15 y 25 m, de follaje caduco. Se ha utilizado en muchas ciudades del mundo, ya que es un árbol de rápido crecimiento, tolerante a la contaminación atmosférica y a la compactación del suelo. La calidad de su madera y su excelente sanidad lo convierten en un árbol muy seguro. Además, soporta podas intensas. Sus

brotos jóvenes y frutos desprenden pelos pequeños que pueden causar alergias (Valla et al. 1999, Grau y Kortsarz 2012).

2.9.4 Tipuana tipu (Benth.) Kuntze, “Tipa”, Familia: Fabaceae

Es un árbol de copa muy amplia y ramificada, alcanza alturas de entre 15 y 30 m. El follaje es tardíamente caedizo. Las flores aparecen desde octubre a diciembre y caen rápidamente. Es originaria del norte de Argentina, Bolivia y Brasil. Se propaga por semillas fácilmente (Grau y Kortsarz, 2012). Es recomendada en avenidas y parques, pero no en calles estrechas ya que puede adquirir un excesivo tamaño y sombrear demasiado en invierno por su follaje de caducidad tardía (Valla et al., 1999).

Tolera podas moderadas. Podas muy intensas dan lugar a la formación de ramas grandes sin resistencia mecánica en la unión con el eje principal. Durante la primavera se ve atacada por un insecto picosuctor que succiona savia y excreta un líquido azucarado que cae y causa molestias. Cuando el árbol alcanza gran tamaño sus raíces pueden ocasionar problemas en veredas y las tormentas pueden afectar la copa (Lombardo 1979, Grau y Kortsarz 2012).

2.9.5 Fraxinus excelsior L., “Fresno europeo”, Familia: Oleaceae

Árbol de unos 8 a 20 m de altura, de follaje caduco y copa subglobosa. Produce buena sombra, sus frutos son sámaras. Especie originaria de Europa, Asia Menor y norte de Irán. Posee una raíz principal profunda y pequeñas raíces laterales, por lo que es muy apropiado para veredas (Valla et al. 1999, Jolochin y Speroni 2007).

2.9.6 Acer negundo L., “Arce negundo”, Familia: Sapindaceae

Árbol de entre 7 y 12 m de alto, de copa globosa y amplia. Tronco y ramas generalmente rectas. Follaje caduco, frutos compuestos por dos sámaras soldadas. Es originario del centro y sudeste de EEUU.

En general es de rápido crecimiento, pero suele sufrir envejecimiento precoz, por lo que se ha dejado de usar en muchas ciudades de Argentina. Las heridas de podas cicatrizan mal y la estructura del árbol puede quedar

comprometida. Las raíces suelen ser agresivas (Valla et al. 1999, Grau y Kortsarz 2012).

2.9.7 *Jacaranda mimosifolia* D. Don, “Jacarandá”, Familia: Bignoniaceae

Árbol de crecimiento medio con fuste recto, que alcanza entre 10 y 20 m. Copa subglobosa o aparasolada, follaje tardíamente caduco. Flores grandes azul-violáceas, que se presentan dos veces al año, primavera, y principio de otoño pero con menos intensidad. Originario del Noroeste Argentino, Bolivia y Brasil. Los individuos adultos toleran las heladas moderadas. Se propaga por semillas que germinan con facilidad. Es tolerante a la poda. Sus raíces pueden ser atacadas por hongos que debilitan al árbol y lo vuelven vulnerable frente a tormentas (Grau y Kortsarz, 2012).

2.9.8 *Ulmus procera* Salisb., “Olmo europeo”, Familia: Ulmaceae

Árbol de entre 15 y 20 m de altura, de follaje caduco, copa amplia y algo ovalada. Tronco recto con ramas laterales fuertes y extendidas, ascendentes cuando jóvenes. Frutos sámaras. Es originario de Europa y Asia y se cultiva como ornamental y forestal en todo el mundo. Se multiplica por semillas, las cuales pierden rápidamente su poder germinativo. Actualmente no tan cultivado ya que se prefieren especies de más rápido crecimiento (Valla et al. 1999, Grau y Kortsarz 2012).

2.9.9 *Acer saccharinum* L., “Arce sacarino”, Familia: Sapindaceae

Árbol de follaje caduco que pueden alcanzar 25 m de altura. Originario de América del norte (Lombardo, 1979). Esta especie ha sido muy plantada en áreas urbanas por ser de fácil transplante y por su buena implantación. Se adapta a una amplia variedad de sitios, es de rápido crecimiento y desarrolla una forma adecuada (Gabriel, citado por Geyer, 2010). Es un árbol que puede alcanzar grandes dimensiones y sus ramas débiles tienden a romperse fácilmente durante las tormentas. Sus raíces poco profundas pueden dañar las aceras y el pavimento (Geyer, 2010).

2.9.10 *Taxodium distichum* (L.) Kunth., “Ciprés calvo”, Familia: Cupressaceae

Árbol de 10 a 25 m de altura, con copa cónica. Es de follaje caduco, adquiere una destacada coloración rojiza en otoño. Originario el sudeste de

EEUU. Es una especie que se adapta a suelos anegados. Se propaga por semillas, su crecimiento es relativamente rápido y no requiere poda (Valla et al. 1999, Grau y Kortsarz 2012).

2.9.11 *Catalpa bignonioides* Walter, “Catalpa”, Familia: Bignoniaceae

Árbol de copa globosa, que alcanza entre 7 y 15 m de altura. Follaje caduco, hojas de 15 a 25 cm de largo. Flores blancas pequeñas y fruto cápsula alargada con semillas aladas. Es originaria del Sudeste de EEUU. Su follaje es poco denso y no produce buena sombra. Es de rápido crecimiento, prefiere sitios protegidos del viento ya que éste puede dañar sus grandes hojas y sus ramas son quebradizas. No soporta podas.

Se ha difundido por todo el mundo como árbol ornamental. Se propaga fácilmente por semillas y estacas (Valla et al. 1999, Grau y Kortsarz 2012).

2.9.12 *Firmiana simplex* (L.) W. Wight, “Parasol de la China”, Familia: Malvaceae

Árbol que alcanza hasta 20 m de altura, de follaje caduco. Su tronco es recto y sus ramas extendidas formando una copa globosa o irregular. Hojas de 15 a 40 cm de diámetro, flores dispuestas en panículas terminales. Es originaria de China y Japón, difundida en diversos países del mundo. Es un árbol rústico y de rápido crecimiento, su copa irregular no genera buena sombra. Es frecuentemente atacado por cochinillas (Valla et al., 1999)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ORIGEN Y ALCANCE DE LOS DATOS

Para la evaluación se utilizaron los datos del Censo de Arbolado Público Alineado en Aceras realizado en el período 2005 – 2008 por el Servicio de Áreas Verdes de la IMM. El relevamiento de datos estuvo a cargo de estudiantes de Facultad de Agronomía siguiendo la metodología indicada en el “Instructivo para el relevamiento de información censal en alineaciones de árboles y arbustos en aceras de la ciudad de Montevideo”. Por lo que el censo relevó la totalidad de árboles y arbustos presentes en las aceras de la ciudad de Montevideo, y no incluye árboles de plazas, parques y espacios privados.

La información fue provista en planillas de cálculo electrónicas con los datos del arbolado de cada CCZ (centro comunal zonal) de la ciudad.

3.2 VARIABLES ANALIZADAS

Circunferencia a la altura del pecho (CAP): medida (en centímetros) de la circunferencia del fuste del árbol a 1,3 metros de altura desde su base.

EV (estado vegetativo): medida de la calidad del arbolado en escala 1 - 7.

El EV se evaluó considerando los siguientes criterios según Arcos et al. (2005):

1. Muy Bueno: ejemplar sano, vigoroso, que no ha sufrido daños, ni mutilaciones, sin ahuecamientos en tronco ni en ramas. Copa de desarrollo equilibrado con el porte del ejemplar, y que expresa el hábito de crecimiento de la especie.
2. Bueno: ejemplar sano, vigoroso, daños en corteza con madera seca a la vista, superficie expuesta menor al 10% de la superficie total del fuste, tolerándose hasta un 20% en ramas primarias. 80% o más de la copa viva. Ejemplares que han recibido algún tipo de tratamiento aéreo.

3.Regular: ejemplar de aspecto general sano, presentando ahuecamientos en el tronco menor a 30% y/o en ramas primarias (>a 20% y < a 50%).. Aquellos ejemplares que sin presentar ahuecamientos, muestran entre el 50 y 80 % de su copa viva.

4.- Malo: ejemplar con ahuecamiento/s en tronco mayor de 30% y/o ramas primarias (>50%). Ejemplares sin ahuecamientos y con menos del 50% de la copa viva.

5.Seco: árbol, fuste o cepa seca.

6.Tocón: porción del tronco, desde la zona del cuello hasta una altura máxima de 2 m.

7.Cepa: porción basal del tronco hasta una altura máxima de 50 cm, la cual incluye el cuello.

Especie: nombre científico de la especie a la que corresponde el ejemplar que se relevó.

Aproximadamente el 3% de los árboles relevados presentaban errores en alguna de las medidas de las variables, por lo que no se consideraron estos individuos en el análisis.

3.3 METODOLOGÍA

A partir de la medida del CAP se calculó el DAP en cm (diámetro a la altura del pecho) de cada individuo, ya que es la medida más utilizada en inventarios forestales.

Para analizar la situación de los municipios se agruparon los datos de los distintos CCZ correspondientes a cada municipio.

Se actualizaron y corrigieron los nombres científicos de las especies censadas.

Para el análisis de datos se utilizó el programa Microsoft Excel 2010 creando tablas dinámicas a partir de las hojas de cálculo que contenían la información.

Parte de la evaluación del comportamiento de las distintas especies se basó en el cálculo del RPI (Relative Performance Index o índice de performance relativo). Este índice es un indicador de la condición y adecuación de las especies al medio, así como de su performance en relación al resto de las especies. Se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{RPI} = \frac{\text{Proporción de árboles "buenos" y "muy buenos" de una especie}}{\text{Proporción de árboles totales considerados "buenos" y "muy buenos"}}$$

RPI > 1 Performance superior a la media de la población

RPI = 1 Performance igual a la media de la población

RPI < 1 Performance inferior a la media de la población

Debido a que existe poca bibliografía específica del arbolado urbano de Montevideo, se recurrió a entrevistas con profesionales que trabajan en el área para obtener parte de la información requerida para las discusiones como comunicación personal.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron las condiciones del arbolado en aceras de Montevideo a partir de los datos aportados por el Censo de Arbolado Público realizado en el período 2005 – 2008. Fueron considerados la totalidad de los individuos medidos, solo se excluyeron aquellos ejemplares en los que se detectaron errores en las medidas de las variables que se necesitaban para el análisis.

4.1 NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ESPECIES CULTIVADOS EN ACERAS DE MONTEVIDEO

Montevideo cuenta con un total de aproximadamente 211.854 árboles y arbustos cultivados en aceras, donde están identificadas 422 especies (914 individuos sin identificar)

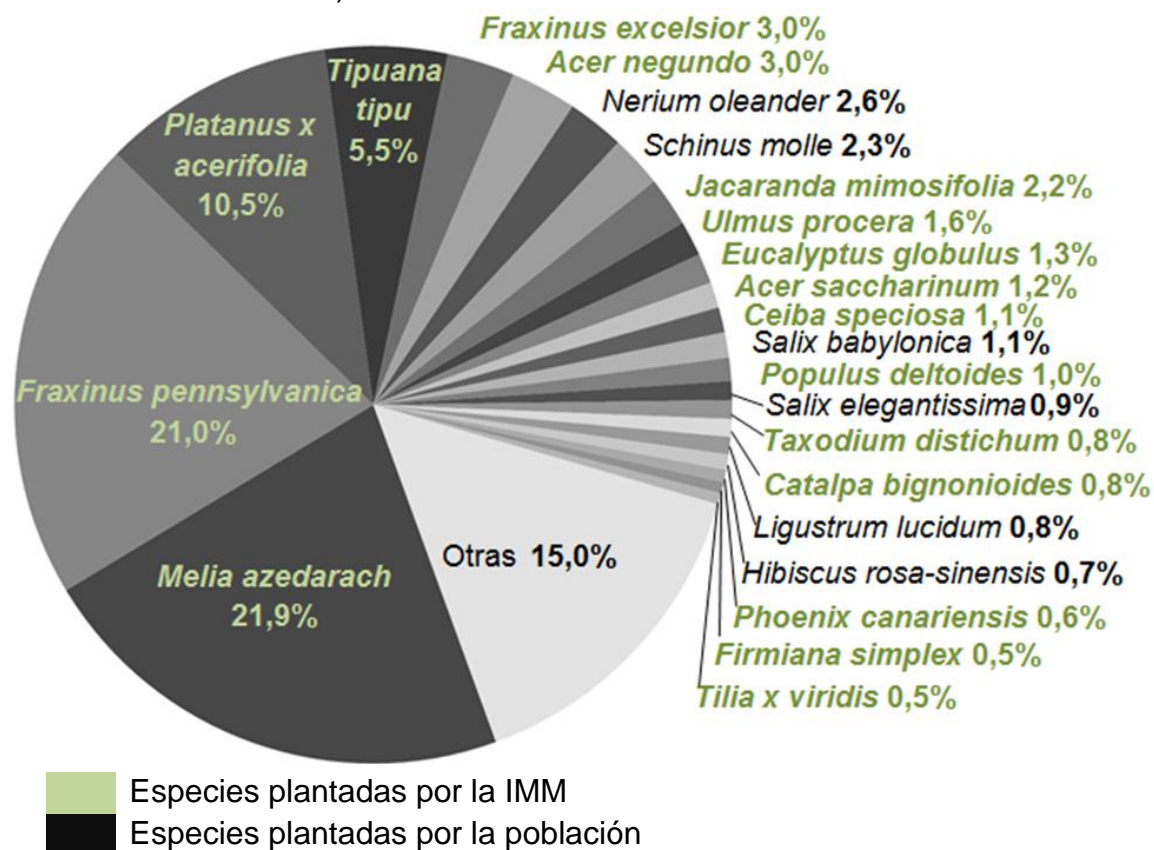


Figura No. 1. Proporción de especies cultivadas en aceras

El total de árboles y arbustos incluye:

- especies plantadas por la IMM
- especies plantadas por la población
- especies generadas naturalmente

Dentro de esta gran diversidad de especies, aproximadamente 50 especies corresponden a individuos que incorporó la IMM (Lista Anexo no. 1), el resto (370), son especies aportadas por la población principalmente. Las plantaciones por parte de los ciudadanos tienen gran peso en el arbolado de Montevideo¹.

Tres especies concentran más de la mitad del total de individuos de la población, *Melia azedarach* (21,91%), *Fraxinus pennsylvanica* (20,96%) y *Platanus x acerifolia* (10,50%) (Figura No. 1).

Que una única especie represente más del 10% de la población no es deseable para la estabilidad de la población, ya que eventuales ataques de patógenos o eventos climáticos extremos podrían afectar particularmente a la especie que representa esta gran proporción, disminuyendo dramáticamente la cantidad de árboles totales (Clark et al., 1997).

Actualmente la IMM no está realizando nuevas plantaciones de *Melia azedarach*, por lo que se espera que esta proporción disminuya paulatinamente a medida que se extraigan ejemplares senescentes. Por otro lado, se continúa plantando activamente *Fraxinus pennsylvanica*¹, lo cual incrementaría aún más la proporción de esta especie en el total. Esta situación debería considerarse para futuras plantaciones.

Las especies incorporadas por la IMM conforman el 82% del total de la población, por lo que el 18% restante corresponde a ejemplares que no fueron plantados siguiendo lineamientos en cuanto a planificación del arbolado.

¹ Arcos, A. 2014 Com. personal.

4.2 PROPORCIÓN DE ESPECIES “NO ADECUADAS” Y SUS CARACTERÍSTICAS

Considerando las especies más comunes, aproximadamente el 9.7% de los ejemplares corresponden a especies que se consideran “no adecuadas” para el arbolado viario, como son: *Nerium oleander*, *Schinus molle*, *Eucalyptus globulus*, *Salix babylonica*, *Salix elegantissima*, *Ligustrum lucidum* e *Hibiscus rosa-sinensis* (Figura No. 1)

Nerium oleander e *Hibiscus rosa-sinensis*: se trata de especies arbustivas de follaje persistente que por sus características no cumplen muchas de las funciones esperadas para un árbol plantado en aceras, por lo que los beneficios que puedan aportar son escasos, al mismo tiempo que ocupan el sitio donde se podría desarrollar un árbol que otorgue mayores beneficios.

Schinus molle: esta especie es muy plantada por la población, ya que es muy conocida y apreciada popularmente. Sin embargo, no es un árbol con características adecuadas para ser cultivado en aceras. Es de follaje persistente, ramifica a baja altura y sus ramas exteriores tienden a ser colgantes (Grau y Kortsarz, 2012).

Eucalyptus globulus: es una especie de follaje persistente que alcanza dimensiones excesivamente grandes.

Salix babylonica y *Salix elegantissima*: el género *Salix* no se recomienda para ser cultivado cerca de viviendas debido a que sus raíces son muy invasoras y penetran cañerías en busca de humedad ocasionando problemas (Richards 1983, Grau y Kortsarz 2012). Por otro lado, estas dos especies en particular presentan ramas péndulas y colgantes, el cual es un atributo no deseable para el arbolado en aceras.

Ligustrum lucidum: árbol de follaje persistente, también muy conocido popularmente. Se trata de una especie exótica muy invasora que ha penetrado en varios montes nativos del Uruguay. Es muy complejo el manejo para su erradicación de estas áreas naturales, por lo cual, se desaconseja su cultivo.

Cuadro No. 1. Especies consideradas inadecuadas para el arbolado de aceras

Especie	%	Característica inadecuada
<i>Nerium oleander</i>	2,6	Arbustiva, follaje persistente.
<i>Schinus molle</i>	2,3	Follaje persistente, ramas exteriores colgantes.
<i>Eucalyptus globulus</i>	1,3	Follaje persistente.
<i>Salix babylonica</i>	1,1	Ramas péndulas, raíces invasoras.
<i>Salix elegantísima</i>	0,9	Ramas péndulas, raíces invasoras.
<i>Ligustrum lucidum</i>	0,8	Follaje persistente, especie invasora.
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0,7	Arbustiva, follaje persistente.
Total	9,7	

Algunas de estas especies generan grandes inconvenientes e incluso en la mayoría de los casos los beneficios que brindan al medio y a la sociedad son escasos. A su vez, requieren mantenimiento como cualquier ejemplar presente en el medio urbano y están ocupando un espacio donde una especie con mayores aportes podría desarrollarse. También hay que considerar que existen otras 364 especies de las cuales no se analizó su adecuación particular para el arbolado viario.

4.3 DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO-EDAD DE LOS ÁRBOLES

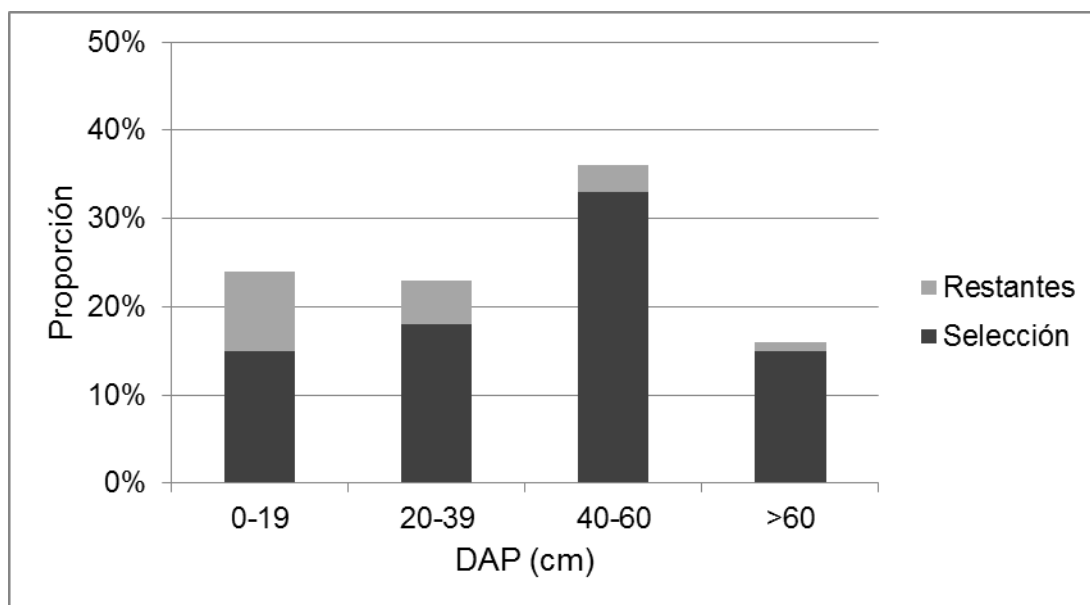


Figura No. 2. Proporción de individuos totales por clase de DAP

Las clases de diámetros se eligieron en base a la clasificación y recomendación de Richards (1983), asociando los tamaños a distintas edades y etapas funcionales de los árboles.

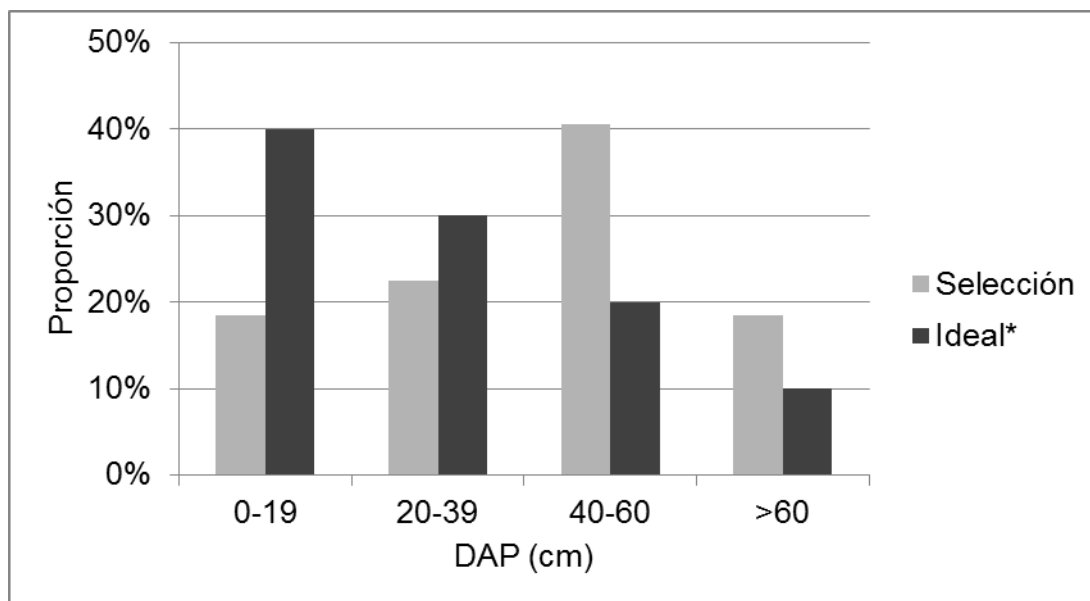
El total de la población se distribuye en las distintas clases de DAP de forma irregular, con un 24% de individuos de diámetros pequeños (menores a 20 cm) y más de la mitad del total de la población con diámetros mayores a 40 cm (Figura No. 2).

Analizar la situación considerando el total de los ejemplares que existen no permite visualizar la realidad de los árboles plantados por la IMM, ya que plantaciones por parte de los ciudadanos tienen gran peso en el total de la población¹. Por esta razón, se elaboró una lista con todas las especies que fueron utilizadas por la IMM para plantaciones en aceras a lo largo de la historia¹ (Lista Anexo no. 1). El total de estas especies corresponde al 82% del total de los ejemplares presentes sobre aceras. A este grupo de especies se lo denominó “selección” (Figura No. 2). Se considera que la IMM seleccionó estas especies siguiendo algún tipo de lineamiento en cuanto a planificación y por eso se las analiza separadamente del resto de la población, de todas formas, esto no significa que el total de los individuos presentes dentro de este grupo fueron plantados únicamente por la IMM.

Al considerar separadamente los individuos seleccionados, la distribución se modifica, ya que las proporciones de este grupo no son constantes en las distintas clases de DAP. Los individuos que provienen de plantaciones de ciudadanos o de generación natural presentan mayores proporciones en las clases de DAP bajas, disminuyendo su importancia en las más altas (Figura No. 2). Esto podría deberse a dos causas:

- Las pequeñas especies arbustivas corresponden a plantaciones de ciudadanos, y debido a su porte contribuyen a las clases de DAP más bajas.
- Muchas de las especies arbóreas seleccionadas por la población podrían no adaptarse correctamente al medio y por lo tanto nunca alcanzar grandes tamaños.

Dentro de las clases de DAP de 40-60 cm y >60 más del 90% de los individuos presentes corresponden a especies utilizadas por la IMM.



*Richards (1983)

Figura No. 3. Proporción de individuos seleccionados vs. proporciones "ideales" por clase de DAP

La situación actual difiere ampliamente de las proporciones que se consideran adecuadas para la estabilidad de la población según Richards (1983). Esto podría explicarse por una baja tasa de plantaciones en relación al total de árboles adultos presentes en la ciudad (Figura No. 3).

Cuadro No. 2. No. ejemplares para alcanzar distribución "ideal"

DAP	No. ejemplares	Diferencia de ejemplares
0-19	31440	+106182
20-39	38028	+65188
40-60	68811	0
>60	31305	+3101

Considerando el número de árboles presentes en las distintas clases de DAP, sin modificar el número de ejemplares “maduros funcionales” (40 a 60 cm de DAP), que son los ejemplares de mayor valor en cuanto a los beneficios que brindan, se estimó como se deberían modificar las cantidades de las demás clases de DAP para alcanzar una distribución “ideal” (Cuadro No. 2). La diferencia dentro de la clase de DAP mayor a 60 cm surge por recalcular las proporciones fijando uno de los valores reales, no implica que se deban agregar árboles de esos diámetros.

Incrementando aproximadamente 3,4 veces el número de individuos jóvenes (0-19 cm) y 1,7 veces los individuos entre 20- y 39 cm, la población se acercaría a una distribución adecuada para el equilibrio de la población.

4.4 PROPORCIÓN DE ESPECIES POR CLASES DE DAP

Se analizó la proporción que representa cada una de las principales especies dentro de las distintas clases de DAP (Cuadro No. 3). Así, cada una de las especies consideradas se puede clasificar en “grupos de adaptación” y visualizar particularmente la situación de cada especie en relación al resto.

Se clasificaron las principales especies (33) que se encuentran en aceras en base a la cantidad de individuos, especies que representan menos del 0,2 % de la población se agruparon dentro de la categoría “otras especies”. El número de especies clasificadas en “grupos de adaptación” se definió en relación a la clasificación de Richards (1983) y abarcando la mayor cantidad de especies utilizadas en plantaciones de la IMM.

Cuadro No. 3. Proporciones de especies en clases de DAP

Grupo de Adap.	Especie	0-19 cm (%)	20-39 cm (%)	40-60 cm (%)	> 60 cm (%)	Tot. Pobl. (%)	No. Arb.
A	<i>Melia azedarach</i>	7,6	19,4	33,3	24,1	22,3	46036
A	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	32,5	29,3	16,0	3,7	21,1	43489
A	<i>Platanus x acerifolia</i>	1,5	4,4	14,5	25,0	10,7	22163
A	<i>Tipuana tipu</i>	0,3	1,4	7,7	15,1	5,7	11692

A	<i>Fraxinus excelsior</i>	1,2	4,1	4,4	1,7	3,1	6406
A	<i>Acer negundo</i>	2,3	2,6	3,8	2,8	3,0	6221
C	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	2,2	4,2	2,0	0,3	2,3	4703
C	<i>Nerium oleander</i>	5,5	2,6	0,6	0,6	2,3	4699
C	<i>Schinus molle</i>	5,7	2,8	0,5	0,3	2,3	4685
B	<i>Ulmus procera</i>	0,3	1,0	2,4	2,6	1,6	3333
B	<i>Eucalyptus globulus</i>	0,2	0,4	0,8	5,8	1,4	2844
B	<i>Acer saccharinum</i>	1,2	1,0	0,7	2,3	1,2	2420
C	<i>Salix babylonica</i>	1,0	1,8	1,1	0,6	1,2	2380
B	<i>Ceiba speciosa</i>	1,1	1,6	1,0	0,8	1,1	2354
B	<i>Populus deltoides</i>	1,1	1,4	0,8	1,0	1,1	2181
C	<i>Salix elegantissima</i>	1,0	1,3	0,7	0,4	0,9	1777
B	<i>Taxodium distichum</i>	1,0	0,8	0,5	1,3	0,8	1722
C	<i>Catalpa bignonioides</i>	1,7	1,2	0,3	0,1	0,8	1657
C	<i>Ligustrum lucidum</i>	1,6	0,9	0,3	0,2	0,7	1541
C	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	2,3	0,3	0,0	0,0	0,6	1306
B	<i>Phoenix canariensis</i>	0,1	0,1	0,4	2,1	0,5	1104
C	<i>Firmiana simplex</i>	0,8	0,7	0,5	0,0	0,5	1088
D	<i>Tilia x viridis</i>	0,9	0,7	0,3	0,1	0,5	1031
C	<i>Manihot grahamii</i>	1,3	0,5	0,0	0,0	0,5	936
B	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	910
B	<i>Populus alba</i>	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	817
B	<i>Ulmus americana</i>	0,1	0,3	0,5	0,5	0,4	759
C	<i>Ficus elastica</i>	0,6	0,5	0,2	0,1	0,4	727
C	<i>Erythrina crista-galli</i>	0,5	0,6	0,2	0,1	0,3	719
C	<i>Hibiscus syriacus</i>	1,3	0,1	0,0	0,0	0,3	708
D	<i>Peltophorum dubium</i>	0,5	0,6	0,2	0,1	0,3	692
D	<i>Liquidambar styraciflua</i>	1,0	0,3	0,0	0,0	0,3	685
D	<i>Grevillea robusta</i>	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	683
	Otras especies	20,2	11,4	5,2	7,3	10,7	21991
Tot.		100	100	100	100	100	206459

Grupo de adapt. ~ Grupo de adaptación

Tot. Pobl. ~ Total dentro de la población

No. Arb. ~ Número de árboles totales

4.4.1 Grupo A, especies exitosas y predominantes

Estas especies representan el 65% del total de árboles y el 77% de los individuos de diámetros mayores a 40 cm. Esto indica que son especies que se adaptan adecuadamente a las condiciones ambientales de la ciudad ya que han logrado desarrollarse y alcanzar grandes tamaños (Richards, 1983). Si bien la capacidad de adaptación no es el único criterio en la selección de especies para el arbolado urbano, tiene una gran importancia.

4.4.1.1 *Melia azedarach*

Representa el 22 % en el total de la población, a su vez, es la especie más abundante entre los individuos de 40 a 60 cm de diámetro, y la segunda más abundante después de *Platanus x acerifolia* para los diámetros mayores a 60 cm (Cuadro No. 3) Según Berro (1914), Lombardo (1979) se trata de una de las primeras especies que fueron plantadas en calles, ya en 1913 existían en la ciudad 12.264 ejemplares.

Dentro de las clases de diámetros más pequeñas, también se encuentra en segundo lugar, con un 7,6% del total de los individuos comprendidos entre 0 y 19 cm y un 19,4% de los que poseen entre 20 y 39 cm (Cuadro No. 3).

Si bien la IMM no ha priorizado esta especie en nuevas plantaciones, la disponibilidad de ejemplares de *Melia azedarach* en el vivero municipal es constante y por este motivo se continúan realizando plantaciones puntuales. Esto último conjuntamente con el aporte de la población y los rebrotes de cepa contribuyen a que esta especie sea de importancia en clases de DAP bajos¹.

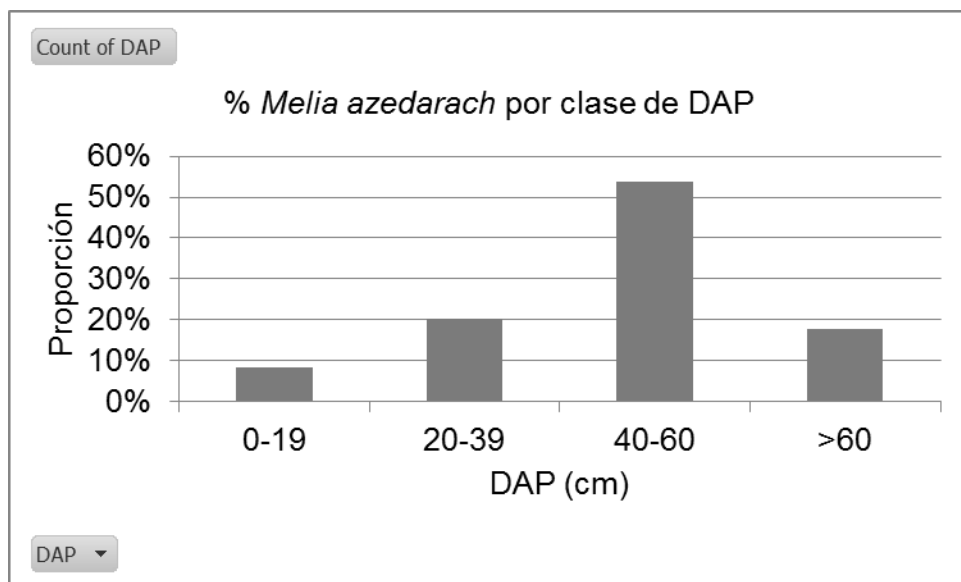


Figura No. 4. Proporción de *Melia azedarach* por clase de DAP

Más del 70% de los ejemplares tienen diámetros mayores a 40 cm, esto se explica justamente por la gran utilización de esta especie en el pasado y el bajo número de plantaciones recientes (Figura No. 4)

4.4.1.2 *Platanus x acerifolia*

Es la principal especie en la clase >60 cm de DAP, sin embargo, es menos común en clases de diámetros bajas (Cuadro No. 3). Su importancia en la clase de DAP más alta se debe a que es una especie que se deteriora poco con el correr del tiempo¹. Las primeras plantaciones en calles de Montevideo fueron realizadas con esta especie, registros de censos de 1913 indican que en esa fecha existían 41.542 ejemplares en plazas y calles de Montevideo (Berro 1914, Lombardo 1979).

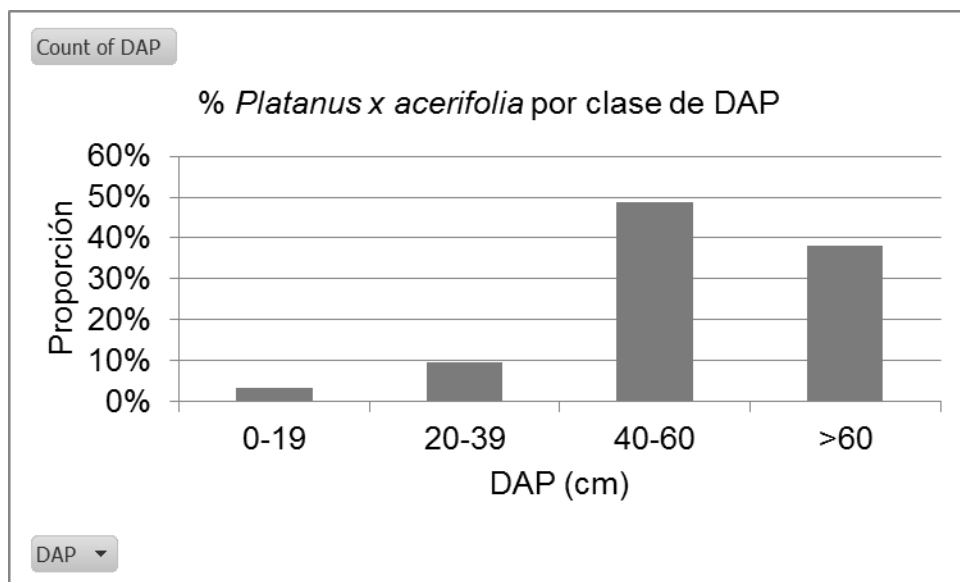


Figura No. 5. Proporción de *Platanus x acerifolia* por clase de DAP

Más del 86% de los individuos de esta especie poseen diámetros mayores a 40 cm (Figura No. 5). Las bajas proporciones de individuos jóvenes se deben a que solo se reponen los ejemplares faltantes en algunas calles donde se considera a la especie como característica del lugar, como las Av. 8 de octubre y 18 de julio. Se pretende que esta especie no represente en número de individuos, más del 10% del total de la población¹.

Según Lombardo (1979), Ross (1994) esta especie presenta inconvenientes por su fructificación que desprende pequeños pelos y causa molestias en la población. Por esto, hace años se pretende ir sustituyendo *Platanus x acerifolia* por *Platanus occidentalis*, que se trata de una especie similar pero con menor fructificación. Esta sustitución podría ser otro de los motivos de que existan pocos individuos de pequeños diámetros, sin embargo, *Platanus occidentalis* representa solo el 1.5% del total de *Platanus x acerifolia* presentes en la ciudad, por lo que no modificaría significativamente la distribución de tamaños.

4.4.1.3 *Tipuana tipu*

Es una especie abundante dentro de las categorías de diámetros altas, conformando el 15% de los árboles de diámetros mayores a 60 cm (Cuadro No. 3). Al igual que *Platanus x acerifolia* se trata de una especie muy longeva que se deteriora poco, lo cual explica su abundancia en la clase de DAP más alta¹.

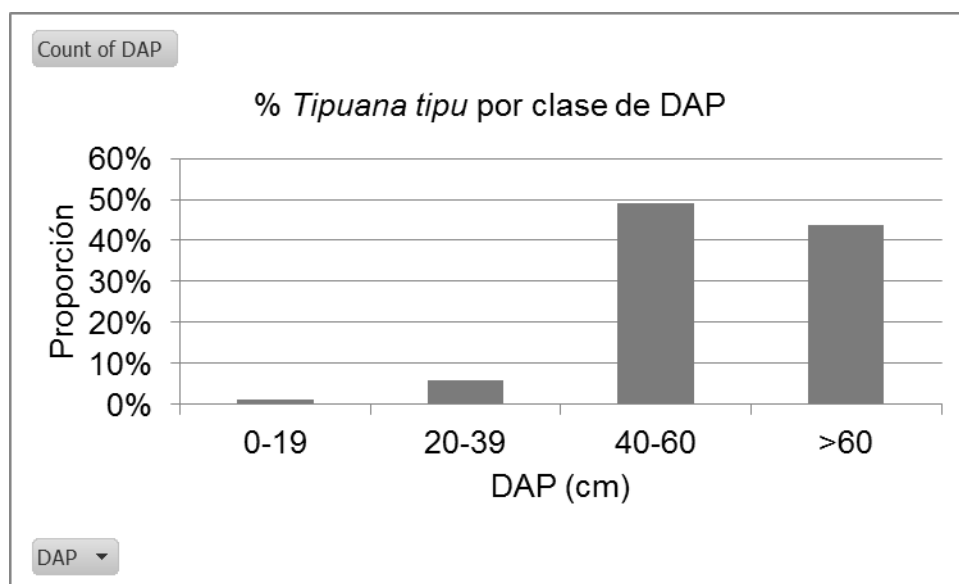


Figura No. 6. Proporción de *Tipuana tipu* por clase de DAP

La mayor parte de los ejemplares poseen diámetros mayores a 40 cm (92%), son muy pocos los individuos jóvenes ya que la IMM no realiza nuevas plantaciones (Figura No. 6). Sólo se reponen ejemplares en grandes avenidas donde la especie es característica (Bvar. Artigas y tramos de Av. Rivera). Si bien no existen estudios sobre las preferencias del público con respecto a esta especie, se sabe que en veredas no muy amplias genera inconvenientes¹.

4.4.1.4 *Acer negundo*

Las proporciones de esta especie en las distintas clases de DAP considerando el total de la población son relativamente constantes (Cuadro No. 3). *Acer negundo* suele sufrir envejecimiento precoz (Grau y Kortsarz, 2012) sin embargo, es de importancia la proporción de ejemplares de esta especie en clases de DAP altas, lo cual indica que logra alcanzar grandes diámetros.

También es de importancia en la clase de DAP más baja (0 – 19 cm) dentro de las especies de este grupo de adaptación (Cuadro No. 3).

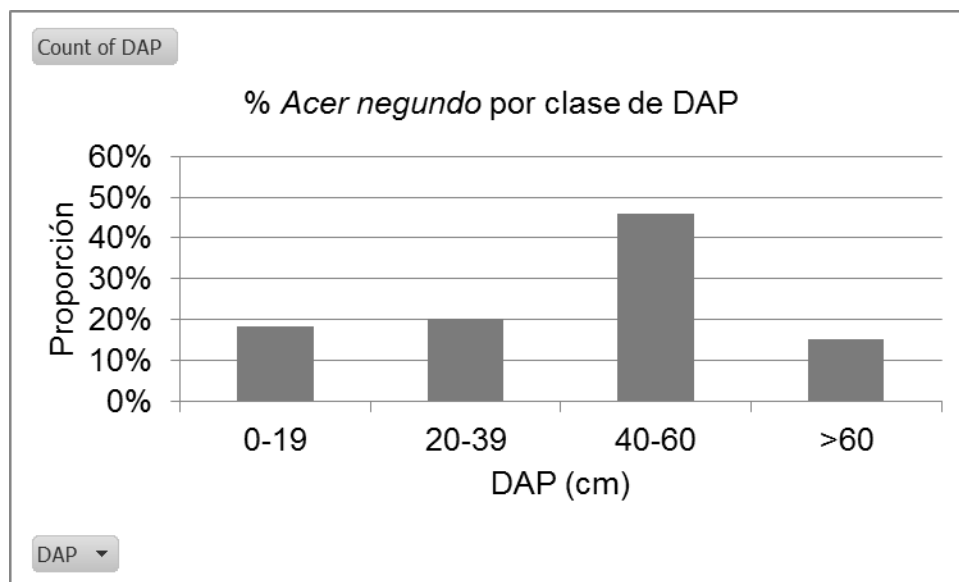


Figura No. 7. Proporción de *Acer negundo* por clase de DAP

Teniendo en cuenta la situación de otras especies de este grupo, que poseen muchos ejemplares con diámetros altos y una proporción muy baja de árboles jóvenes, *Acer negundo* muestra una distribución distinta (Figura No. 7), casi un 40% de los ejemplares tienen menos de 40 cm de diámetro. Estos ejemplares jóvenes corresponden a individuos plantados por la población o de generación natural, ya que la IMM ha dejado de utilizar esta especie¹.

Por otro lado, la caída que se da en las proporciones de la clase de DAP de 40 a 60 cm a la clase >60 cm se vincula con el deterioro precoz, antes mencionado, que sufre esta especie.

4.4.1.5 *Fraxinus excelsior*

Es relativamente común en las clases de diámetros entre 20 y 60 cm, (Cuadro No. 3) y presenta una distribución muy similar a *Melia azedarach*, sin embargo en este caso se trata de una especie que se pretende seguir utilizando.

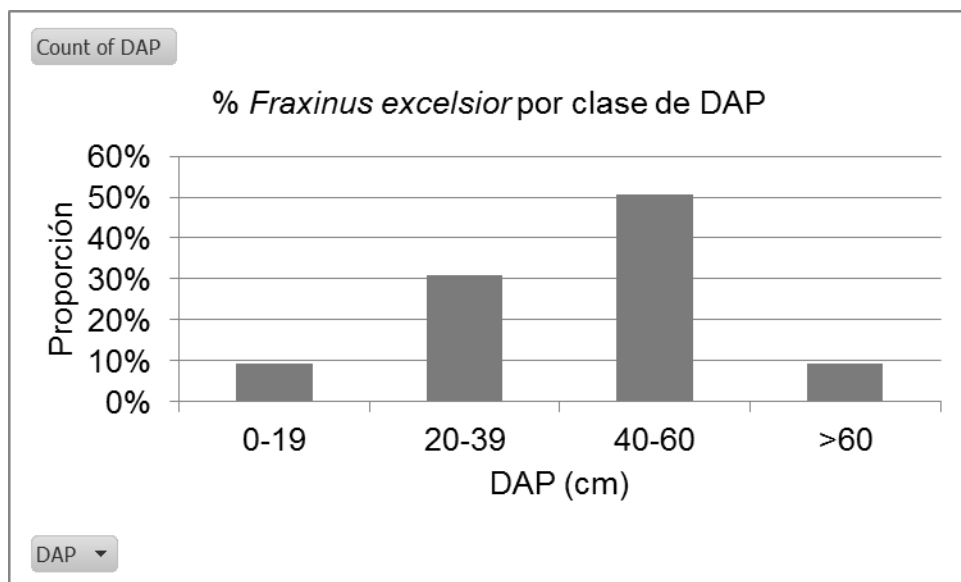


Figura No. 8. Proporción de *Fraxinus excelsior* por clase de DAP

Las bajas proporciones de ejemplares jóvenes indican que no se han priorizado plantaciones con esta especie, lo que podría estar relacionado con los problemas sanitarios que presenta esta especie en relación a *Fraxinus pennsylvanica*², el cual sí se planta activamente (Figura No. 8).

4.4.1.6 *Fraxinus pennsylvanica*

Es la principal especie que encontramos en las clases de DAP más bajas (0-19 cm y 20-39 cm) (Cuadro No. 3) ya que se planta activamente debido a su buen comportamiento en vivero, buena respuesta a plantación y otoñada atractiva y temprana¹. Grau y Kortsarz (2012) mencionan su fácil propagación por semilla y rápido crecimiento.

² Ross, P. 2014. Com. personal.

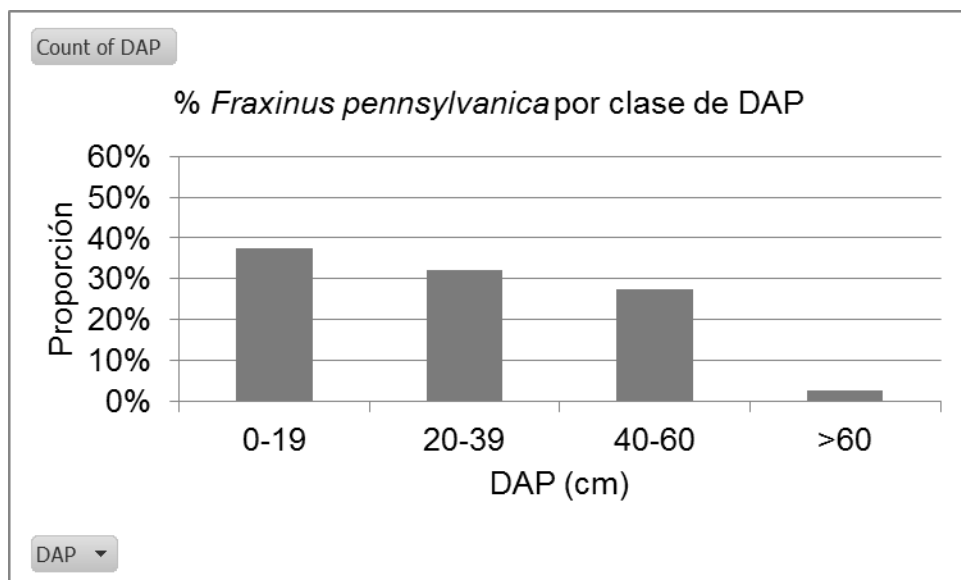


Figura No. 9. Proporción de *Fraxinus pennsylvanica* por clase de DAP

Más del 69% de los individuos tienen diámetros menores a 40 cm y el número decrece a medida que avanzamos en las clases de diámetros (Figura No. 9). Es una especie que manifiesta problemas sanitarios y estructurales a medida que crece¹, lo cual explicaría en parte, su baja proporción dentro de la clase de diámetros más alta en el total de la población (Cuadro No. 3)

Exceptuando *Fraxinus pennsylvanica* y *Acer negundo*, el resto de las especies de este grupo no poseen más de un 11% de ejemplares jóvenes (0 y 19 cm de DAP), dentro del total de la población de cada especie. A su vez para estas especies, encontramos principalmente árboles en las categorías “maduros funcionales” y “maduros en últimas etapas funcionales”.

Teniendo en cuenta que se considera que estas especies tienen una comprobada adaptación a la ciudad, y a su vez, conforman la mayor parte de los ejemplares que encontramos, la situación se vuelve más compleja ya que se compromete la estabilidad del conjunto de árboles de mayor peso dentro de la población total. La situación de *Fraxinus pennsylvanica*, es la que se aproxima más en cuanto a la distribución de tamaños (edades) para asegurar (en parte) la estabilidad de la población.

4.4.2 Grupo B, especies exitosas menos comunes

En este grupo encontramos especies que se adaptan adecuadamente al medio ya que presentan importantes proporciones dentro de las clases de diámetros altas, pero no representan altas proporciones en el total de la población. En general se trata de especies que se han dejado de plantar por distintos inconvenientes.

4.4.2.1 *Ulmus procera*

Esta especie se ha dejado de plantar debido a problemas sanitarios relacionados principalmente con eventuales focos de grafiosis y también por su mala respuesta a poda y problemas con rebrotes¹. De todas formas representan más del 2% de los árboles de diámetros entre 40 y 60 cm y de los mayores a 60 cm (Cuadro No. 3), lo cual indica que un buen número de individuos ha logrado desarrollarse y alcanzar grandes diámetros.

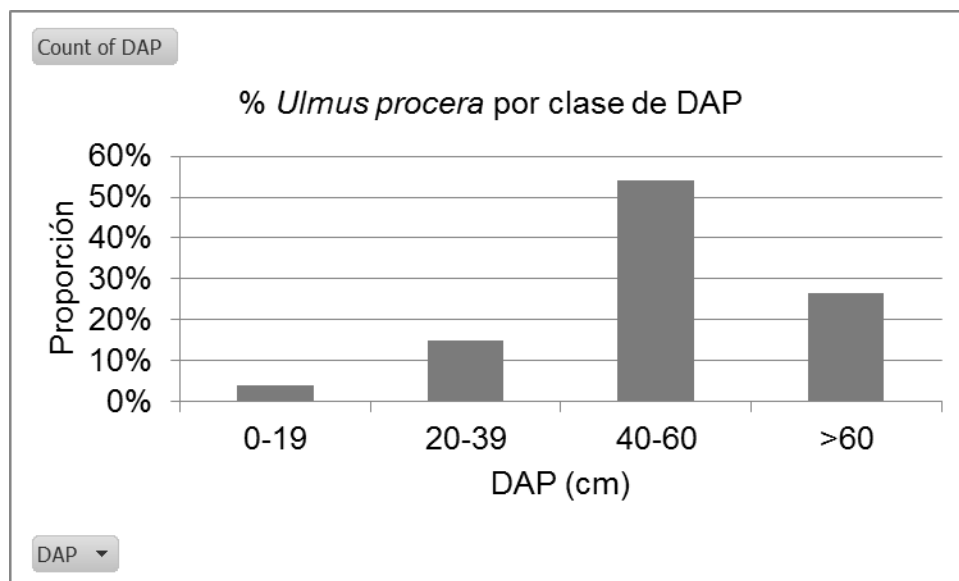


Figura No. 10. Proporción de *Ulmus procera* por clase de DAP

Las bajas proporciones de individuos jóvenes se deben justamente a que ya no se realizan nuevas plantaciones con esta especie (Figura No. 10).

4.4.2.2 *Acer saccharinum*

Esta especie presenta una situación particular, conforma el 2,3% de los árboles mayores a 60 cm de diámetro, y 1,2% de los árboles más jóvenes, sin embargo su proporción decae en clases intermedias (Cuadro No. 3). Richards (1983) para el caso de la ciudad de Syracuse menciona el excesivo tamaño que alcanza esta especie, si bien se trata de regiones distintas, el comportamiento sería similar dada su importancia en la clase de DAP mas alta.

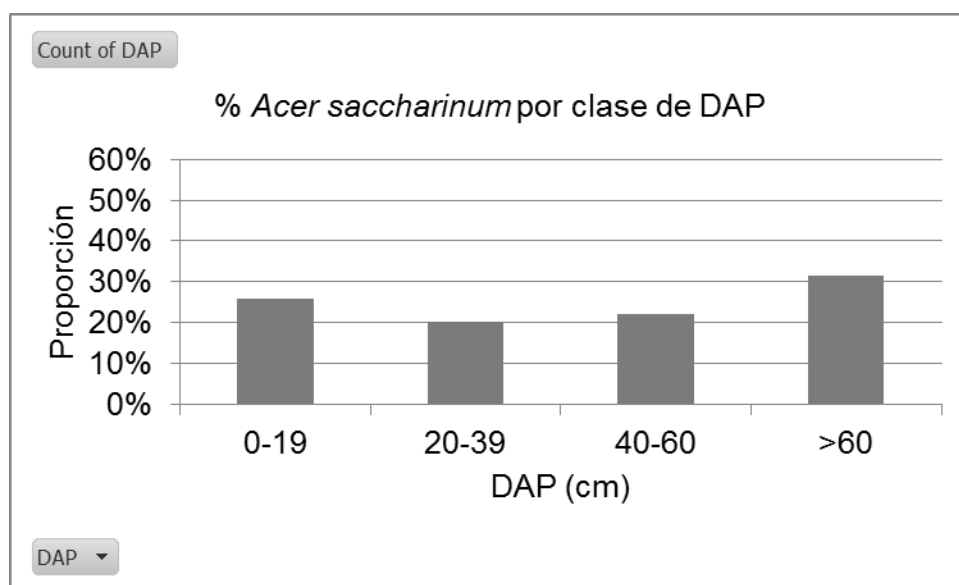


Figura No. 11. Proporción de *Acer saccharinum* por clase de DAP

Las proporciones de individuos dentro de las distintas clases para *Acer saccharinum* sugiere que esta especie fue plantada en el pasado y luego por un largo período no se realizaron plantaciones, retomándose nuevamente en los últimos años¹ (Figura No. 11).

4.4.2.3 *Ceiba speciosa*

Las proporciones de esta especie son casi constantes en las distintas clases de DAP para el total de la población, con un pequeño aumento dentro de la clase de 20 a 39 cm (Cuadro No. 3).

Esta especie comenzó a plantarse sobre aceras durante la participación del Ing. Pablo Ross como director de la Sección Arbolado de la Dirección de Paseos Públicos de la IMM, en el período 1962 – 1982². Por lo que esta especie al momento del censo tenía menos de 46 años de cultivada y sin embargo presenta un importante número de individuos en las clases de DAP altas.

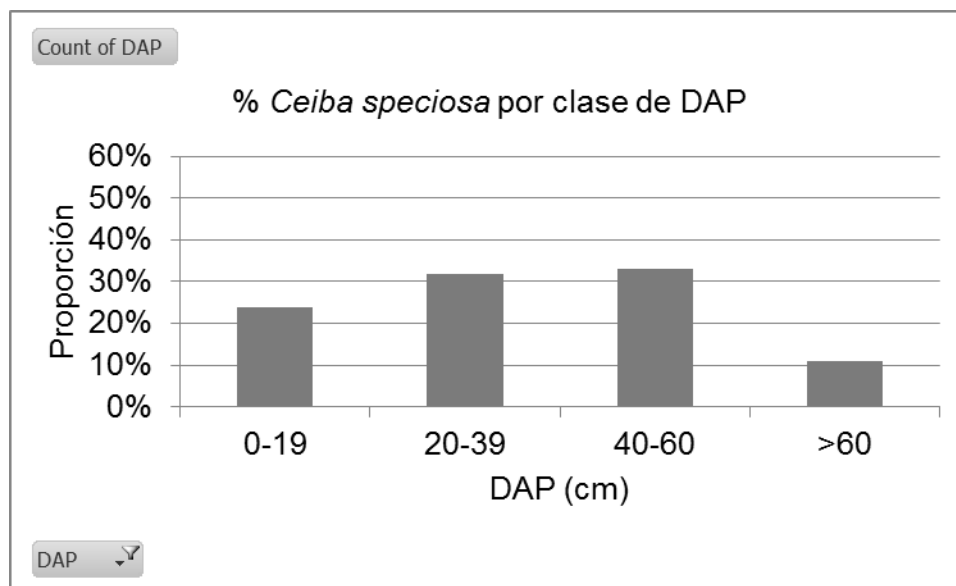


Figura No. 12. Proporción *Ceiba speciosa* por clase de DAP

Debido a problemas con interferencias radicales la IMM ha dejado de plantar esta especie, sin embargo presenta una importante proporción de individuos jóvenes (Figura No. 12) que corresponderían a plantaciones realizadas por los ciudadanos¹.

4.4.2.4 *Populus deltoides*

Esta especie tiene proporciones relativamente constantes en las distintas clases de diámetros del total de la población (Cuadro No. 3). Si bien la IMM ha realizado plantaciones puntuales en el pasado, la mayor parte corresponde a ejemplares plantados por la población¹. Por lo que sus proporciones no responden a plantaciones planificadas con esta especie.

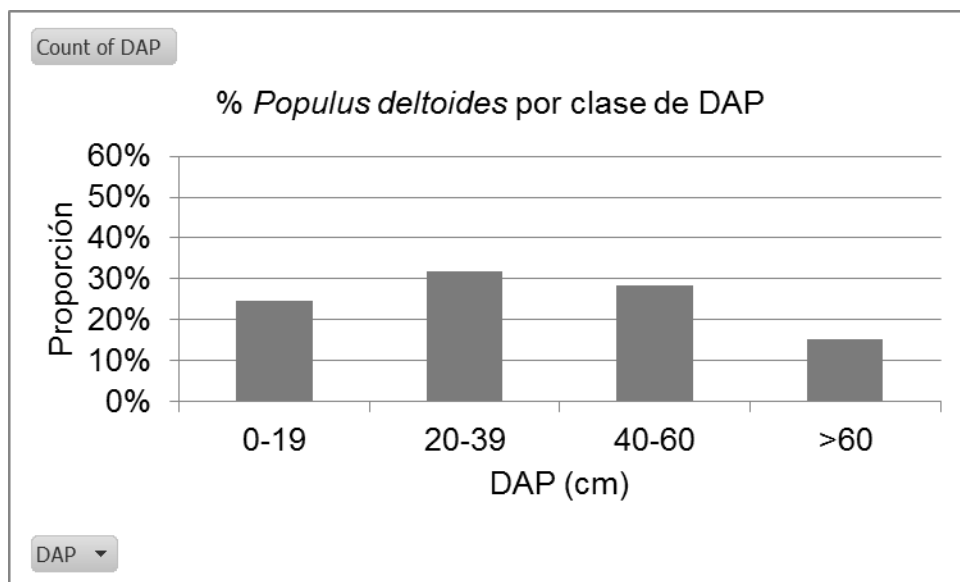


Figura No. 13. Proporción de *Populus deltoides* por clase de DAP

Las importantes proporciones de ejemplares jóvenes indican que esta especie se continúa plantando activamente (Figura No. 13). La totalidad de los ejemplares de la clase de diámetro más baja corresponde a plantaciones realizadas por la población¹.

4.4.2.5 *Taxodium distichum*

Presenta una distribución similar a *Acer sacharinum*, donde se encuentra que la clase de diámetro más alta y la más baja son las que poseen las mayores proporciones de esta especie en el total de la población. Lombardo (1979) menciona que es posible encontrar plantaciones de esta especie en calles de Malvín y Carrasco, las cuales corresponderían a la proporción dentro de la clase de mayor DAP (Cuadro No. 3).

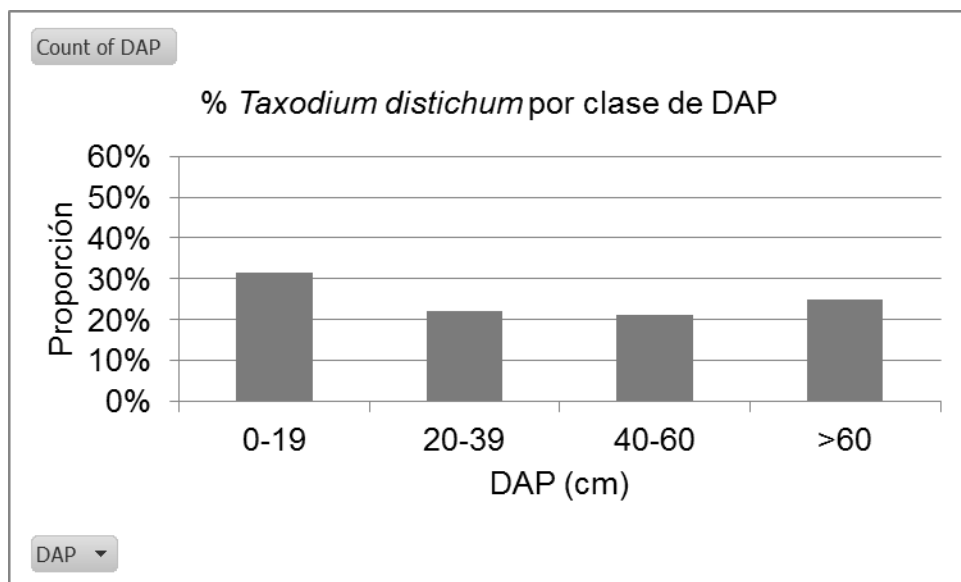


Figura No. 14. Proporción de *Taxodium distichum* por clase de DAP

La IMM ha contribuido a mantener las plantaciones existentes de esta especie, lo que explicaría la presencia de individuos jóvenes¹ (Figura No. 14).

Las especies de este grupo presentan tres situaciones:

- No existen nuevas plantaciones de *Ulmus procera* por lo que el número de individuos jóvenes es muy bajo.
- *Populus deltoides* y *Ceiba speciosa* deben las proporciones de individuos jóvenes a plantaciones de ciudadanos principalmente.
- *Acer saccharinum* y *Taxodium distichum* presentan importantes proporciones de ejemplares jóvenes (0 a 19 cm), pero con una caída en tamaños intermedios, lo que indicaría que se retomaron las plantaciones con estas especies en los últimos años.

4.4.3 Grupo C, especies menos exitosas

Se trataría de especies que no alcanzan grandes diámetros ya que maduran antes (Richards, 1983). Se han plantado en forma continua por lo que representan altas proporciones en las clases de diámetros más bajas.

La mayoría de las especies encontradas en este grupo corresponden a ejemplares introducidos por la población, muchos, arbustos de bajo valor funcional. Igualmente existen especies dentro de este grupo que corresponden a plantaciones de la IMM.

4.4.3.1 *Jacaranda mimosifolia*

Presenta una importante proporción dentro de la clase de diámetros de 20 a 39 cm, pero que decae en clases más altas (Cuadro No. 3). Lombardo (1979) lo menciona como especie cultivada en las calles de Montevideo, y actualmente se continúan realizando plantaciones¹. Si bien se cultiva hace años, los ejemplares no alcanzan grandes diámetros ya que no se destacan en las clases de DAP mayores a 39 cm.

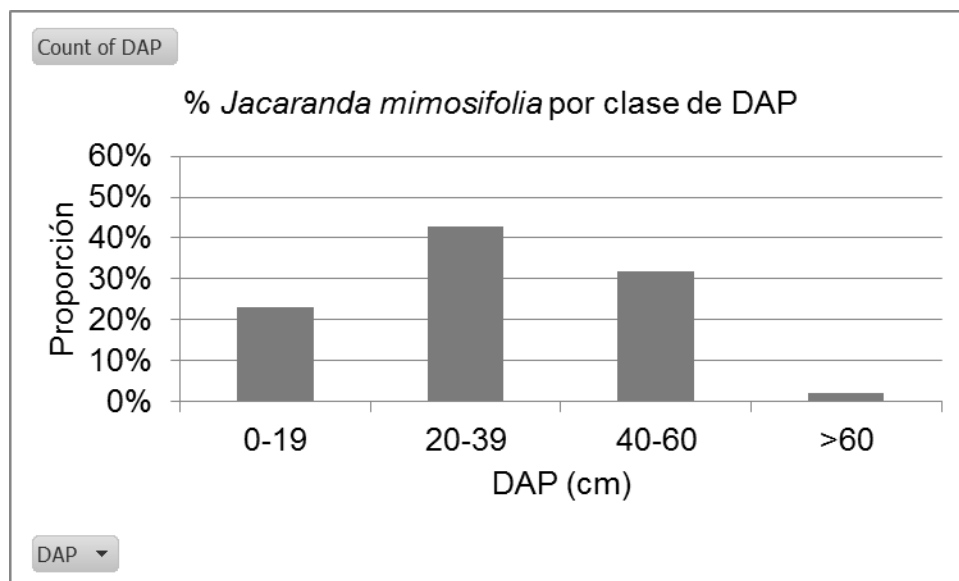


Figura No. 15. Proporción de *Jacaranda mimosifolia* por clase de DAP

En comparación con las especies anteriormente analizadas, *Jacaranda mimosifolia* presenta una baja proporción de individuos mayores a 60 cm de

diámetro (Figura No. 15), lo cual reafirma el hecho de que es una especie que no alcanza grandes tamaños.

4.4.3.2 *Firmiana simplex*

Esta especie tiene cierta importancia dentro de las clases de DAP más bajas, pero decae dentro de clases más altas, llegando a representar menos del 1% de los árboles mayores a 60 cm (Cuadro No. 3). Lombardo (1954) la menciona como especie utilizada en el arbolado de calles, sin embargo, pocos ejemplares han alcanzado diámetros mayores.

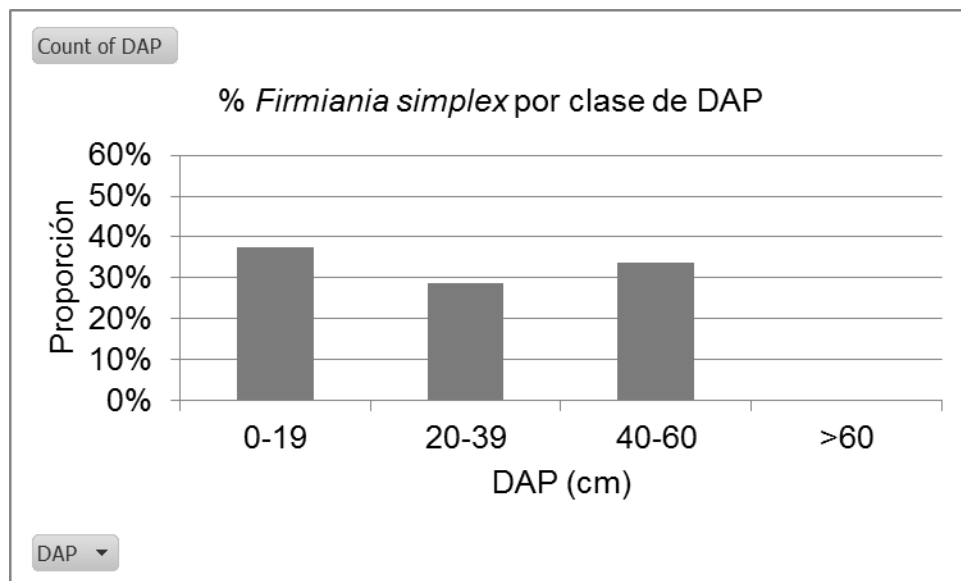


Figura No. 16. Proporción de *Firmiana simplex* por clase de DAP

El 37% de los individuos presentan diámetros menores a 20 cm (Figura No. 16), sin embargo, estos ejemplares no corresponden a plantaciones recientes. Se trata de árboles que no se han logrado desarrollar y han envejecido con pequeños tamaños¹

4.4.3.3 *Catalpa bignonioides*

Al igual que *Firmiana simplex*, esta especie se destaca dentro del grupo de árboles de menores diámetros, disminuyendo su importancia en clases de

mayor DAP (Cuadro No. 3). Lombardo (1954) la menciona como especie cultivada en calles de la ciudad, por lo cual no es de reciente incorporación.

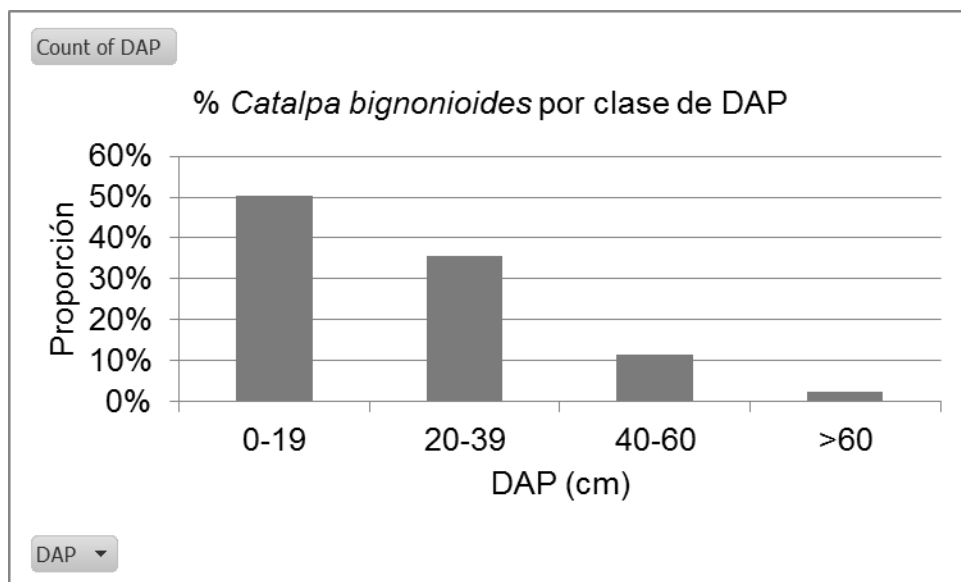


Figura No. 17. Proporción de *Catalpa bignonioides* por clase de DAP

Más del 86% de los ejemplares de esta especie presentan diámetros menores a 40 cm (Figura No. 17). Se continúa plantando en la actualidad, por lo que las altas proporciones de ejemplares jóvenes corresponderían a plantaciones recientes¹. Considerando que esta especie es cultivada en calles hace más de 50 años, no parece alcanzar grandes diámetros, ya que son pocos los individuos de más de 39 cm de DAP.

4.4.4 Grupo D, especies recientes

Las especies de este grupo se han comenzado a plantar recientemente por lo que se encuentran principalmente en clases de diámetros menores. Se consideran especies “nuevas” de las cuales no hay, o hay muy pocos, ejemplares añosos y de gran tamaño que puedan asegurar que la especie se adaptará correctamente a la ciudad.

4.4.4.1 *Tilia x viridis*

Esta especie representa el 0.9% de los individuos menores a 20 cm de DAP, su proporción decrece en clases de DAP mayores (Cuadro No. 3). Lombardo (1979) no lo menciona como árbol cultivado en calles, por lo que no se esperaría encontrar un alto número de individuos de grandes tamaños (Lombardo, 1979, citaba a *Tilia x viridis* como *Tilia x moltkei*).

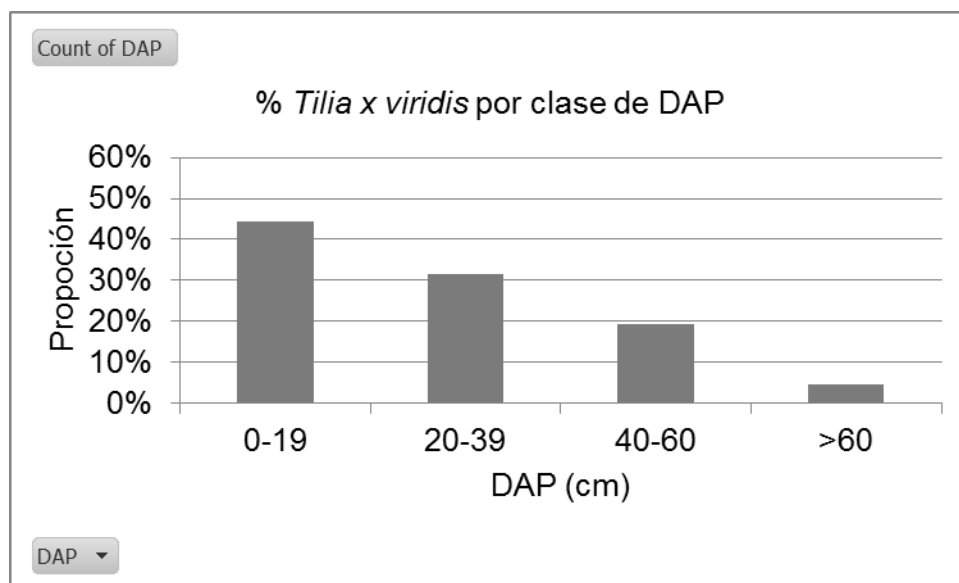


Figura No. 18. Proporción de *Tilia x viridis* por clase de DAP

La distribución de individuos en las clases de diámetros indica que esta especie presenta ejemplares jóvenes principalmente (Figura No. 18), lo cual se asocia exclusivamente a plantaciones realizadas por la población, ya que la IMM no utilizó esta especie sino hasta después de realizado el censo¹.

4.4.4.2 *Liquidambar styraciflua*

La situación de *Liquidambar styraciflua* es muy similar a la de *Tilia x viridis*, con aún menos ejemplares en clases de DAP mayores (Cuadro No. 3). Lombardo (1979) indica a esta especie con pocos ejemplares en parques, paseos y plazas y no lo menciona como árbol cultivado en calles.

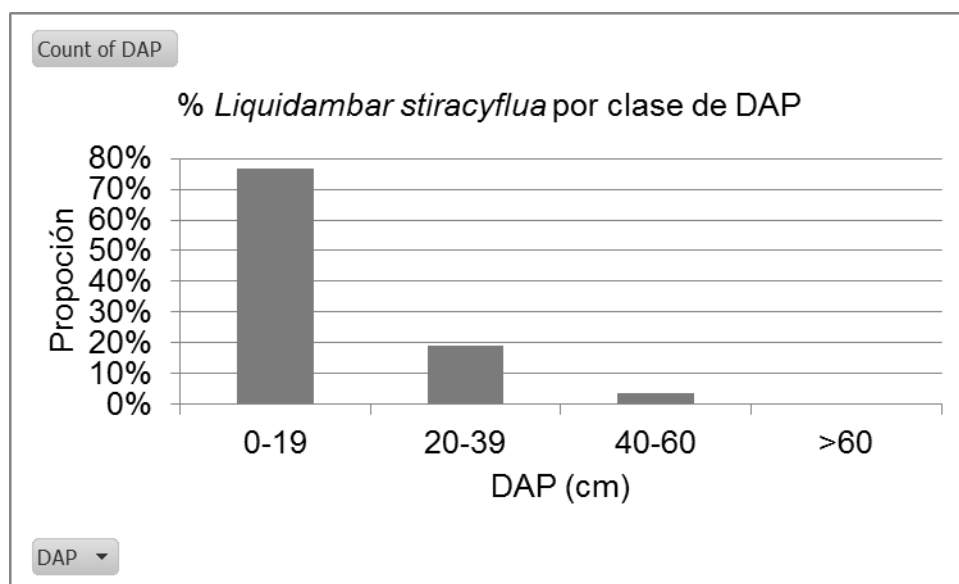


Figura No. 19. Proporción de *Liquidambar styraciflua* por clase de DAP

El 76% de los individuos de esta especie tienen menos de 20 cm de diámetro (Figura No. 19). Esta elevada proporción de ejemplares jóvenes corresponde a plantaciones de particulares, ya que la IMM comenzó a cultivar esta especie luego del año 2010¹

4.4.4.3 *Grevillea robusta*

Si bien es de importancia en las clases de DAP más bajas, en comparación con las demás especies de este grupo (C) presenta mayor proporción de ejemplares en las clases más altas (Cuadro No. 3). Lombardo (1979) la considera común en parques y plazas pero no la menciona en calles, sin embargo la sugiere como especie adecuada para cultivar en avenidas.

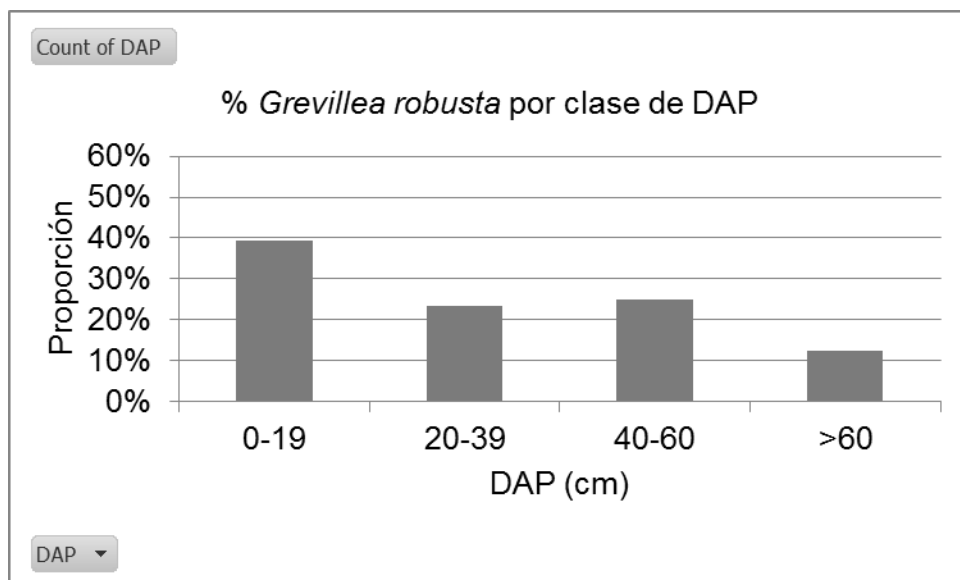


Figura No. 20. Proporción de *Grevillea robusta* por clase de DAP

La distribución de los ejemplares de esta especie es similar al resto de las especies de este grupo, sin embargo, presenta una mayor proporción de individuos de diámetros mayores (Figura No. 20). La población de esta especie surge principalmente de iniciativas privadas y de plantaciones por parte de la población¹.

4.4.4.4 *Peltophorum dubium*

Lombardo (1979) no hace referencia al cultivo de esta especie en calles. Ross (1994) la menciona como muy poco frecuente y comenta sobre el buen desarrollo de la plantación realizada en el año 1989 sobre la Av. Del Libertador J. A. Lavalleja. Como el resto de las especies de este grupo es relativamente común entre los individuos de diámetros bajos (Cuadro No. 3).

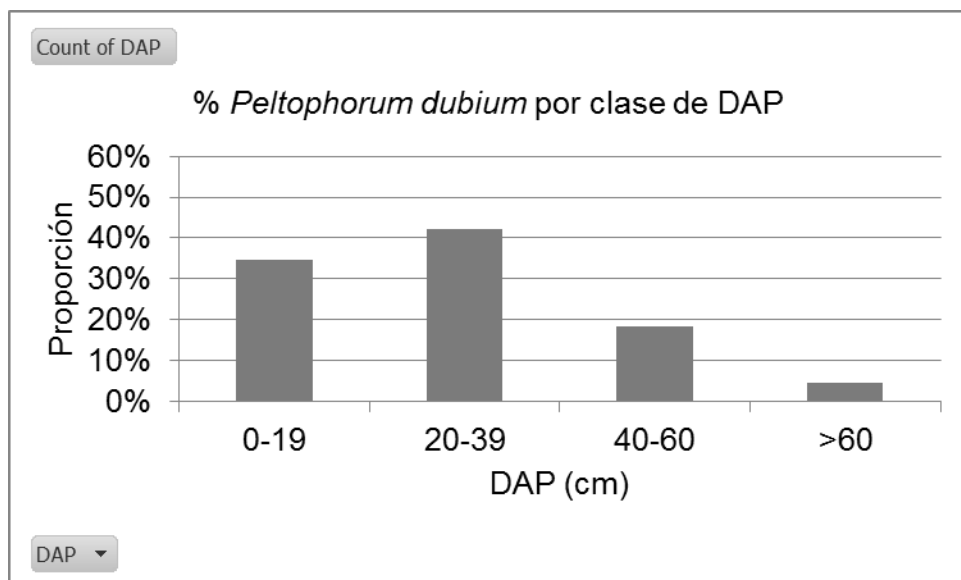


Figura No. 21. Proporción de *Peltophorum dubium* por clase de DAP

El 77% de los individuos de esta especie tienen diámetros menores a 40 cm (Figura No. 21). Corresponden a plantaciones realizadas principalmente por la IMM en los últimos 20 años anteriores a la fecha del censo aproximadamente. Hasta el momento han demostrado una buena adaptación¹.

En general las especies de este grupo se comenzaron a utilizar en los últimos años y se conoce poco sobre su capacidad de adaptación al medio urbano debido a que son escasos los ejemplares desarrollados presentes en la ciudad. La baja proporción que representan estas especies es conveniente para la estabilidad de la población, ya que si llegaran a fracasar en un futuro, no provocarían un gran impacto en la población general de árboles.

4.5 ESTADO VEGETATIVO DE LOS ÁRBOLES

El estado vegetativo (EV) es una medida de calidad del arbolado, se conforma a partir de observaciones parciales del estado de la copa, sanidad e inclinación de los ejemplares (Arcos et al., 2005).

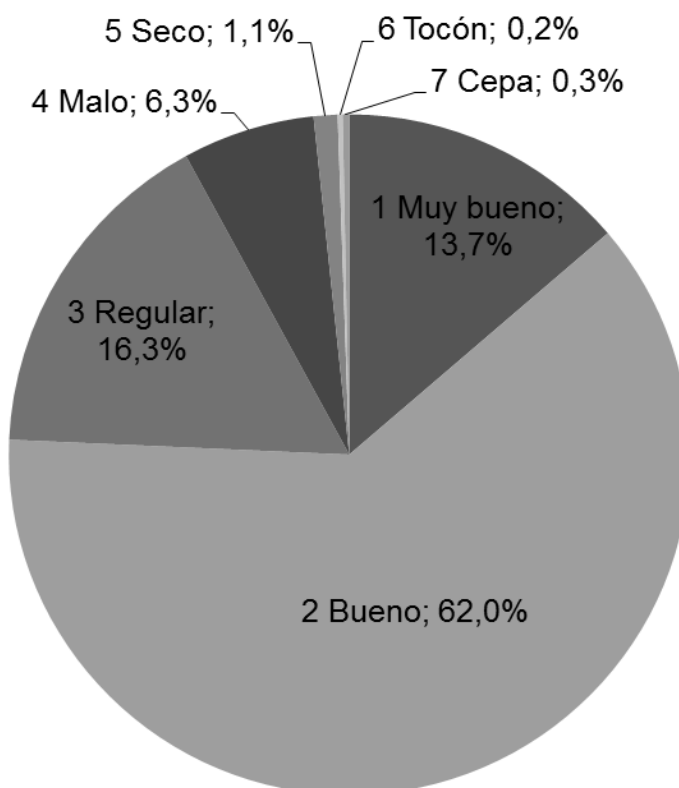


Figura No. 22. Proporción de individuos por EV

El 62% de los individuos tienen un EV “bueno”, y un 13,7% un estado “muy bueno” (Figura No. 22), por lo que más del 75% de los árboles de la ciudad se encuentran en condiciones “óptimas”. Son ejemplares que no necesitarán intervenciones drásticas ni tendrán que ser retirados en el largo plazo. El 16% de los individuos tienen un EV regular, por lo que requieren un seguimiento en el mediano plazo ya que en general se continuarán deteriorando. Por último, el 7,4% de los ejemplares tienen EV “malo” y “seco”, esto corresponde a 15.707 individuos que no están en condiciones de permanecer en la vía pública (Arcos y Pose, 2008).

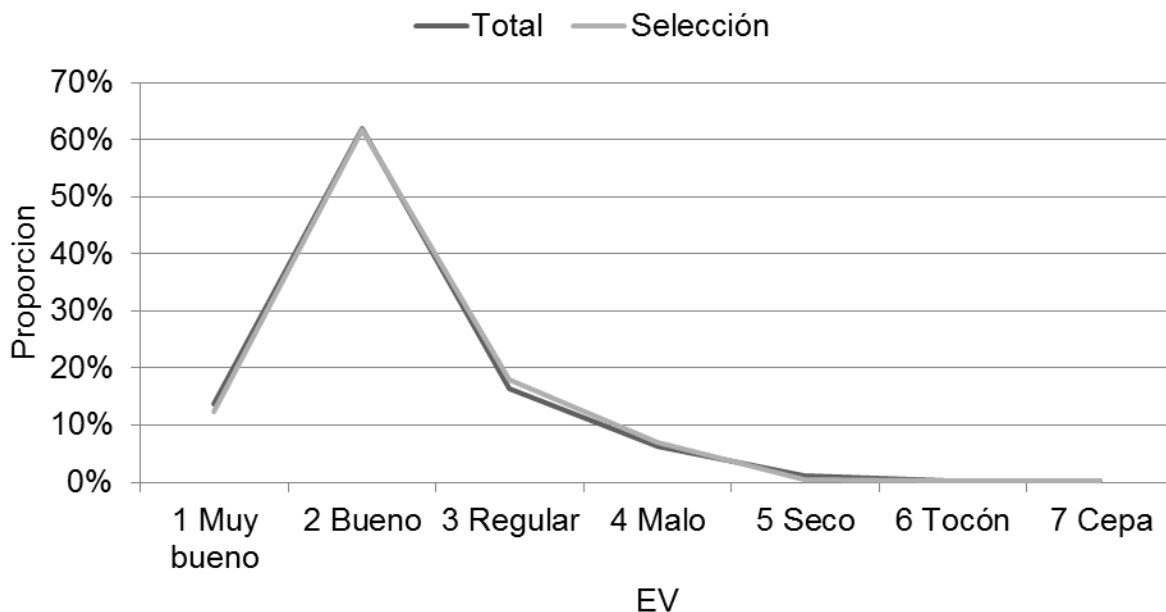


Figura No. 23. Proporción de individuos totales y seleccionados por EV

Al comparar las proporciones del total de las especies y las especies utilizadas solo por la IMM (selección) no existen prácticamente diferencias en la distribución en los distintos EV (Figura No. 23).

4.5.1 Relative performance index (RPI) y EV por especie

El RPI (Relative Performance Index o índice de performance relativo) es un indicador de la condición y adecuación de las especies al medio. Así como de su performance en relación al resto de las especies. Se calcula dividiendo la proporción de ejemplares considerados “buenos” y “muy buenos” de una especie, entre la proporción de los ejemplares totales considerados “bueno” y “muy bueno” de la población. Valores de RPI mayores a “1” indican que la especie tiene más individuos clasificados como “buenos” o “muy bueno” en relación a la condición promedio del total de la población. Valores de RPI menores a “1” indican que la performance de la especie está por debajo de la media de la población, ya que tiene menor cantidad de individuos clasificados como “buenos” o “muy buenos”. Valores de RPI iguales a “1” indican que la especie se comporta como la media de la población (Peper et al., 2004).

Cuadro No. 4. Relative performance index

Grupo y Especie	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	RPI	Tot. Pobl. (%)	No. Arb.
A- Melia azedarach	7,0	57,6	24,6	10,2	0,7	0,85	22,2	45719
A- Fraxinus pennsylvanica	15,9	65,3	13,5	4,8	0,5	1,07	21,1	43341
A- Platanus x acerifolia	14,9	61,6	16,2	6,8	0,5	1,01	10,8	22112
A- Tipuana tipu	7,6	66,6	21,4	4,2	0,2	0,98	5,7	11682
A- Fraxinus excelsior	10,0	62,2	20,2	7,3	0,4	0,95	3,1	6386
A- Acer negundo	10,2	45,1	24,3	19,9	0,6	0,73	3,0	6196
C- Jacaranda mimosifolia	13,1	66,4	16,3	3,8	0,4	1,05	2,3	4694
B- Ulmus procera	6,3	55,5	27,2	10,4	0,6	0,82	1,6	3332
B- Acer saccharinum	15,7	60,0	13,8	10,0	0,6	1,00	1,2	2414
B- Ceiba speciosa	21,0	71,8	5,6	1,2	0,4	1,22	1,1	2346
B- Populus deltoides	12,9	71,2	10,7	3,8	1,4	1,11	1,1	2172
B- Taxodium distichum	23,4	74,0	2,1	0,2	0,2	1,28	0,8	1723
C- Catalpa bignonioides	13,5	63,1	18,3	4,5	0,7	1,01	0,8	1657
C- Firmiana simplex	24,0	58,0	11,7	5,0	1,3	1,08	0,5	1077
D- Tilia x viridis	30,6	64,2	4,0	0,6	0,7	1,25	0,5	1031
C- Populus alba	12,5	72,0	9,2	5,9	0,4	1,11	0,4	811
B- Ulmus americana	5,2	57,5	28,0	8,9	0,4	0,83	0,4	756
D- Peltophorum dubium	25,7	67,3	5,8	0,9	0,3	1,23	0,3	692
D- Liquidambar styraciflua	43,6	53,5	2,0	0,6	0,3	1,28	0,3	686

D- <i>Grevillea</i>									
<i>robusta</i>	23,9	66,1	9,1	0,7	0,1	1,19	0,3	681	
Tot.									
Pobl. (%)	13,8	62,0	16,7	6,4	1,0	1,00	100,0	205570	

Grupo ~ Grupo de adaptación

Tot. Pobl. ~ Total dentro de la población

No. Arb. ~ Número de árboles totales

En algunos casos, un RPI bajo puede deberse a que la mayoría de los ejemplares de esa especie son muy antiguos y senescentes y no a una mala performance. Por otro lado, en especies con alta proporción de individuos recientemente plantados, un RPI bajo indicaría que se está utilizando una especie poco adecuada. O también podría indicar que no se está realizando el mantenimiento adecuado a los árboles jóvenes (Peper et al., 2004).

Considerando el RPI y el número de individuos por EV por clase de DAP de cada especie, se analizaron los comportamientos particulares (RPI de las demás especies ver Tabla Anexo no. 2).

4.5.1.1 *Melia azedarach*

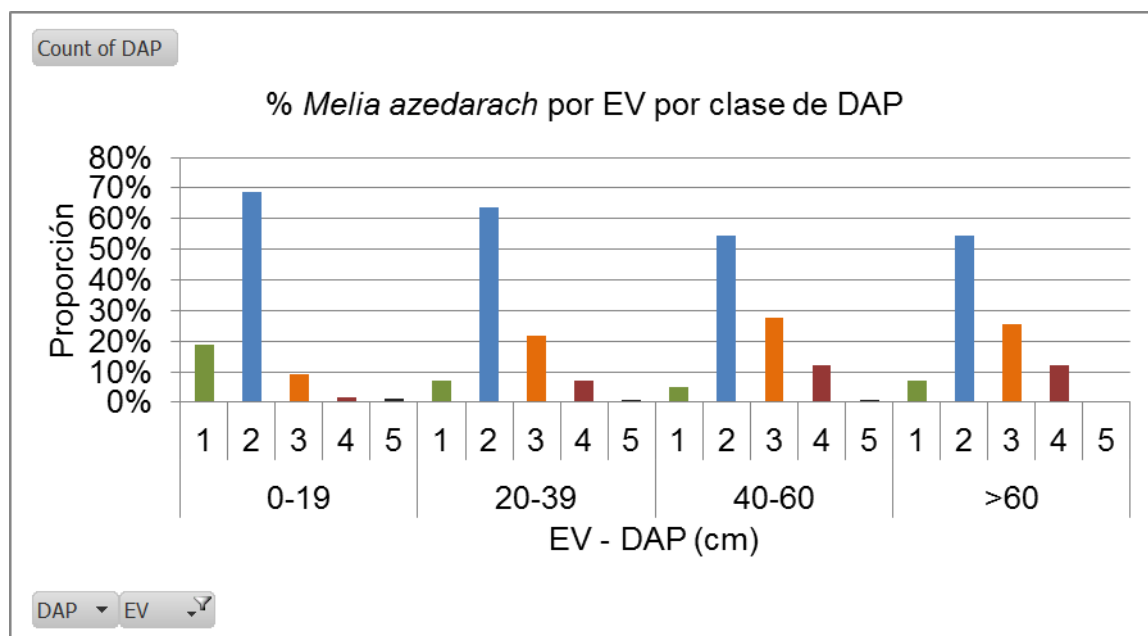


Figura No. 24. Proporción de *Melia azedarach* por EV y clase de DAP

Las proporciones de EV “muy bueno” y “bueno” disminuyen a medida que los diámetros son mayores, tomando importancia EV “regular” y “malo”, que representan más de la tercera parte de los árboles entre 40 y 60 cm y mayores a 60 cm de DAP (Figura No. 24). A su vez, el RPI indica que la performance de esta especie está por debajo de la población general (Cuadro No. 4).

El aumento de la proporción de individuos deteriorados en clases de DAP mayores podría relacionarse con su mala respuesta a la poda (Grau y Kortsarz, 2012). Según Ross (1994), para el caso de *Melia azedarach*, podas severas y de ramas de grandes diámetros dejan heridas que terminan necrosadas y secuelas que no pueden ser superadas.

Por otro lado, Grau y Kortsarz (2012) menciona que esta especie puede ser atacada por 2 variedades de fitoplasmas, causando envejecimiento y muerte prematura.

Los árboles más debilitados son propensos a ser afectados por el coleóptero *Diploschema rotundicolle* (“taladro del citrus y el paraíso”) que penetra por brotes jóvenes y ataca la madera debilitándola³

³ Grille, G. 2014. Com. personal.

4.5.1.2 *Fraxinus pennsylvanica*

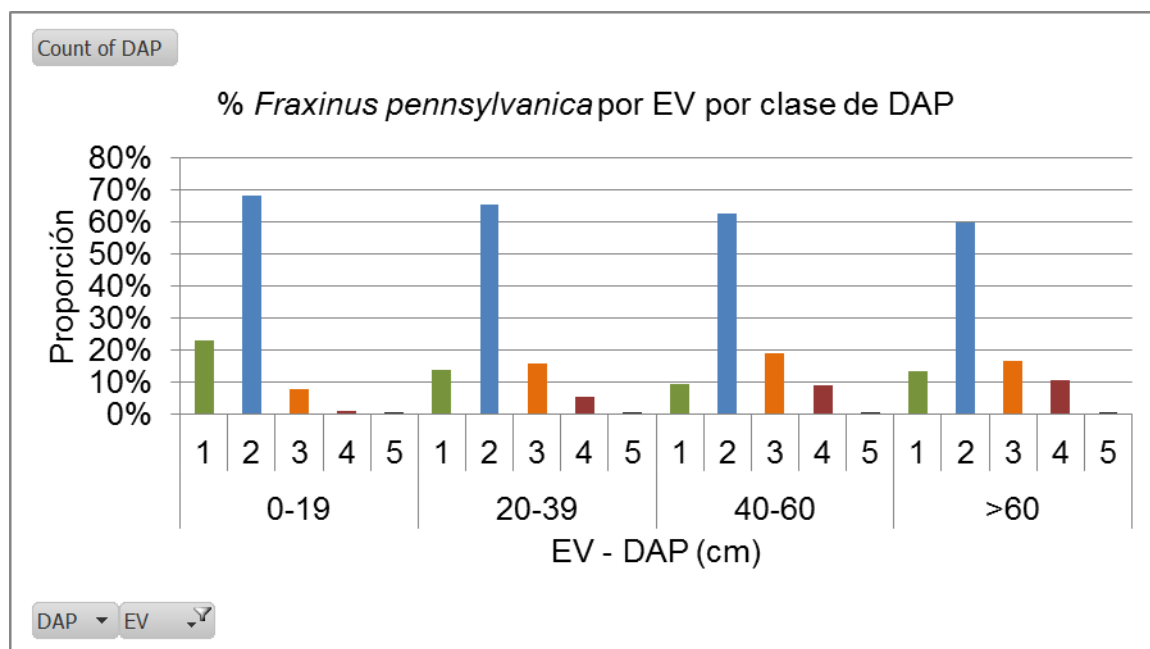


Figura No. 25. Proporción de *Fraxinus pennsylvanica* por EV y clase de DAP

El RPI (1,07) nos indica que la performance de esta especie es levemente mayor a la media de la población (Cuadro No. 4).

Se considera una especie que responde muy bien a la plantación. Durante los primeros años tiene un buen comportamiento¹ y es moderadamente tolerante a podas (Grau y Kortsarz, 2012) Esto explicaría las altas proporciones de individuos con EV “muy bueno” y “bueno” dentro de la clase de DAP más baja (Figura No. 25).

El leve aumento de los EV “regular” y “malo” que se da a partir de los 19 cm de DAP (Figura No. 25) estaría asociado a problemas sanitarios que causan pudriciones en los árboles de mayor tamaño, así como rajaduras de ramas debido a la llamada “corteza incluida”¹.

4.5.1.3 *Platanus x acerifolia*

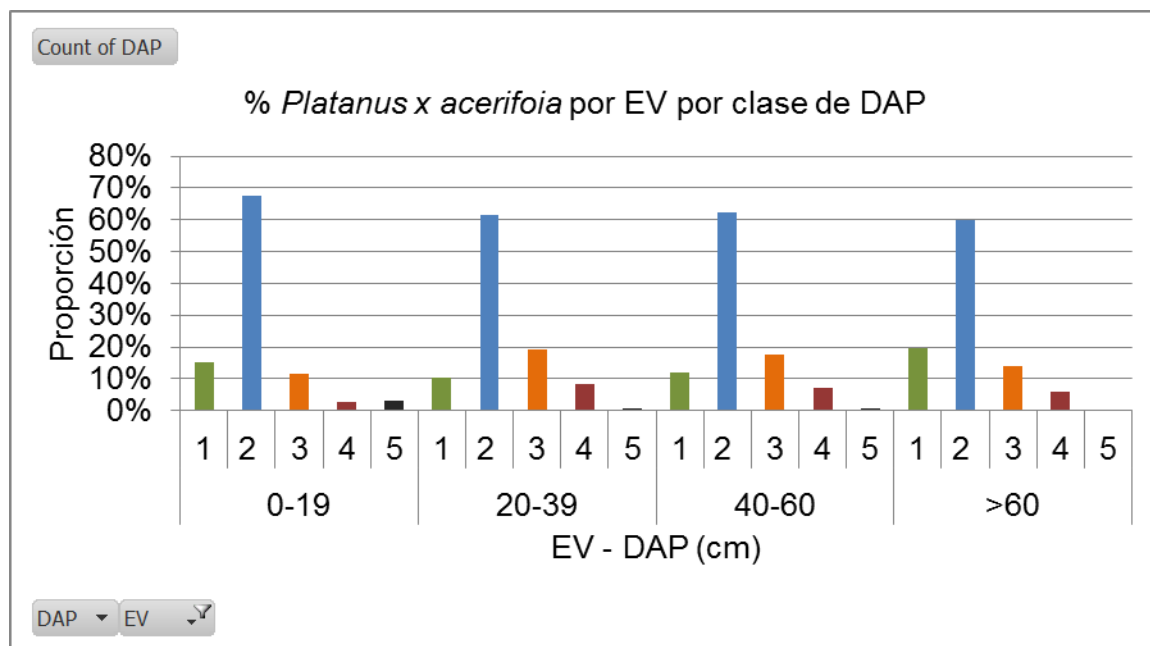


Figura No. 26. Proporción de *Platanus x acerifolia* por EV y clase de DAP

Para *Platanus x acerifolia* la mayor proporción de individuos con EV “muy bueno” la encontramos en la clase da DAP mas alta (+60 cm). A su vez, las mayores proporciones de los EV “regular” y “malo” se dan en la clase de DAP de 20 a 39 cm y se observa una leve caída de estos EV a partir de la clase de DAP de 40 a 60 cm (Figura No. 26). Su RPI (1,01) refleja el comportamiento medio del total de la población de árboles de la ciudad (Cuadro No. 4). Considerando que la mayor parte de estos árboles son muy antiguos (más del 86% de los ejemplares con DAP mayores a 40 cm) su performance es destacable. Su buena sanidad y tolerancia a las podas (Grau y Kortsarz, 2012) permite que los ejemplares alcancen grandes tamaños sin deteriorarse. Por esto, las proporciones de EV “regular” y “malo” en las distintas clases de DAP no se asociarían a un deterioro por senescencia.

4.5.1.4 *Tipuana tipu*

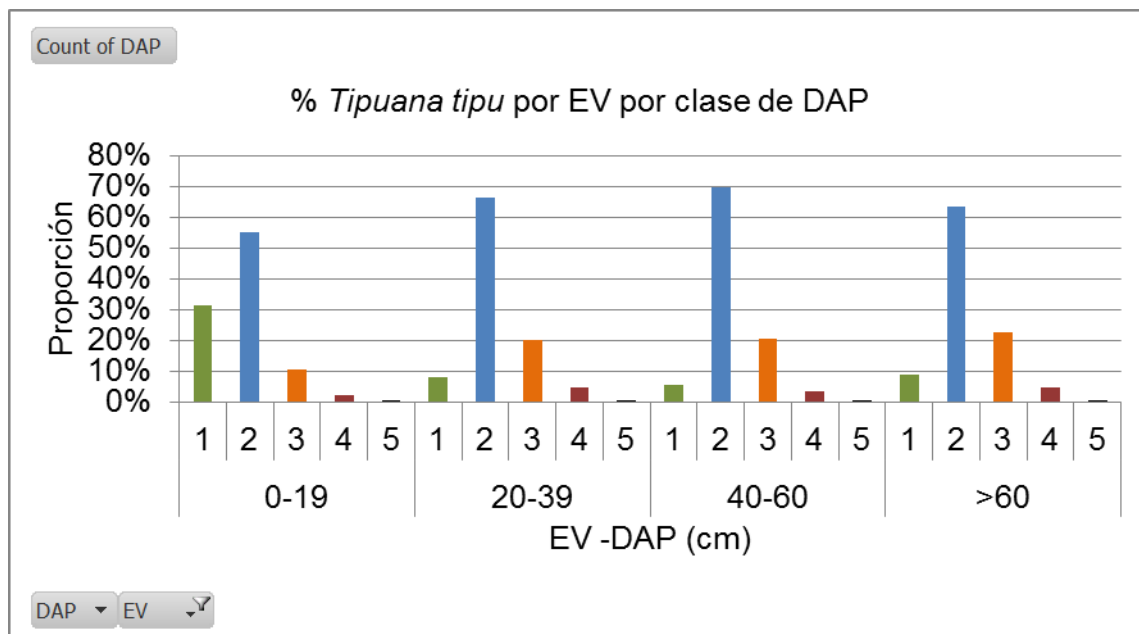


Figura No. 27. Proporción de *Tipuana tipu* por EV y clase de DAP

Dentro del grupo de adaptación “A”, *Tipuana tipu* es la especie que tiene menores proporciones de EV “malo” en las distintas clases de DAP, en ningún caso este EV representa más del 5% de los individuos. A medida que avanzamos en las clases de DAP se observa un ligero aumento de los EV “regular” (Figura No. 27).

Su RPI de 0,98 indica que su comportamiento está levemente por debajo del comportamiento medio de la población (Cuadro No. 4). Al igual que *Platanus x acerifolia* la mayor parte de los individuos son de gran tamaño y muy antiguos (El 92% de los ejemplares tienen más de 40 cm de DAP), esto incidiría disminuyendo el RPI de esta especie.

Es una especie moderadamente tolerante a podas, a su vez la copa extendida que alcanzan los grandes ejemplares puede ser afectada por tormentas (Grau y Kortsarz, 2012). Según Ross (1994), Grau y Kortsarz (2012) durante la primavera las ramas jóvenes son atacadas por un insecto parásito (*Cephus siccifolius*) que produce un goteo conocido como “llanto de las tipas”. Sin embargo, el principal causante de la gomosis que liberan estos árboles

estaría asociado a un Hemíptero denominado *Platicorypha nigrivirga*, que es específico de esta especie.³ Parte de las proporciones de EV bajos podrían deberse a estas dificultades estructurales y sanitarias.

4.5.1.5 *Fraxinus excelsior*

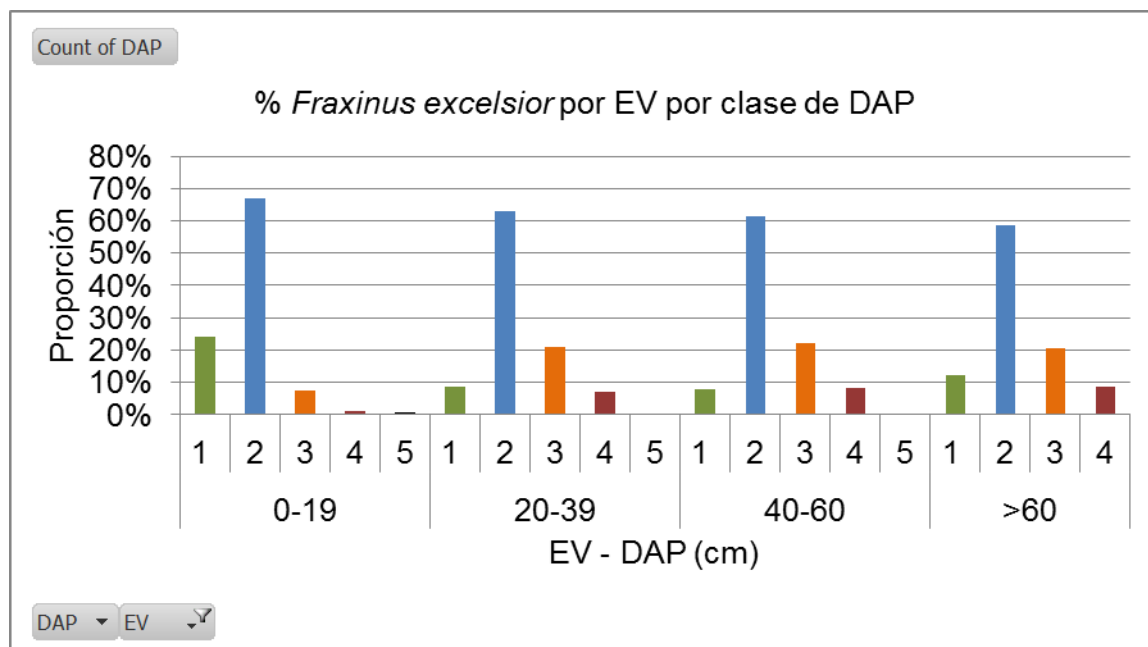


Figura No. 28. Proporción de *Fraxinus excelsior* por EV y clase de DAP

Esta especie tiene una distribución prácticamente idéntica a la de *Fraxinus pennsylvanica*. A partir de los 19 cm de DAP las proporciones de los estados vegetativos “regular” y “malo” aumentan y se mantienen casi constantes en DAP mayores (Figura No. 28). Sin embargo, su RPI es de 0,95, 0,12 puntos por debajo de *Fraxinus pennsylvanica* (Cuadro No. 4). Esta diferencia podría deberse al número de individuos presentes en las distintas clases de DAP, lo cual influiría sobre el RPI de estas especies. Ya que, *Fraxinus pennsylvanica* tiene mayores proporciones de individuos jóvenes en relación a *Fraxinus excelsior*.

A su vez, esta especie en comparación con *Fraxinus pennsylvanica* es más propensa a ser atacada por patógenos como la cochinilla *Saissetia oleae*² o la “mosca blanca del fresno” (*Siphoninus phillyreaelo*)³ lo cual influiría sobre su sanidad y directamente sobre el EV y su performance.

4.5.1.6 *Acer negundo*

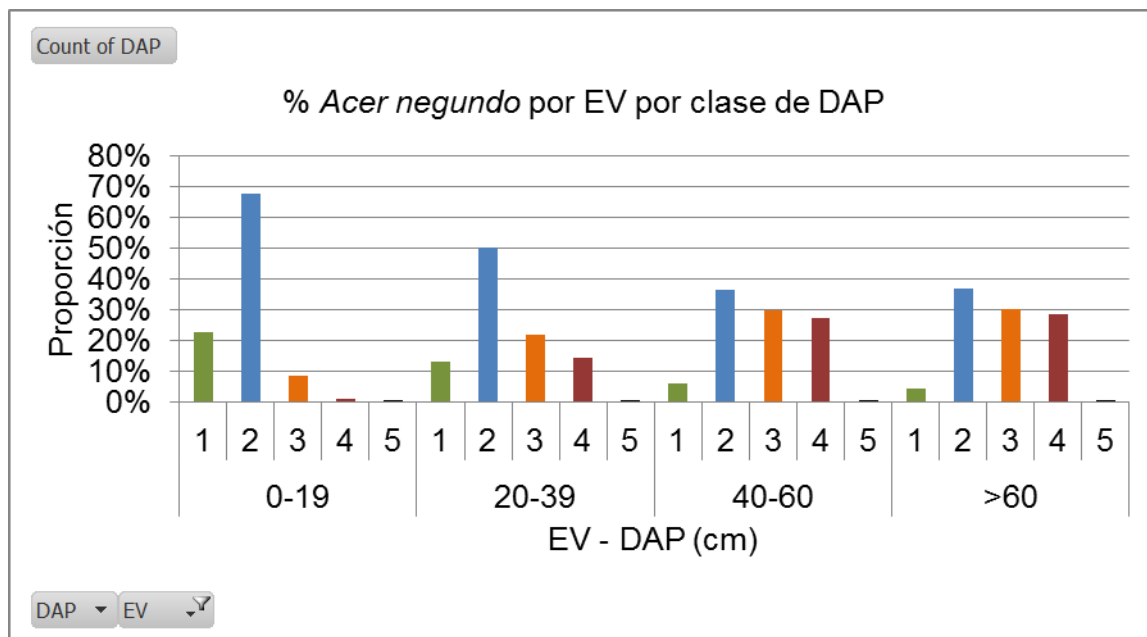


Figura No. 29. Proporción de *Acer negundo* por EV y clase de DAP

Es la especie que tiene mayores proporciones de individuos con EV “regular” y “malo” en las clases de DAP altas. El estado de los árboles tiene un marcado deterioro a medida que avanzamos en las clases de DAP. Casi el 60% de los individuos entre 40 y 60 cm de DAP y los mayores a 60 cm tienen EV “regular” o “malo” (Figura No. 29). Su RPI de 0,73 es el más bajo de todas las especies analizadas (Cuadro No. 4). Según Valla et al. (1999) se trata de una especie de vida corta y de ramas débiles que se rompen fácilmente durante tormentas. Los individuos añosos suelen ser atacados por hongos que ahuecan el tronco y secan las ramas paulatinamente. Grau y Kortsarz (2012) menciona sobre la mala respuesta a la poda, ya que las heridas cicatrizan mal y la estructura del árbol se deteriora.

Se cree que el deterioro de esta especie se debe en parte, a que no tolera las altas temperaturas del verano en nuestra ciudad. Sin embargo, en un estudio de arbolado realizado en la ciudad de Bismarck en Dakota del norte (EEUU) donde las temperaturas medias oscilan entre los $-12,2^{\circ}\text{C}$ y los $21,3^{\circ}\text{C}$, el comportamiento de esta especie también es pobre (RPI: 0,84). Presentando

una elevada proporción de individuos de baja performance en relación al resto de los árboles de esa ciudad (Peper et al., 2004).

4.5.1.7 *Jacarandá mimosifolia*

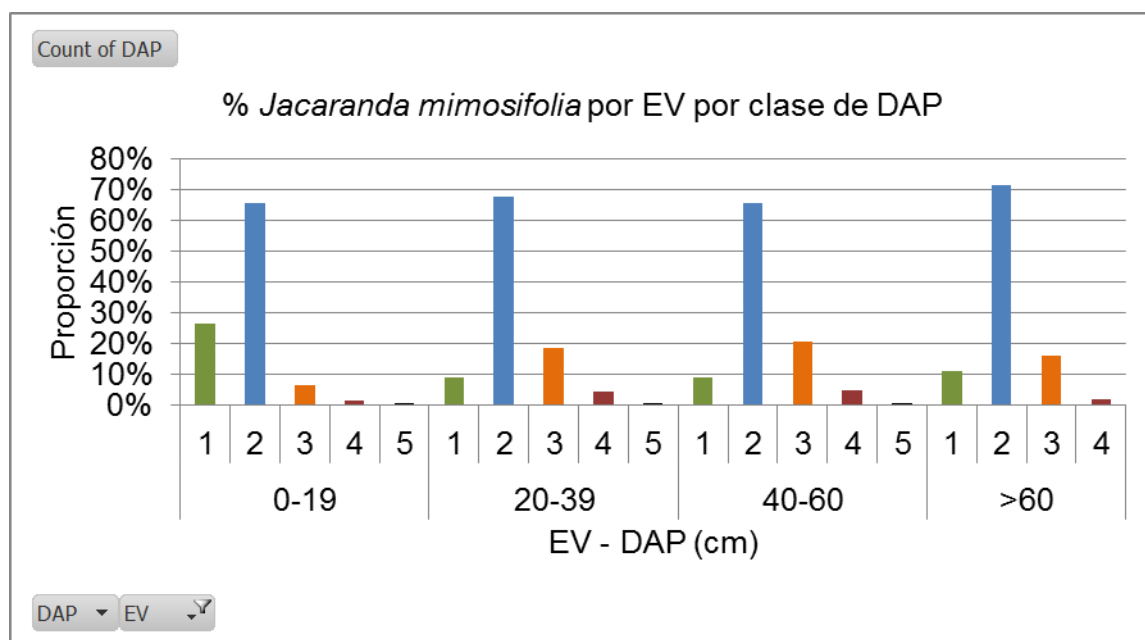


Figura No. 30. Proporción de *Jacaranda mimosifolia* por EV y clase de DAP

Si bien se observa una disminución de la proporción de individuos con EV “muy bueno” a partir de los 19 cm de DAP, en las clases siguientes, las proporciones son similares (Figura No. 30). Su RPI de 1,05 nos indica que su performance es similar a la media de la población (Cuadro No. 4).

Según Grau y Kortsarz (2012) la madera de esta especie es atacada por hongos que pueden afectar su sistema radical debilitando a los ejemplares. Estos daños los vuelven propensos a caer durante tormentas. Otro problema sanitario observado en zonas de mucha polución¹, es la presencia de cochinillas (*Ceratoplastes sp.*) sobre sus ramas (Lombardo 1979, Ross 1995). Las proporciones de EV “regular” y “malo” podría deberse en parte a los problemas sanitarios mencionados.

Según Valla et al. (1999) los ejemplares jóvenes son afectados por heladas, sin embargo, en Montevideo esta dificultad se manifestaría en vivero (Lombardo, 1979) y no en los ejemplares ya implantados en las calles.¹

4.5.1.8 *Ulmus procera*

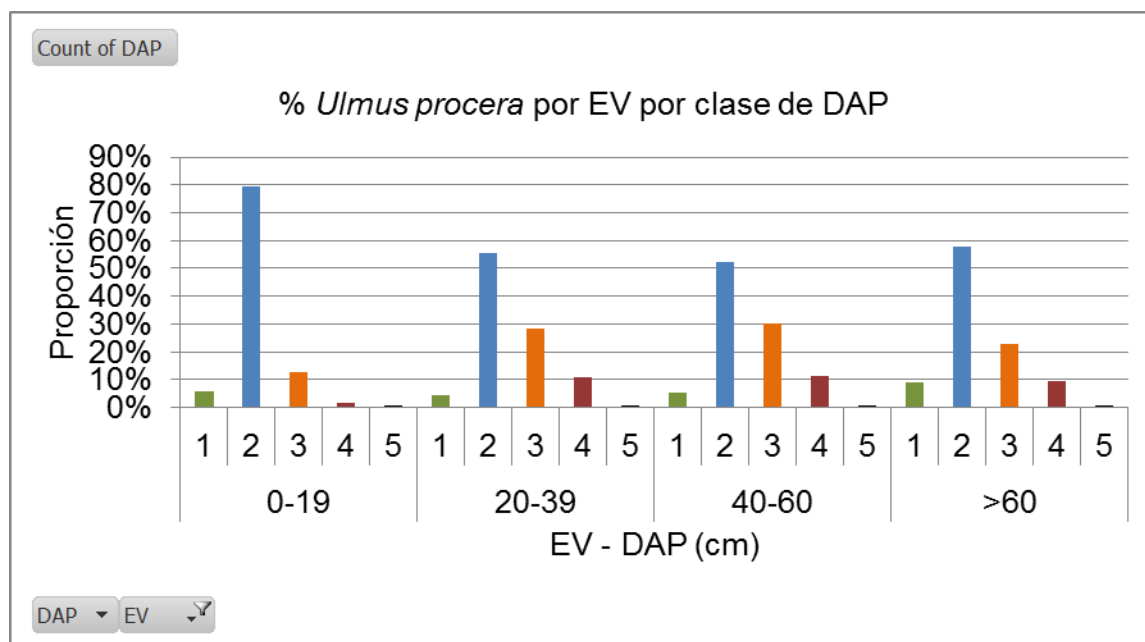


Figura No. 31. Proporción de *Ulmus procera* por EV y clase de DAP

Es la especie que tiene la menor proporción de ejemplares “muy buenos” en la clase de DAP más baja. A partir de los 19 cm de DAP más del 30% de los individuos dentro de las clases tienen EV “regular” o “malo” (Figura No. 31). Su RPI de 0,82 es el segundo más bajo luego de *Acer negundo* (Cuadro No. 4).

Las altas proporciones de individuos con EV pobres y su mala performance serían consecuencia de los problemas sanitarios que esta especie presenta. Es atacado por un coleóptero llamado “vaquilla del olmo” (*Galerucella luteola*) que reduce las láminas de las hojas hasta las nervaduras (Valla et al., 1999). También es atacado por larvas de mariposas del género *Automeris*² y por hemípteros de la familia Tingidae³

A su vez, la enfermedad holandesa del olmo o grafiosis es producida por un hongo que ataca a este género y ha ocasionado grandes pérdidas de ejemplares a nivel mundial. En Montevideo existieron casos específicos y aislados de olmos atacados por esta enfermedad que obligó a extraer ejemplares muy afectados.¹

4.5.1.9 *Acer saccharinum*

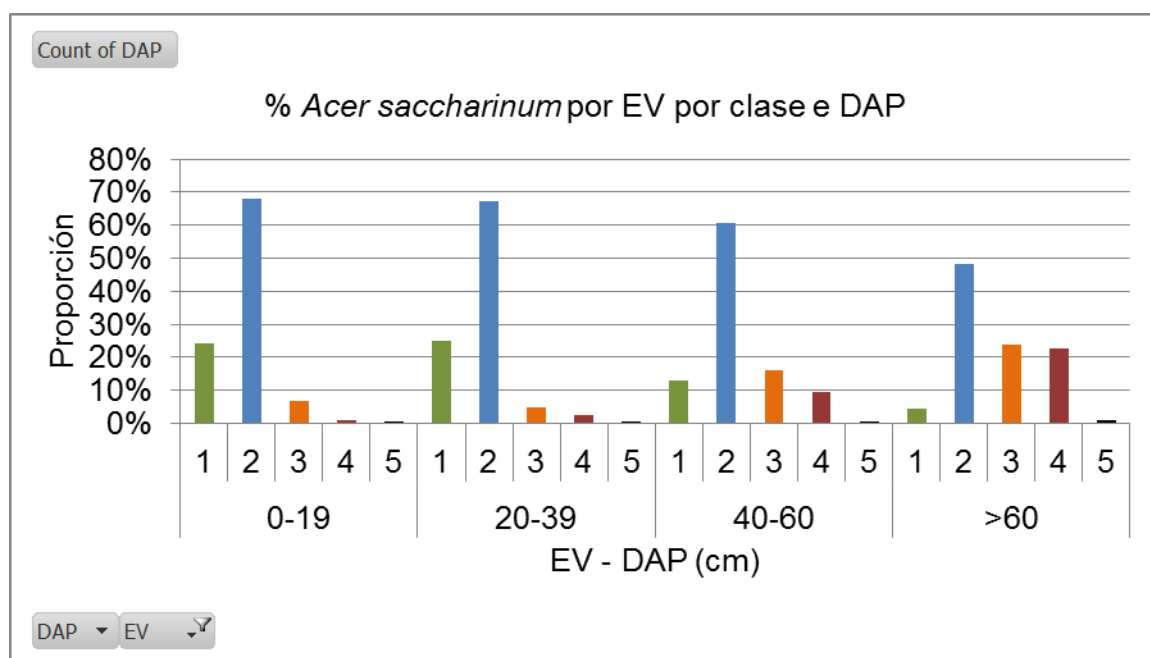


Figura No. 32. Proporción de *Acer saccharinum* por EV y clase de DAP

Más del 90% de los individuos tiene EV “muy buenos” y “buenos” hasta la clase de DAP de 20 a 39 cm. A partir de estos tamaños las proporciones de EV “regular” y “malo” se incrementan con el aumento del DAP (Figura No. 32).

Su RPI es de 1,00, refleja el comportamiento medio de todos los árboles de la ciudad (Cuadro No. 4.). El comportamiento de esta especie es mejor que el de *Acer negundo*.² El deterioro comienza a manifestarse en árboles más grandes y a su vez su performance es mejor.

Son comunes los ahuecamientos en ejemplares adultos¹ lo cual se manifiesta con el aumento de las proporciones de EV “regular” y “malo” en la clase de más de 60 cm de DAP.

4.5.1.10 *Ceiba speciosa*

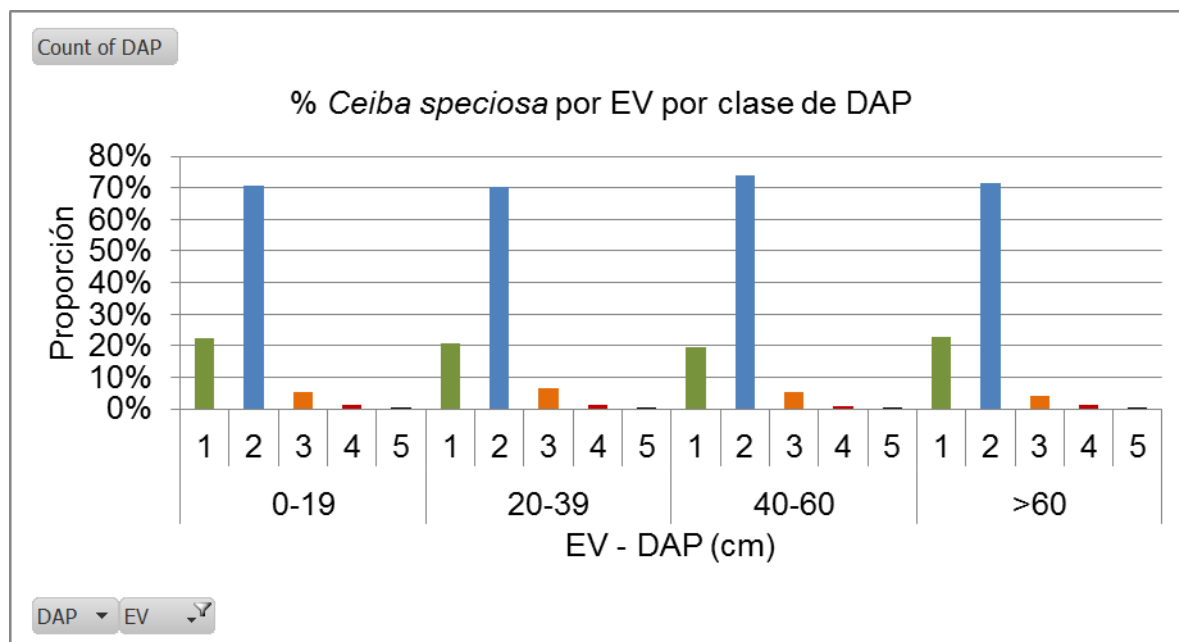


Figura No. 33. Proporción de *Ceiba speciosa* por EV y clase de DAP

Las proporciones de los distintos EV se mantienen constantes al aumentar el tamaño de los árboles. Más del 90% de los ejemplares tienen EV “muy bueno” o “bueno” dentro de cada clase de DAP (Figura No. 33). El RPI es elevado (1,22) lo que indica una buena performance de esta especie (Cuadro No. 4). Considerando lo mencionado anteriormente se trata de una especie que se desarrolla bien, sin problemas sanitarios que la afecte.

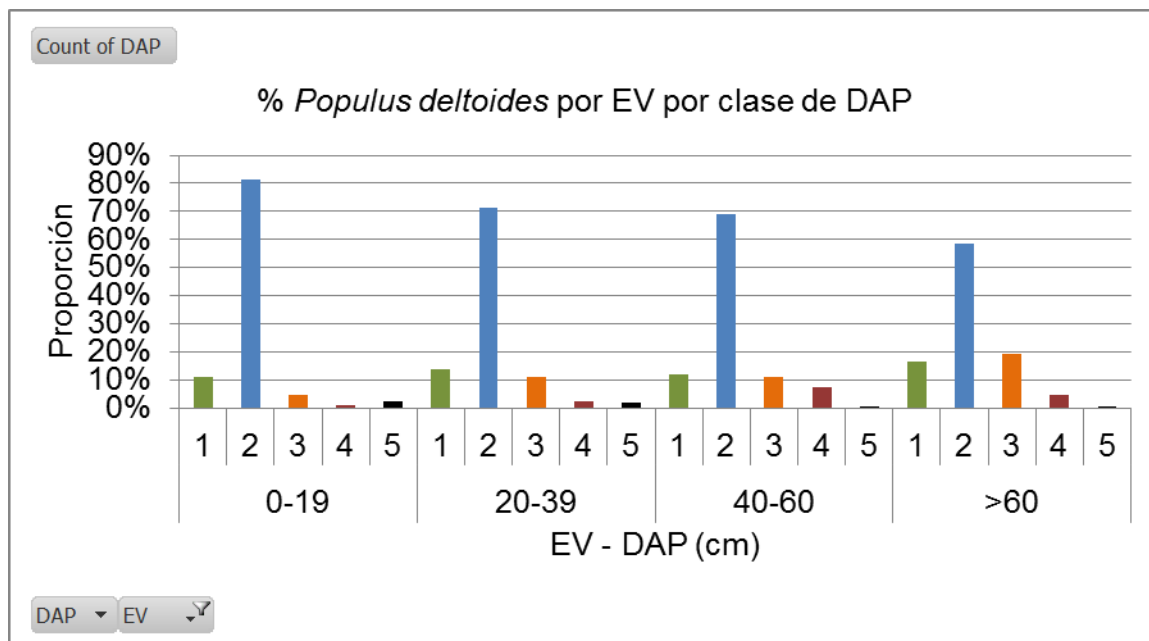
4.5.1.11 *Populus deltooides*

Figura No. 34. Proporción de *Populus deltooides* por EV por clase de DAP

Las proporciones de EV pobres aumentan ligeramente con el aumento del DAP (Figura No. 34) lo que se podría asociar a su baja tolerancia a la poda y la facilidad de rotura de ramas por acción del viento (Valla et al. 1999, Grau y Kortsarz 2012). Su RPI de 1,11, indica que su comportamiento es superior a la media de la población (Cuadro No. 4).

Dentro de las especies analizadas, *Populus alba* es la que presenta mayor proporción de ejemplares “secos” (1,4%), esto seguramente estaría asociado a deficiencias hídricas, ya que es un árbol que prefiere suelos húmedos para su desarrollo (Valla et al., 1999).

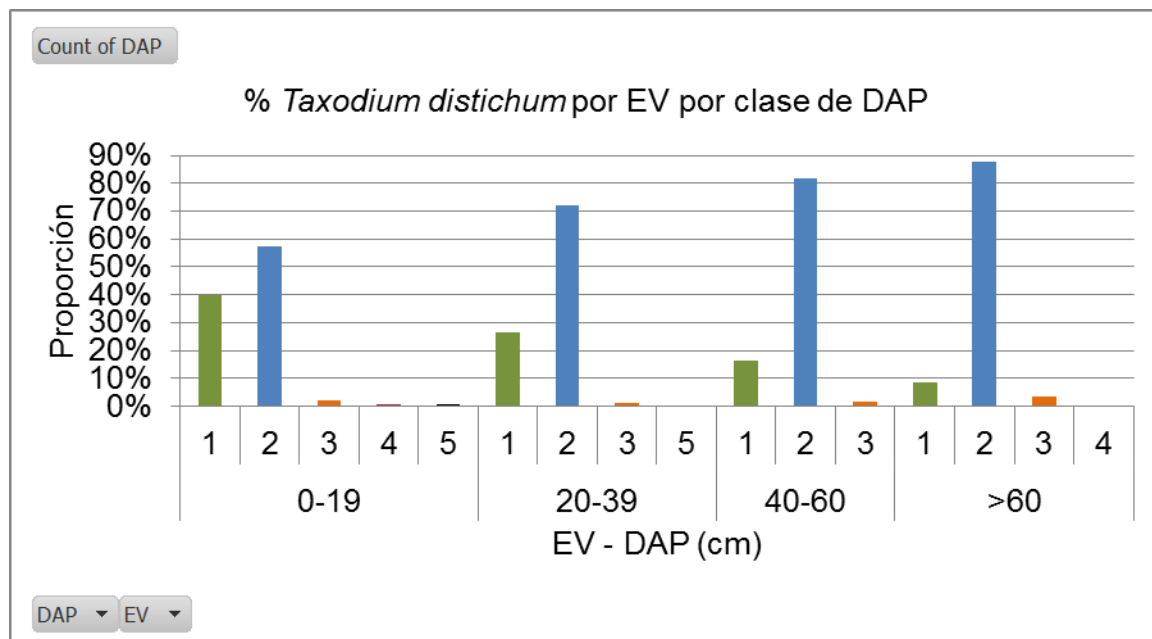
4.5.1.12 *Taxodium distichum*

Figura No. 35. Proporción de *Taxodium distichum* por EV y clase de DAP

A medida que avanzamos en las clases de DAP, las proporciones de EV “muy bueno” se desplazan a “bueno” sin ocurrir mayores variaciones en el resto de las proporciones (Figura No. 35). Presenta conjuntamente con *Liquidambar styraciflua* el RPI más alto de todas las especies analizadas (1,28), su performance se aleja ampliamente de la media de la población (Cuadro No. 4).

Esta especie se encuentra plantada principalmente en Malvín y Carrasco barrios donde antiguamente existían bañados. Este sitio es ideal para su correcto desarrollo ya que su hábitat natural son las regiones pantanosas del sur de EEUU por lo que es una especie que requiere suelos con humedad permanente (Valla et al., 1999). La ubicación de estas plantaciones propiciaría un RPI alto, sin embargo, existen también plantaciones exitosas en sitios más elevados como Camino Carrasco.⁴

⁴ Brussa, C. 2014. Com. personal.

Por otro lado, su estructura monopodial no permite podas en altura, por lo que solo se intervienen sus ramas bajas para levantar la copa.²⁵ Menos intervenciones de podas implican menos heridas que cicatrizar y esto permitiría a los individuos alcanzar grandes diámetros sin deteriorarse.

4.5.1.13 *Catalpa bignonioides*

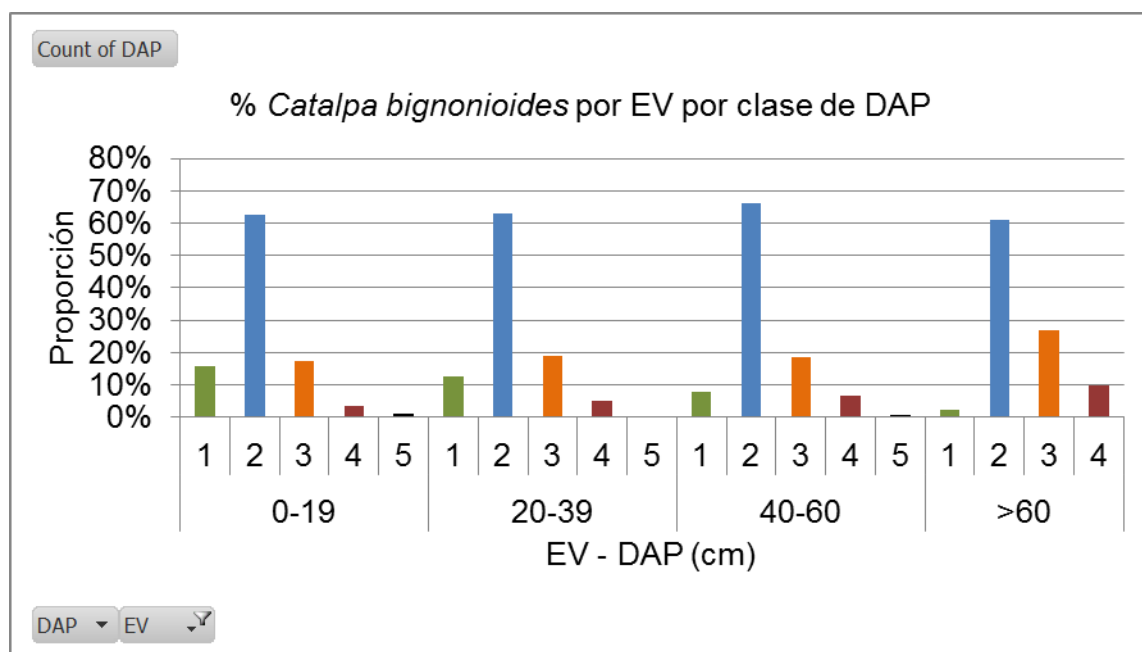


Figura No. 36. Proporción de *Catalpa bignonioides* por EV y clase de DAP

A medida que avanzamos en las clases de DAP los EV más pobres ganan importancia (Figura No. 36) lo que indicaría un deterioro en los ejemplares a medida que crecen. Su RPI (1,01) refleja el comportamiento medio de la población (Cuadro No. 4)

Según Valla et al. (1999) es un árbol no apto para podas y el viento lo afecta ya que sus ramas son quebradizas y sus hojas de gran tamaño. Durante veranos secos y cálidos sus hojas pueden quemarse provocando defoliación prematura (Lell, 2006). Grau y Kortsarz (2012) menciona que en las calles de Tucumán si bien no es una especie común, muchos ejemplares muestran signos de deterioro y muerte precoz.

⁵ Hernández, L. 2014. Com. personal.

Las Bignoniáceas en general son difíciles de conducir ya que tienden a inclinarse⁶ lo cual influye también en su EV.

4.5.1.14 *Firmiana simplex*

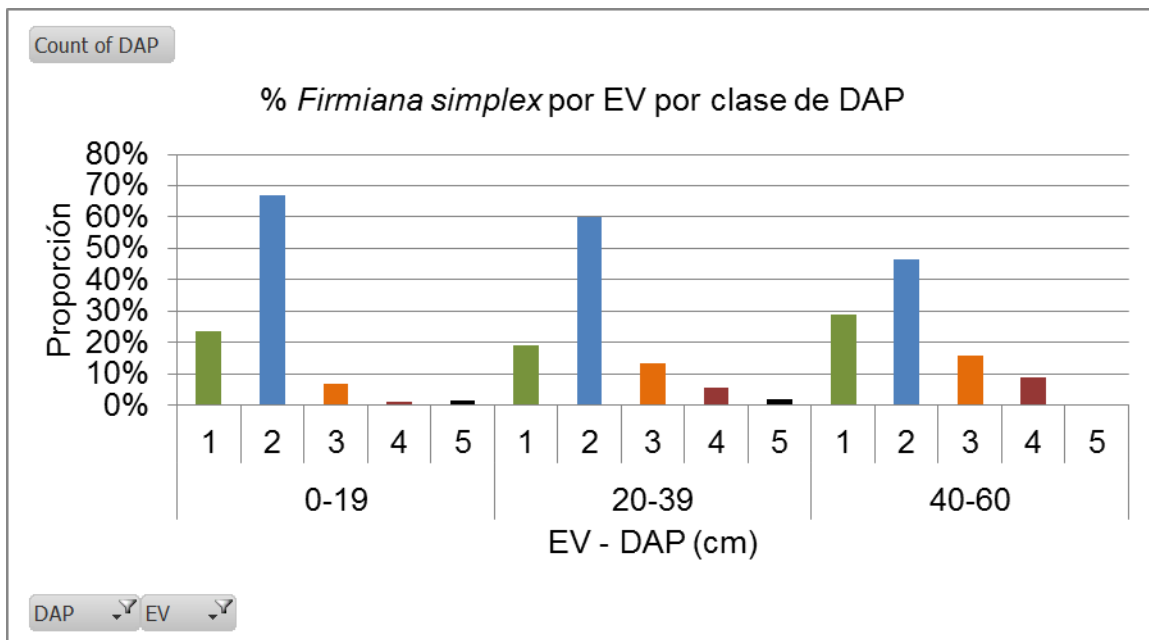


Figura No. 37. Proporción de *Firmiana simplex* por EV y clase de DAP

Las proporciones totales de EV “muy bueno” y “buenos” pasan de un 90% en la clase de DAP más baja a un 75% en la más alta, dándose un incremento de los EV “regular” y “malo” simultáneamente. Es la segunda especie con mayor proporción de ejemplares secos (Figura No. 37). Su RPI es levemente superior a la media poblacional (Cuadro No. 4).

⁶ Monza, G. 2014. Com. personal.

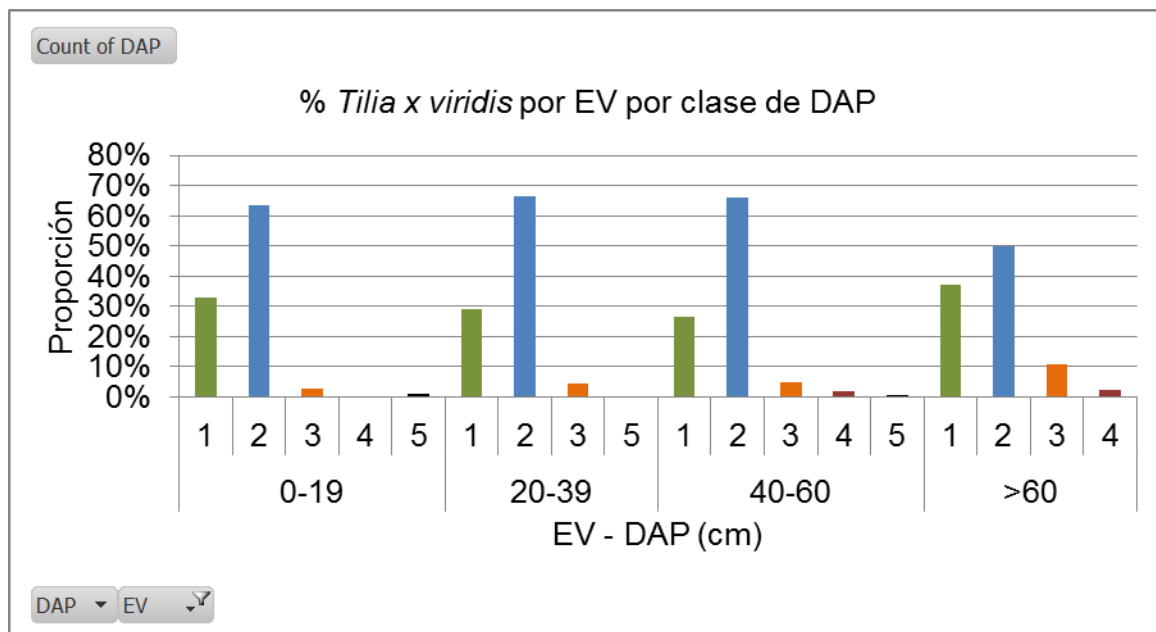
4.5.1.15 *Tilia x viridis*

Figura No. 38. Proporción de *Tilia x viridis* por EV y clase de DAP

Se da un leve incremento de los EV pobres al avanzar en las clases de DAP, llegando a representar el 13% de los ejemplares de mayor DAP. Sin embargo, también aumenta la proporción de EV “muy buenos” para esta clase (Figura No. 38). Su RPI (1,25) es el segundo mejor de las especies analizadas (Cuadro No. 4).

Según Grau y Kortsarz (2012) es una especie tolerante a podas. La mayoría de estos ejemplares fueron plantados por los ciudadanos¹ y seguramente cuidados y mantenidos por ellos. Por lo que estas circunstancias propiciarían el buen desempeño de estos árboles. Es una especie muy utilizada en varias ciudades de Argentina y en general no se mencionan desventajas en relación a su comportamiento (Valla et al. 1999, Grau y Kortsarz 2012).

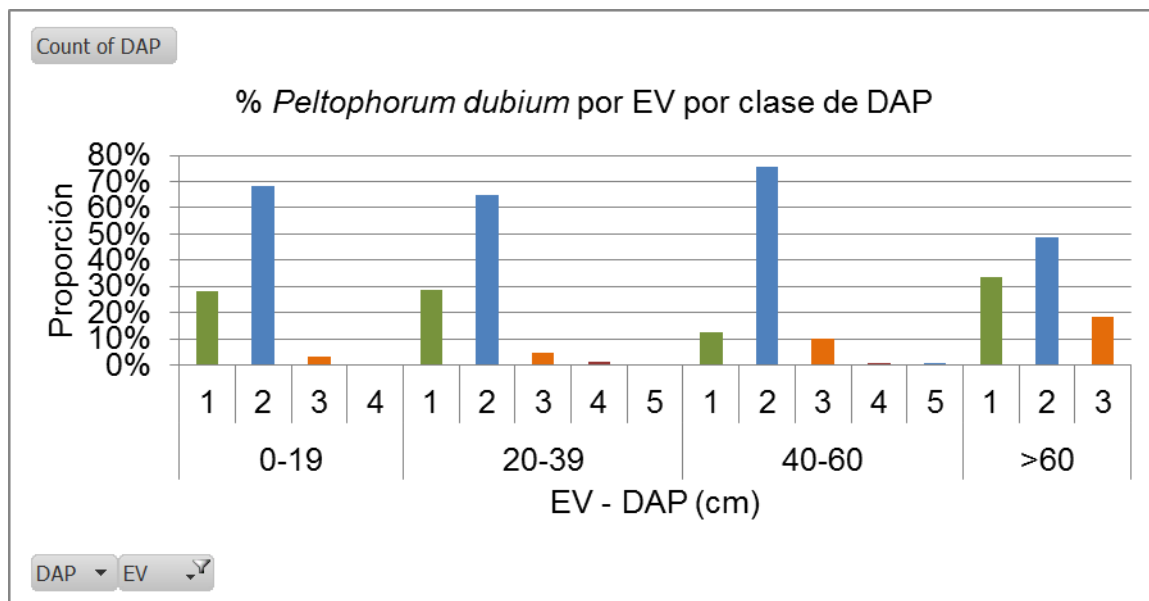
4.5.1.16 *Peltophorum dubium*

Figura No. 39. Proporción de *Peltophorum dubium* por EV y clase de DAP

La proporción del EV “regular” aumenta al avanzar en las clases de DAP, hasta llegar a casi un 20% de los ejemplares de más de 60 cm de DAP, a su vez, el EV “malo” se mantiene bajo. Los EV deseables siempre conforman más del 80% de los ejemplares (Figura No. 39).

El RPI (1,23) de esta especie es superior al comportamiento medio de la población (Cuadro No. 4).

Se considera una especie sensible al frío (Valla et al., 1999). En Montevideo ha demostrado muy buena adaptación.² Las mayores temperaturas que se registran en las zonas urbanas en relación a las rurales (Grau y Kortsarz, 2012) podría influir positivamente en esta especie así como también el hecho de ser autóctona del norte de Uruguay.

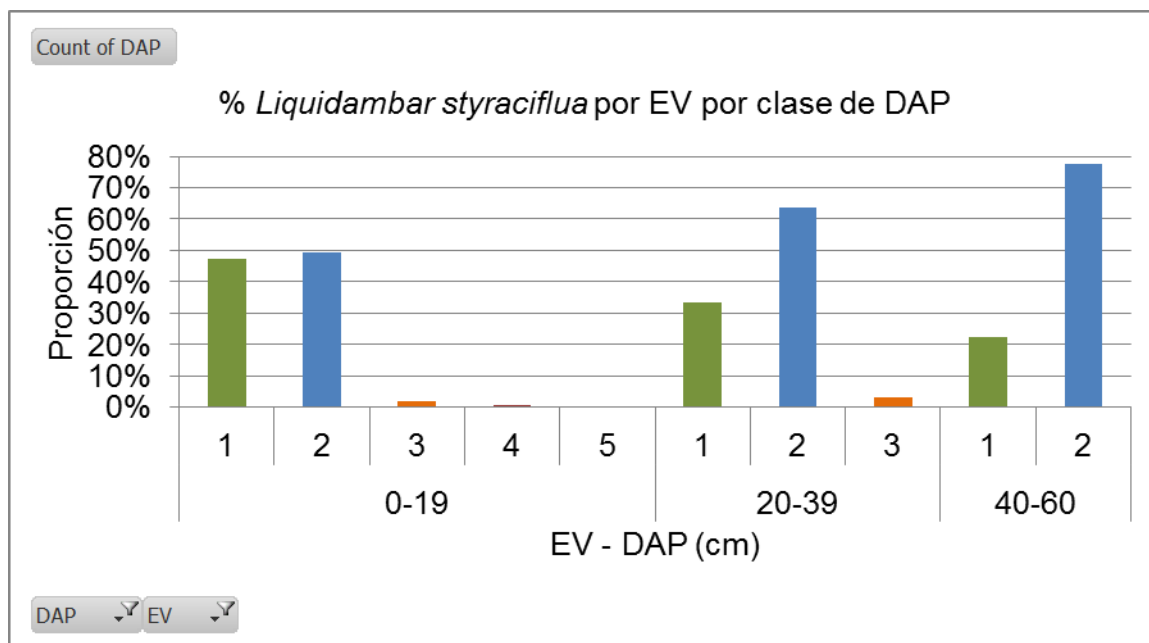
4.5.1.17 *Liquidambar styraciflua*

Figura No. 40. Proporción de *Liquidambar styraciflua* por EV y clase de DAP

Con el aumento de la clase de DAP las proporciones de EV “muy buenos” bajan y pasan a “buenos” sin ganar importancia EV pobres (Figura No. 40). Su RPI de 1,28 es conjuntamente con el del *Taxodium distichum* el más alto de las especies analizadas (Cuadro No. 4). Sin embargo hay que considerar que en este caso, se trata de una población de individuos jóvenes principalmente (más del 76% de los individuos tienen DAP menores a 20 cm).

Estos ejemplares fueron implantados por los ciudadanos, ya que al 2008 la IMM aún no había realizado plantaciones con esta especie.¹ Al igual que como sucede con *Tilia x viridis*, seguramente el cuidado particular brindado a la mayoría de estos ejemplares ha contribuido a su buen estado. De todas formas es un árbol rústico, que se cultiva en varias ciudades del mundo (Valla et al. 1999, Grau y Kortsarz 2012).

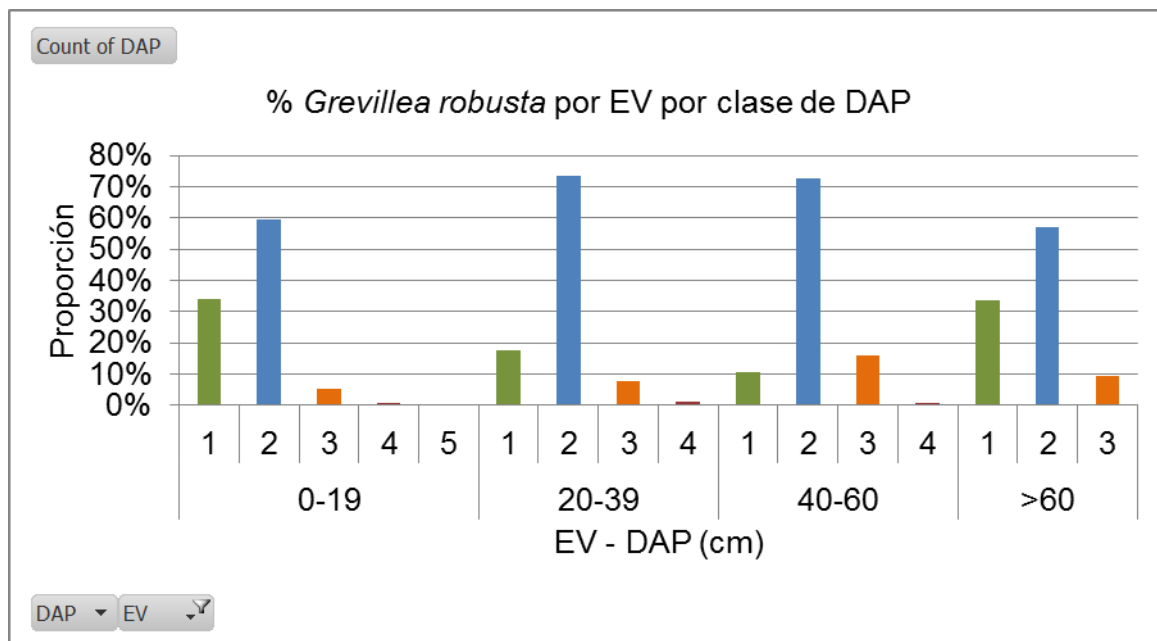
4.5.1.18 *Grevillea robusta*

Figura No. 41. Proporción de *Grevillea robusta* por EV y clase de DAP

Esta especie no manifiesta una tendencia definida en cuanto a la distribución de las proporciones de los EV en las clases de DAP (Figura No. 41). El RPI (1.19) indica un comportamiento superior a la media de la población (Cuadro No. 4).

La situación de *Populus alba* y *Ulmus americana* no se analizarán particularmente ya que la distribución de las proporciones de los distintos EV en las clases de DAP es similar a las de sus "parientes" *Populus deltoides* y *Ulmus procera*. Así como sus RPI, que es igual en el caso de ambos *Populus* y para los *Ulmus* difiere solo 0,01 unidad.

Cuadro No. 5. Evaluación general de especies

Especie	Grupo De Adaptación	Tendencia en tamaños (DAP) de la población	RPI	Tendencia de EV en clases de DAP	Observaciones
<i>Melia azedarach</i>	A	Maduros	0,85	Deterioro al aumentar	Deterioro asociado a mala respuesta a poda*
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	A	Equilibrio	1,07	Constante con deterioro al aumentar	Buena implantación. ² Buen comportamiento en primeras etapas.
<i>Platanus x acerifolia</i>	A	Maduros	1,01	Constante	Buena sanidad y tolerancia a poda*
<i>Tipuana tipu</i>	A	Maduros	0,98	Constante con deterioro al aumentar	Bajas proporciones de EV "malos" en relación a las demás especies del grupo "A"
<i>Fraxinus excelsior</i>	A	Constante - Maduros	0,95	Constante con deterioro al aumentar	Propenso a ser atacado por varios patógenos ³

Acer negundo	A	Constante - Maduros	0,73	Gran deterioro al aumentar	Performance más baja del total de especies analizadas
Jacaranda mimosifolia	C	Equilibrio - Constante	1,05	Constante	Propenso a ser atacado por "cochinillas" ³
Ulmus procera	B	Maduros	0,82	Constante	Altas proporciones de EV regulares y malos en todas las clases de DAP, asociado a problemas con patógenos ³
Acer saccharinum	B	Constante	1,00	Deterioro al aumentar	Buen comportamiento en ejemplares menores a 40cm de DAP
Ceiba speciosa	B	Constante	1,22	Constante	Individuos con EV "muy buenos" y "buenos" principalmente
Populus deltoides	B	Constante	1,11	Constante con leve deterioro al aumentar	Especie con mayor proporción de ejemplares secos

<i>Taxodium distichum</i>	B	Constante	1,28	Leve deterioro al aumentar	Individuos con EV "muy buenos" y "buenos" principalmente. Performance más alta de las especies analizadas.
<i>Catalpa bignonioides</i>	C	Equilibrio	1,01	Constante con leve deterioro al aumentar	Especie con mayor proporción de EV "regular" y "malo" en clase de DAP de 0 a 19cm
<i>Firmiana simplex</i>	C	Constante	1,08	Constante con leve deterioro al aumentar	Especie sin ejemplares en clase de DAP >60
<i>Tilia x viridis</i>	D	Equilibrio	1,25	Constante	Individuos con EV "muy buenos" y "buenos" principalmente
<i>Populus alba</i>	B	Constante	1,11	Constante con deterioro al aumentar	Problemas con raíces gemíferas ²

<i>Ulmus americana</i>	B	Maduros	0,83	Constante	Altas proporciones de EV "regulares" y "malos" en todas las clases de DAP
<i>Peltophorum dubium</i>	D	Equilibrio - Constante	1,23	Constante	Individuos con EV "muy buenos" y "buenos" principalmente
<i>Liquidambar styraciflua</i>	D	Jóvenes	1,28	Leve deterioro al aumentar	Individuos con EV "muy buenos" y "buenos" principalmente
<i>Grevillea robusta</i>	D	Equilibrio	1,19	Constante	Individuos con EV "muy buenos" y "buenos" principalmente

* (Ross 1994, Grau y Kortsarz 2012)

4.6 EVALUACIÓN POR MUNICIPIO.

La ciudad de Montevideo está gobernada por ocho municipios que se encargan de ejecutar planes de desarrollo y administrar el presupuesto en su territorio. Dentro de sus cometidos se encuentra la creación y mantenimiento de áreas verdes, lo cual incluye el arbolado viario. Los municipios son nombrados por letras (A, B, C, CH, D, E, F, G) e incluyen los distintos barrios de la ciudad (Cuadro No. 6) (IMM, 2011).



Figura No. 42. Ubicación de municipios de Montevideo.

Cuadro No. 6. Municipios, barrios y principales especies

Mun.	Barrios	Ppales especies
A	Paso de la Arena, Nuevo París, Belvedere, Prado Nueva Savona, La Teja, Cerro, Casabó Pajas Blancas, La Paloma Tomkinson, Tres Ombúes Pueblo Victoria.	<i>Melia azedarach</i> 36,04% <i>Fraxinus pennsylvanica</i> 16,00% <i>Fraxinus excelsior</i> 5,07% <i>Schinus molle</i> 3,28% <i>Tipuana tipu</i> 2,79%
B	Cordón, Parque Rodó, Palermo, Barrio Sur, Ciudad Vieja, Centro, parte de La	<i>Platanus x acerifolia</i> 48,16% <i>Fraxinus pennsylvanica</i> 17,61% <i>Tipuana tipu</i> 6,91%

	Aguada, La Comercial y Tres Cruces.	<i>Ulmus procera</i> 6,09% <i>Melia azedarach</i> 3,74%
C	Aguada, Aires Puros, Arroyo Seco, Atahualpa, Bella Vista, Brazo Oriental, Capurro, Prado, Goes, Jacinto Vera, Larrañaga, La Comercial, La Figurita, Mercado Modelo, Bolívar, Reducto, Villa Muñoz.	<i>Melia azedarach</i> 23,61% <i>Fraxinus pennsylvanica</i> 23,08% <i>Platanus x acerifolia</i> 15,31% <i>Tipuana tipu</i> 5,75% <i>Acer negundo</i> 3,78%
CH	Tres Cruces, La Blanqueada, Parque Batlle, Villa Dolores, Buceo, Pocitos y Punta Carretas.	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> 28,89% <i>Melia azedarach</i> 17,65% <i>Tipuana tipu</i> 11,64% <i>Platanus x acerifolia</i> 10,05% <i>Acer negundo</i> 3,51%
D	Toledo Chico, Manga, Piedras Blancas, Casavalle, Borro, Marconi, Las Acacias, Pérez Castellanos, Villa Española, Unión, Mercado Modelo y Bolívar, Cerrito de la Victoria, Aires Puros	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> 24,26% <i>Melia azedarach</i> 21,98% <i>Platanus x acerifolia</i> 4,84% <i>Tipuana tipu</i> 3,94% <i>Fraxinus excelsior</i> 3,77%
E	Unión, Malvín Norte, Malvín Nuevo, Las Canteras, Carrasco Norte, Carrasco, Punta Gorda, Malvín, Buceo, La Blanqueada	<i>Melia azedarach</i> 17,69% <i>Fraxinus pennsylvanica</i> 17,13% <i>Nerium oleander</i> 5,19% <i>Platanus x acerifolia</i> 4,71% <i>Tipuana tipu</i> 4,54%
F	Manga, Villa García Manga Rural, Bañados de Carrasco, Las Canteras, Maroñas, Parque Guaraní, Villa Española, Flor de Maroñas, Ituzaingó, Jardines del Hipódromo, Piedras Blancas, Punta de Rieles, Bella Italia.	<i>Melia azedarach</i> 25,19% <i>Fraxinus pennsylvanica</i> 20,01% <i>Tipuana tipu</i> 6,16% <i>Fraxinus excelsior</i> 5,14% <i>Platanus x acerifolia</i> 3,68%
G	Lezica Melilla, Colón Sureste, Abayubá, Peñarol, Lavalleja, Paso de las Duranas, Belvedere, Nuevo París, Sayago, Conciliación, Barrio Ferrocarril, Colón Centro y Noroeste.	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> 23,71% <i>Melia azedarach</i> 22,37% <i>Platanus x acerifolia</i> 8,88% <i>Tipuana tipu</i> 3,92% <i>Eucalyptus globulus</i> 3,64%

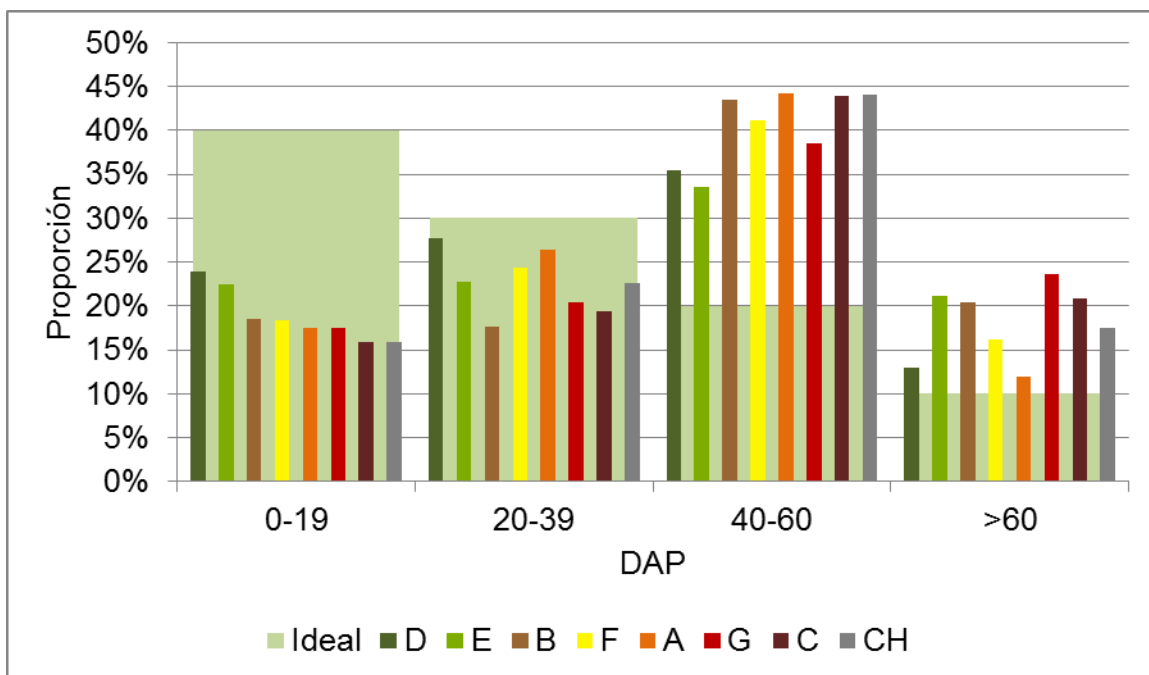


Figura No. 43. Proporción de individuos por clase de DAP por municipio

Se contrastó la distribución de tamaños de los árboles de cada municipio con la situación ideal para evaluar que zonas son las que presentan una distribución más aproximada a la deseada (Figura No. 43)

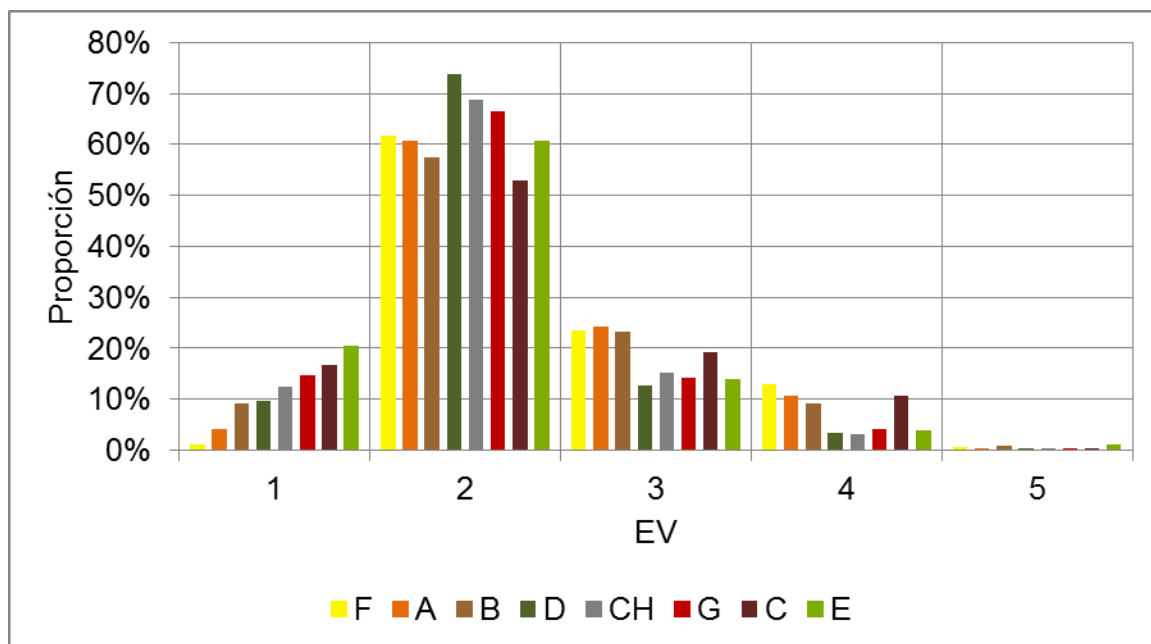


Figura No. 44. Proporción de individuos por EV por municipio

Cuadro No. 7. Habitantes, superficie y árboles de los municipios

Mun.	Hab.*	Sup. (has)*	Árb.	% hab.	% sup.	% árb.	hab./há.	árb./há.	árb./hab.
A	206.547	14.335	31927	16	27	16	14	2	0,15
B	146.090	1144	16358	11	2	8	128	14	0,11
C	151442	1742	32012	11	3	16	87	18	0,21
CH	163.749	1.195	25872	12	2	13	137	22	0,16
D	180.555	8593	15498	14	16	8	21	2	0,09
E	157.775	2.678	41921	12	5	20	59	16	0,27
F	166.968	8.479	16226	13	16	8	20	2	0,10
G	152.842	14.221	25757	12	27	13	11	2	0,17
Tot.	1.325.968	52.387	205571	100	100	100	25	4	0,16

* IMM (2010)

4.6.1 Municipio A

Barrios incluidos dentro de este municipio fueron creados como pequeños poblados originalmente y luego se fueron integrando a la ciudad. Es el caso de “La Villa del Cerro” creada en 1834, “Pueblo Victoria” fundado en 1841 y “Nuevo París” en 1869 (Bresciano, 2010). Por la antigüedad de estos poblados se podría inferir que el arbolado de calles en estas zonas no es algo reciente. Es el municipio que presenta mayor proporción de árboles entre 40 y 60 cm de DAP, pero menor proporción de árboles de DAP mayor a 60 cm (Figura No. 43). Por otro lado es uno de los municipios con mayores proporciones de árboles con EV “regular” y “malo” (Figura No. 44).

Presenta una relación de 0,15 árboles/habitantes, muy similar a la media de la ciudad general (Cuadro No. 7)

4.6.2 Municipio B

Este municipio está formado por los barrios más céntricos donde comenzó a desarrollarse la ciudad en sus orígenes. Encontramos altas proporciones de Plátanos que demuestran las primeras iniciativas de plantaciones⁵ (Cuadro No. 6). Es el municipio con menor proporción de árboles entre 20 y 39 cm de DAP (Figura No. 43). Más del 30% de los árboles presentan EV “regulares” y “malos” (Figura No. 44). La mayor parte de estos ejemplares se implantaron previamente a muchas de las construcciones actuales. Son árboles muy antiguos que se desarrollaron en la zona más céntrica de la ciudad.⁵

Las bajas proporciones de ejemplares entre 20 y 39 cm de DAP estarían relacionadas con las dificultades de implantación de los árboles en este entorno. El sombreado de los edificios y de los demás árboles impide el correcto desarrollo de nuevos ejemplares que terminan con grandes inclinaciones hacia la calle⁵.

Es el segundo municipio con mayor densidad de población, y la relación árbol/habitante está por debajo de la media para Montevideo (Cuadro No. 7).

4.6.3 Municipio C

Dentro de los barrios que conforman este municipio se encuentra “Aguada”, que comenzó a amanzanarse en 1865. “La comercial”, “Jacinto Vera” y “Aires Puros” fundados en 1870, 1895 y 1907 respectivamente (Bresciano, 2010).

Más del 20% de los árboles tienen DAP mayores a 60 cm, y aproximadamente un 45% diámetros entre 40 y 60 cm. Es uno de los municipios con menores proporciones de ejemplares jóvenes (Figura No. 43), sin embargo el EV de los ejemplares presenta proporciones medias en relación al resto de los municipios (Figura No. 44).

Se trata del segundo municipio con mayor relación árbol/habitante (Cuadro No. 7).

4.6.4 Municipio CH

En 1886 se dispuso el trazado del pueblo “Nuestra señora de Pocitos”, actual barrio “Pocitos” que se encuentra en este municipio (Bresciano, 2010). Es el municipio con menor proporción de árboles entre 0 y 19 cm de DAP (Figura No. 43). Con más del 81% de los árboles con EV “bueno” y “muy bueno” es uno de los cuatro municipios que presentan árboles en mejores condiciones (Figura No. 44).

Es el municipio de mayor densidad de población, su relación árbol/habitante refleja la media del total de árboles de la ciudad (Cuadro No. 7)

4.6.5 Municipio D

Incluido en este municipio encontramos el barrio “Aires Puros” y “Piedras Blancas” fundados en 1907 y 1909 respectivamente (Bresciano, 2010). Es el municipio con mayor proporción de árboles jóvenes, más del 50% de los individuos tienen DAP menores a 40 cm (Figura No. 43). A su vez, más del 83% de los árboles presentan EV “buenos” o superior, lo cual lo deja en primer lugar

en relación a los demás municipios en cuanto a estado de los árboles (Figura No. 44)

Es el municipio con menor relación árbol/habitante (Cuadro No. 7). Las altas proporciones de ejemplares jóvenes podrían estar relacionadas a que se trata de un municipio periférico de la ciudad, donde encontramos urbanizaciones más recientes

4.6.6 Municipio E

Entre los barrios que conforman este municipio está “Carrasco”, zona que tuvo como eje central de su desarrollo la construcción del Hotel Casino Carrasco que comenzó en 1915 (Bresciano, 2010). El arbolado aquí surgió conjuntamente con la urbanización, como estrategia para la comercialización de los terrenos⁴. Otro barrio perteneciente a este municipio es “La Unión” nombrado así en 1851, pero con orígenes anteriores a esa fecha (IMM, 2011).

Es el segundo municipio con mayor proporción de ejemplares jóvenes (menores a 40 cm de DAP) (Figura No. 43). La proporción de ejemplares con EV “muy bueno” es la mayor, comparado con los demás (Figura No. 44).

La relación árbol/habitante es de 0.27, la mayor de todos los municipios y muy superior a la media de la ciudad (Cuadro No. 7).

4.6.7 Municipio F

La situación de este municipio en cuanto al tamaño (DAP) de los árboles es intermedia en relación al resto (Figura No. 43). El 37% de los individuos presentan EV “regular” o inferior, por lo que es el municipio con mayor proporción de árboles en condiciones deficientes (Figura No. 44).

4.6.8 Municipio G

Se destaca la presencia de *Eucalyptus globulus*, especie no tan común en el total de árboles de la ciudad, pero que conforma el 3,6% de los árboles de este municipio (Cuadro No. 6). Muchas de estas alineaciones fueron realizadas en Lezica a fines del siglo XIX⁴, por lo que se trata de árboles muy antiguos. La presencia de estos árboles de grandes dimensiones estaría relacionada con

que este sea el municipio que presenta mayor proporción de ejemplares con DAP mayor a 60 cm (Figura No. 43). Más del 81% de los árboles tienen EV “buenos” o superiores (Figura No. 44).

Se trata del municipio con menor densidad de habitantes, sin embargo su relación árbol/habitante es levemente superior a la media de la ciudad (Cuadro No. 7)

Si bien el comportamiento medio de cada municipio no se separa ampliamente de la media general de la población, existen situaciones más deseables que otras. Los municipios D y E presentan árboles con la distribución de tamaños (DAP) más cercana a la apropiada, y a su vez los mejores EV. Sin embargo, el municipio D es el que presenta menor relación árbol/habitante y en contraposición, el municipio E es el de mayor relación árbol/habitante. Los municipios de mayor densidad de población, CH, B y C son a su vez los que presentan las mayores proporciones de árboles maduros. El EV sin embargo varía entre las distintas zonas. El CH es uno de los cuatro municipios con árboles de mejores EV, mientras que el B y el C presentan proporciones de EV “Regular” y “Malo” por encima de la media poblacional. Los ejemplares que encontramos en los municipios A y F son los que están en peores condiciones y en ambos casos la cantidad de árboles por habitantes está por debajo de la media para la ciudad. Estos dos municipios a su vez son los que presentan mayores proporciones de *Melia azedarach*, especie que, como se mencionó antes, presenta una mala performance. Por último el municipio G, es el que presenta mayor proporción de ejemplares con DAP mayores a 60 cm y al mismo tiempo es de los cuatro municipios que presentan árboles con mejores EV.

4.7 PLANIFICACIÓN DEL ARBOLADO DE MONTEVIDEO

La ciudad de Montevideo nunca contó con un plan maestro de arbolado.² El arbolado fue surgiendo en parte con cierta planificación central para darle a la ciudad un marco específico desde el punto de vista urbanístico y por otro lado espontáneamente con su crecimiento. Siempre siguiendo el criterio de plantar especies únicas por calles.⁵

En primera instancia el arbolado estuvo a cargo de la Junta Económica Administrativa de Montevideo y luego a principios del siglo XX pasó a la IMM que fue la responsable de gran parte de las alineaciones de la ciudad. Por otro lado, las zonas periféricas y sub urbanas de Montevideo están caracterizadas en gran parte por plantaciones realizadas por los ciudadanos. Iniciativas particulares con fines inmobiliarios también realizaron alineaciones, como es el caso de Colón (Plátanos plantados en 1890 aproximadamente) o Carrasco (Eucaliptos), poblados que más tarde, quedaron integrados a la ciudad.⁵

Las plantaciones de plátanos en Montevideo comenzaron en 1891 siguiendo la tendencia Europea de la época, por lo que muchas de las avenidas principales fueron plantadas con esta especie. En 1917 se pavimenta parte de Bvar. Artigas (Bresciano, 2010), y se realiza la plantación de Tipas en esta calle.⁵ Aproximadamente en el período 1930-1940 comenzaron las plantaciones con Paraísos.⁵

En el año 1962 se realizó el primer censo del arbolado de la ciudad y se comenzó a utilizar principalmente *Fraxinus pennsylvanica* en las nuevas incorporaciones. Las plantaciones se realizaban en base a las necesidades de las distintas calles y a la disponibilidad de árboles en los viveros municipales. El jefe de vivero determinaba que especies se utilizarían para las alineaciones. La prioridad durante este período fue la poda del arbolado. Se modificó la técnica utilizada hasta el momento, permitiendo a los árboles desarrollarse en altura, realizando podas laterales de limpieza y controlando los rebrotes posteriores.²

Actualmente se pretende llegar a plantar 10.000 árboles por año, para sostener el crecimiento del arbolado de la ciudad y manejar una política más activa de recambio de árboles, ya que gran parte del arbolado de la ciudad se encuentra envejecido. En estas nuevas plantaciones también se busca diversificar el número de especies presentes en la ciudad.⁵

Es así, que al igual que la mayoría de las comunidades, el arbolado de Montevideo no ha sido planeado, simplemente se desarrolló (Strom, 2007). Y como sucede en muchas ciudades del mundo, Montevideo tampoco cuenta con un programa estratégico para el arbolado urbano y a su vez, falta integración entre los distintos entes. Estudios de costo-beneficio han demostrado que las contribuciones de los árboles van más allá que los costos de plantación y

mantenimiento, por lo que desarrollar un programa de arbolado para la ciudad potenciaría estas contribuciones (Konijnendijk y Randrup, 2004).

4.7.1 Semillero y vivero

El semillero municipal se encarga de la cosecha de semillas para la producción de árboles destinados a espacios públicos.

Originalmente las semillas eran cosechadas en calles determinadas sin seguir mayores criterios de selección. A partir de 2011, se comenzó a identificar plantas madres, seleccionando por su fenotipo y teniendo en cuenta la especie, estructura, aspecto general, sanidad y orientación de del individuo. De esta forma se mejorará la calidad de las plantas que serán llevadas a las calles. Las plantas madres se numeran por especie y georeferencian para su identificación.⁵

En general se seleccionan individuos del medio urbano ya que se considera que esas plantas ya están adaptadas al ambiente. En el caso de *Fraxinus pennsylvanica* no se realizan cosechas en la ciudad, ya que la calidad genética de los ejemplares presentes no es la más apropiada. La semilla es traída de ejemplares con orígenes conocidos, que se encuentran en la estación experimental “Prof. Bernardo Rosengurt” de Facultad de Agronomía, ya que se consideran árboles de mejor calidad y más apropiados.⁵

La mayor parte de las semillas, una vez cosechadas se envían directamente al vivero para la siembra. Solo se almacenan semillas en situaciones particulares para determinadas especies o cuando se desea conservar el germoplasma.⁵

El vivero municipal ubicado en la zona de Toledo cuenta con un predio de 21 hectáreas y se encarga principalmente de la producción de árboles para el ornato público, aunque también provee a parques y plazas.⁵

Se estima que el vivero tiene una capacidad para producir aproximadamente 5.000 plantas por año. Las distintas especies se producen proporcionalmente en base a la matriz arbórea de la ciudad, para mantener la

población actual, pero intentando mejorar la calidad genética de los ejemplares. También se producen nuevas especies para ser probadas en la ciudad.⁵

Los árboles deben cumplir con ciertas características al salir del vivero para ser llevados a la vía pública. Esta planta “tipo” está definida por tres indicadores: altura de la planta, diámetro a 1 m del suelo y tamaño del terrón (Tabla Anexo no. 3). En general se cultivan en el vivero entre 3 y 6 años y se manejan de forma que sean ejemplares “fustales”, con un eje central y la mínima cantidad de brotes laterales. Actualmente se intenta llevar los árboles con terrón o envase a la plantación para asegurar en mayor medida la supervivencia.⁵

4.7.2 Plantación

La IMM exige que los pozos para plantación tengan un volumen de 1 m², respetando dimensiones de 1 m de profundidad y 1 m por 1 m de lado. Sin embargo se permiten modificaciones de estas dimensiones (manteniendo el volumen del pozo) en los casos que el sitio no permita cumplir con estas características. El sustrato a utilizar en los alcorques deberá tener al menos un 3% de materia orgánica, pH entre 5 y 7 y una textura de tipo franco con estructura granular. Se colocan dos tutores de aproximadamente 3 m de altura por planta, los cuales deben estar afirmados correctamente y sobresalir del nivel del suelo 1,3 m como mínimo. Está estipulado el riego al momento de la plantación y el riego posterior. Este último dependiendo de la época del año en el que se realice la plantación. También se considera la colocación de “mulch” de origen orgánico en la superficie del alcorque, sin sobrepasar el nivel de la vereda (IMM, 2005).

Los árboles deberán tener una altura mínima de 2 m y un diámetro mínimo de 0,03 m a 1 m del nivel del cuello. El ejemplar deberá colocarse a una profundidad adecuada que permita que el cuello de la planta quede a nivel de la superficie. También se prevé fertilización al momento de la plantación. Las plantas serán almacenadas en sitios adecuados antes de la plantación, evitando déficit hídrico de los ejemplares (IMM, 2005).

En Montevideo se estima que el 40% de los árboles plantados se pierden debido al vandalismo.¹ Según Pauleit (2003) el tamaño y calidad de los árboles llevados a nuevas plantaciones estarían relacionados con el nivel de vandalismo. En general ejemplares de mayor tamaño son menos afectados. Por ejemplo en UK se plantan a raíz desnuda árboles con un diámetro 1 cm superior al estipulado en Montevideo, y aquí, el vandalismo afecta a más del 30% de los árboles plantados. En otros países europeos donde se utilizan árboles con diámetros de 8 cm aproximadamente el vandalismo afecta a menos del 5% de los árboles (Pauleit, 2003). En relación a esto, utilizar árboles de mayor tamaño mejoraría el éxito de las nuevas plantaciones.

4.7.3 Poda

Los criterios de poda en Montevideo han cambiado a lo largo de la historia del arbolado de la ciudad. Originalmente se utilizaban técnicas similares a las que se realizaban en fruticultura, se denominaba poda en forma de “Vaso”. Este tipo de poda genera que las ramificaciones comiencen todas a la misma altura. Eventuales rupturas de estas ramas primarias compromete la estructura general del árbol. Otra técnica utilizada hasta fines de los años 80, denominada poda de “candelabro”, consiste en dejar una estructura permanente de ramas primarias a partir de las cuales se desarrollan las ramas secundarias que se intervienen anualmente a nivel de la inserción.⁵

Desde los años 80 y hasta la actualidad el eje de los tratamientos aéreos se basa en la corrección de interferencias, y se le llama “poda correctiva”. Los objetivos de las podas actuales se basan en reducir interferencias, riesgo de quebrado de ramas, caída de árboles y daños en la estructura de la copa.⁵ Según la memoria descriptiva utilizada por la IMM para los llamados a licitación se definen los siguientes tipos de poda:

1. Desbrote: *eliminación de ramas jóvenes con un diámetro menor a 5 cm que surgen a nivel del tronco, ramas primarias y, frecuentemente, secundarias* (IMM). El desbrote es la tarea de mantenimiento esencial que no provoca cambios en la estructura del árbol. Mejora la visibilidad de la cartelería vial y evita interferencias con la circulación de vehículos y peatones. La fecha indicada para esta intervención es los meses de diciembre y enero.

2. Corte de ramas: *eliminación de ramas sanas importantes (primarias o secundarias) que se indiquen. Se cortarán, salvo orden contraria, desde la base (IMM). Se utiliza en casos específicos donde la eliminación de una rama soluciona un problema particular sin necesidad de realizar una poda completa.*

4. Poda de formación: *eliminación de tallos co-dominantes, cortes de ramas para mejorar la distribución estructural tendiente a evitar futuras interferencias edilicias, controlar crecimiento desordenado, adelgazamiento de copa, según directivas a impartir por Técnico Municipal asignado a ejemplares de diámetro menor a 15 cm y/o altura menor a 5m (IMM).*

5. Poda correctiva: *acondicionamiento aéreo de árbol, que incluye eliminación de ramas de cualquier entidad: secas, rotas, enfermas o atacadas por insectos que sean irre recuperables, muñones, sanas que interfieran fuertemente con edificios, cableado, aquellas ramas bajas que afecten la libre circulación del tránsito y/o peatones, según las indicaciones dadas por el técnico de Áreas Verdes del Municipio (IMM).*

6. Poda: *reducción en altura del árbol, con o sin modificación de su estructura primaria, indicándose por el técnico de Áreas Verdes del Municipio la altura de corte, según corresponda (IMM). También se le llama “Rebaje en altura” comenzaron en fresnos americanos, continuaron en arces y paraísos y luego en tipas. La única especie que no se realizan rebajes en altura son los plátanos. Este tipo de poda genera las llamadas “ramas mal fundadas” que por ser de menor tamaño reducen los riesgos y evitan grandes daños en la estructura del árbol ante posibles quebraduras. Permiten que las roturas por vientos sean “controlables”.*

Existen también especificaciones que indican que los cortes realizados deben ser limpios, a nivel de madera sana y respetando la zona de cicatrización natural. A su vez, se debe utilizar técnicas adecuadas en relación a los ángulos de corte y para evitar desgarramientos.

Al realizar podas correctivas se eliminan las interferencias independientemente del diámetro de las ramas a cortar. Según Lell (2006) el

corte de ramas de grandes diámetros no es adecuado ya que genera heridas difíciles de cicatrizar que a futuro causan múltiples consecuencias en el árbol.

La prioridad debería estar en la poda de formación, evitando interferencias de forma anticipada y previniendo cortes de ramas de gran tamaño. La poda de reducción en altura debería considerarse únicamente en casos extremos, ya que en general este tipo de intervenciones drásticas comprometen la sanidad y supervivencia de los árboles (Grau y Kortsarz, 2012). Por otro lado, gran parte de los beneficios de los árboles están asociados a su follaje y este tipo de podas lo elimina totalmente. Los ejemplares que reciban estos tratamientos reducirán sus funciones casi totalmente durante los primeros años.

5. CONCLUSIONES

Sobre las aceras de Montevideo están identificadas 422 especies, sin embargo, sólo 50 de estas especies fueron utilizadas por la IMM históricamente para plantaciones planificadas. Las restantes, corresponden a especies introducidas por la población o de generación espontánea. Este grupo de 50 especies conforma el 82% de los individuos de la ciudad, por lo que aproximadamente el 19% de los ejemplares presentes son producto de plantaciones de particulares. Esta situación es compleja, ya que en muchos casos las especies seleccionadas por la población no son las más adecuadas para el arbolado viario y por lo tanto generan complicaciones diversas. Considerando las especies más comunes del total de la población (85% del total de individuos), el 9.7% corresponde a especies que no cumplen gran parte de los requisitos necesarios para el arbolado de aceras.

En relación a las proporciones de las distintas especies presentes en la ciudad, *Melia azedarach* y *Fraxinus pennsylvanica* representan más del doble del máximo recomendado y *Platanus x acerifolia* se encuentra en el límite.

Al comparar la distribución de tamaño-edad de los árboles seleccionados con la distribución ideal propuesta por los autores mencionados se concluye que no existe una base de árboles jóvenes que permita ir sustituyendo en el corto plazo a los árboles más viejos. De esta forma, a medida que los antiguos árboles mueran, si las proporciones continúan inalterables, no habrá suficientes ejemplares para reponer estas pérdidas, y por lo tanto el número de árboles total disminuirá al igual que los beneficios que estos brindan.

Manteniendo el actual número de árboles “maduros funcionales” (40 a 60 cm de DAP), se debería incrementar 3,4 veces el número de individuos entre 0 y 19 cm y 1,7 veces los individuos de entre 20 y 39 cm para aproximarse a la distribución ideal.

El EV general del arbolado es bueno, más del 75% del total de árboles se encuentran en condiciones óptimas. Las plantaciones realizadas por los ciudadanos o de generación natural no influyen sobre las proporciones de los

distintos EV de la situación general. La proporción de árboles secos, tocones y cepas es de 1,6%, por lo que 3.552 restos de árboles se encuentran ocupando un potencial sitio, sin cumplir función alguna y en condiciones inadecuadas.

La mayor parte de las especies clasificadas como “exitosas y predominantes” (grupo A) presentan altas proporciones de individuos en las categorías “maduros funcionales” y “maduros en últimas etapas funcionales”, situación que pone en riesgo la estabilidad de las poblaciones particulares. *Fraxinus pennsylvanica* es la única especie de este grupo que presenta una distribución de tamaños próxima a la ideal. Considerando las distintas performances de las especies de este grupo, *Fraxinus pennsylvanica*, *Platanus x acerifolia*, *Tipuana tipu* y *Fraxinus excelsior* serían las especies a tener en cuenta si se pretende asegurar el éxito de los individuos en el largo plazo.

Dentro del grupo de especies “exitosas, menos comunes” se destaca el buen comportamiento de *Taxodium distichum*, especie que se planta actualmente. Por otro lado, si bien *Populus deltoides* y *Ceiba speciosa* presentan conocidos problemas con interferencias radiculares, no deberían descartarse para futuras plantaciones en sitios que lo permitan (aceras con fajas muy amplias o sobre canchales centrales), ya que su performance es muy buena.

Las especies presentes en el grupo “menos exitosas” como *Jacaranda mimosifolia*, *Catalpa bignonioides* y *Firmiana simplex*, siguiendo criterios de los autores, deberían ser consideradas solo para situaciones particulares en donde se requiera alguna característica específica que brinde la especie. Ya que al tratarse de individuos que maduran tempranamente, requerirán ser reemplazados con mayor frecuencia y esto, reduciría la estabilidad de la población de árboles.

Tilia x viridis, *Peltophorum dubium*, *Liquidambar styraciflua* y *Grevillea robusta* se presentan en el grupo “especies recientes”, la baja proporción que representan en el total de árboles es conveniente para la estabilidad de la población, ya que si llegaran a fracasar, no provocarían un gran impacto en la población general de árboles. En el futuro, si demuestran un buen comportamiento, podrían considerarse para plantaciones de mayor escala.

Considerando los distintos Municipios evaluados, en general no se observan relaciones entre el estado de los árboles, sus tamaños y la densidad de población o relación árbol/habitante. Las diferencias principales estarían dadas por las características de las especies presentes y el ambiente de cada municipio.

El manejo del arbolado debería estar enfocado a prevenir futuras interferencias y no, a intentar corregir luego de que estas suceden. En relación a esto, las podas de formación tendrían que tener un rol principal en el manejo. A su vez, sería conveniente que se desarrollara un plan o programa de arbolado que establezca los objetivos y lineamientos a seguir en cuanto a la planificación, diseño y manejo del arbolado de la ciudad.

6. RESUMEN

La ciudad de Montevideo cuenta con un total de aproximadamente 211.854 árboles y arbustos cultivados en aceras. La totalidad de estos ejemplares fueron relevados entre los años 2005 y 2008 por el Censo de Arbolado Público Alineado en Aceras que estuvo a cargo del Servicio de Áreas Verdes de la Intendencia Municipal de Montevideo. Los árboles urbanos proveen múltiples beneficios sociales, físicos, biológicos y económicos. Maximizar estos beneficios implica una correcta planeación, diseño y manejo de los árboles urbanos, ya que un manejo inadecuado puede reducir los beneficios e incrementar los costos. Analizar el comportamiento y adecuación de las especies al medio, así como de su performance en relación al resto de las especies, es importante para seleccionar correctamente los árboles. Las especies mejor adaptadas a los sitios de plantación son las que tendrán éxito en el largo plazo, por lo que una distribución de edades que asegure la continuidad de estas especies contribuye a la estabilidad de la población. Por este motivo es importante conocer las condiciones y estructura de la población de árboles de la ciudad, ya que delinearía las bases para la planificación y manejo futuro. Es así que se analizó la situación de tamaño-edad del arbolado y en general se obtuvo una distribución que indicaría que la población de árboles no se encuentra en equilibrio. La mayor parte de los ejemplares pertenecientes a especies de comprobada adaptación al medio (*Platanus x acerifolia*, *Tipuana tipu* y *Fraxinus excelsior*) se consideran “maduros funcionales” o “maduros en últimas etapas funcionales”. La performance de las principales especies y la evolución de sus estados vegetativos en las distintas clases de DAP permitieron evaluar su comportamiento, destacándose especies como *Taxodium distichum* (RPI=1,28), *Tilia x viridis* (RPI=1,25) y *Peltophorum dubium* (RPI=1,23). Encontrando también especies con performances deficientes como *Melia azedarach* (RPI=0,85) y *Acer negundo* (RPI=0,73), que representan altas proporciones en el total de la población. Se comparó la situación de los distintos Municipios de Montevideo en cuanto a la distribución de tamaño de los árboles y sus estados vegetativos sin observar relaciones entre el estado de los árboles, sus tamaños y la densidad de población o relación árbol/habitante. Considerando que la ciudad de Montevideo presenta un árbol cada cuatro habitantes, la situación del arbolado en relación a la planificación y manejo, indica que si bien existen pautas establecidas para las tareas de plantación y

poda, la ciudad no posee un programa general de arbolado que establezca los principios de planeación, diseño y manejo del arbolado público.

Palabras clave: Arbolado; Arbolado Urbano; Arbolado viario; Estructura etaria; Composición específica; Estado vegetativo.

7. SUMMARY

The city of Montevideo has an approximated total of 211,854 trees and shrubs grown on sidewalks. All of these samples were surveyed between 2005 and 2008 by a Public Street Trees Inventory that was in charge of Montevideo Green Areas Municipality Service. Urban trees provide multiple social, physical, biological and economic benefits. To maximize these benefits it is needed a proper planning, design and management of urban trees, since an unsuitable management may reduce profits and increase the costs. To analyze the behavior and adaptation of species to the environment, as well as its performance related to other species, is important for proper selection. Species better adapted to planting sites are those that will succeed in a long term, so an age distribution that ensures the continuity of these species contributes to the stability of the population. For this reason it is important to know the conditions and structure of the city tree population, since it would delineate the basis for future planning and management. Then the size-age distribution of the city tree population was analyzed and it was found that it is not in stability. Most of the trees belonging to species of proven urban adaptation (*Platanus x acerifolia*, *Tipuana tipu*, and *Fraxinus excelsior*) are considered "functionally mature trees" or "older trees with most of their functionally life behind them". The performance of the main species and the evolution of the tree conditions in the different DBH classes to evaluate their behavior. Standing out in this aspect species like *Taxodium distichum* (RPI=1,28), *Tilia x viridis* (RPI=1,25) and *Peltophorum dubium* (RPI=1,23). Also finding species with poor performances as *Melia azedarach* (RPI = 0.85) and *Acer negundo* (RPI = 0.73), representing high proportions in the total population. The situation of the different municipalities of Montevideo was compared in terms of size distribution and tree conditions without observing relations among the tree conditions, their sizes and population density or tree/inhabitant ratio. Considering that the city of Montevideo has a tree every four inhabitants, the situation of the urban forest related to planning and management, concluding that although there are established guidelines for the tasks of planting and pruning, the city has not a global street tree program with principles of planning, design and management of public trees.

Keywords: Forestry; Urban forestry; Street Trees; Age distribution; Species composition; Tree condition.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Arcos, A.; Cortalezzi, N.; Pose, R. 2005. Instructivo para el relevamiento de información censal en alineaciones de árboles y arbustos en aceras de la ciudad de Montevideo. Montevideo, IMM. 17 p.
2. _____; Pose, R. 2008. Informe preliminar del censo de arbolado público. Montevideo, IMM. 9 p.
3. Berro, M. B. 1914. La agricultura colonial. Montevideo, Juan J. Dornaleche. 351 p.
4. Bresciano, R. H.; Comesaña, E. 2010. Cronología de Montevideo 1742 - 1990. (en línea). Montevideo, IMM. s.p. Consultado 21 oct. 2014. Disponible en <http://www.montevideo.gub.uy/ciudad/historia/cronologia>
5. Burden, D. 2008. 22 benefits of urban street trees. Montana, US, University of Montana. 6 p.
6. Clark, J. R.; Matherny, N. P.; Cross, G.; Wake, V. 1997. A model of urban forest sustainability. *Journal of Arboriculture*. 23 (1): 17-30.
7. Consolloy, J. W. 2007. Planting and maintenance. *In*: Kuser, J. E. ed. *Urban and community forestry in the northeast*. New York, Springer. pp. 221-236.
8. Geiger, J. 2004. What are your trees relative performance index?. Davis, CA, USA, USDA. Forest Service. 4 p.
9. Gerhold, H. D. 2007a. Origins of urban forestry. *In*: Kuser, J. E. ed. *Urban and community forestry in the northeast*. New York, US, Springer. pp. 1-23.
10. _____; Porter, W. 2007b. Selecting trees for community landscapes. *In*: Kuser, J. E. ed. *Urban and community forestry in the northeast*. New York, US, Springer. pp. 183-198.

11. Geyer, W. A.; Dickerson, J.; Row, J. M. 2010. Plant guide for silver maple (*Acer saccharinum* L.). (en línea). Manhattan, US, USDA. s.p. Consultado nov. 2014. Disponible en http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_acsa2.pdf
12. Grau, A.; Kortsarz, A. M. 2012. Las especies de árboles de Tucumán. In: Levy, A. ed. Guía de arbolado de Tucumán. Salta, AR, Artes Gráficas Crivelli. pp. 109-229.
13. IMM (Intendencia Municipal de Montevideo). s.f. Memoria descriptiva del llamado a licitación abreviada para realizar plantaciones y tratamientos en árboles ubicados en aceras y espacios públicos del municipio B. Montevideo. 11 p.
14. _____. 2005. Licitación abreviada No. 282005/1, memoria descriptiva de los trabajos de plantación de árboles en aceras de avenidas a cargo del servicio de áreas verdes. Montevideo. 12 p.
15. _____. Municipio A. 2010a. Plan de desarrollo municipal 2010 – 2014; documento síntesis. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 24 mar. 2014. Disponible en <http://municipioa.montevideo.gub.uy/node/188>
16. _____. Municipio B. 2010b. Plan de desarrollo municipal 2010 – 2014; documento síntesis. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 24 mar. 2014. Disponible en <http://municipiob.montevideo.gub.uy/node/151>
17. _____. Municipio C. 2010c. Plan de desarrollo municipal 2010 – 2014; documento síntesis. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 24 mar. 2014. Disponible en <http://municipioc.montevideo.gub.uy/node/125>
18. _____. Municipio CH. 2010d. Plan de desarrollo municipal 2010 – 2014; documento síntesis. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 24 mar. 2014. Disponible en <http://municipioch.montevideo.gub.uy/node/154>

19. _____. Municipio D. 2010e. Plan de desarrollo municipal 2010 – 2014; documento síntesis. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 5 set. 2014. Disponible en <http://municipiod.montevideo.gub.uy/node/154>
20. _____. Municipio E. 2010f. Plan de desarrollo municipal 2010 – 2014; documento síntesis. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 24 mar. 2014. Disponible en <http://municipioe.montevideo.gub.uy/node/154>
21. _____. Municipio F. 2010g. Plan de desarrollo municipal 2010 – 2014; documento síntesis. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 24 mar. 2014. Disponible en <http://municipiof.montevideo.gub.uy/node/154>
22. _____. Municipio G. 2010h. Plan de desarrollo municipal 2010 – 2014; documento síntesis. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 24 mar. 2014. Disponible en <http://municipiog.montevideo.gub.uy/node/152>
23. _____. 2011a. Gobiernos municipales. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 21 oct. 2014. Disponible en <http://www.montevideo.gub.uy/institucional/gobiernos-municipales>
24. _____. 2011b. La Unión. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 26 oct. 2014. Disponible en <http://www.montevideo.gub.uy/ciudad/historia/barrios/la-union>
25. _____. 2012. Montevideo, ciudad arbolada. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 20 nov. 2014. Disponible en <http://www.montevideo.gub.uy/noticias/montevideo-ciudad-arbolada>
26. _____. 2014. Sistema de información geográfica. (en línea). Montevideo s.p. Consultado 21 oct. 2014. Disponible en <http://sig.montevideo.gub.uy/mapas/mapa-principal>
27. Jolochin, G.; Speroni, G. 2007. Árboles y arbustos del parque de la facultad de agronomía. Montevideo, UY, Facultad de Agronomía. 207 p.

28. Konijnendijk, C. C.; Randrup, T. B. 2004. Urban forestry; urban forest functions. In: Danish forest and landscape research institute; landscape and planning. Hoersholm, Denmark, Elsevier. pp. 475 – 476.
29. _____.; Ricard, R. M.; Kenney, A.; Randrup, T. B. 2006. Defining urban forestry; a comparative perspective of north america and europe. *Urban Forestry and Urban Greening*. 4(3-4): 93-103.
30. Lombardo, A. 1954. Inventario de las plantas cultivadas en Montevideo. Montevideo, UY, Concejo Departamental de Montevideo. 254 p.
31. _____. 1979. Los arboles cultivados en los paseos públicos. 2^a. ed. Montevideo, UY, IMM. 282 p.
32. Marco, S. E.; McPherson, E. G.; Simpson, J. R.; Peper, P. J.; Xiao, Q. 2005. City of Berkeley; California municipal tree resource analysis. Davis, CA, USA, USDA. Forest Service. 50 p.
33. Nilsson, K.; Randrup, T. B. 1997. Urban and periurban forestry. In: World Forestry Congress (11th., 1997, Antalya, Turkey). Forest and tree resources; proceedings. s.n.t. pp. 97–110.
34. Nowak, D. J.; Dwyer, J.; Childs, G. 1997. Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. In: Nascimento, J. R.; Krishnamurthy, L. eds. Áreas verdes urbanas en latinoamérica y el caribe. Mexico, Banco Interamericano de Desarrollo. pp. 17-38.
35. Pauleit, S. 2003. Urban street tree plantings; identifying the key requirements. In: Municipal engineer 156 Issue ME1. London, UK, Institution of Civil Engineers. pp. 43-45.
36. Peper, P. J.; McPherson, E. G.; Simpson, J. R.; Marco, S. E.; Xiao, Q. 2004. City of Bismarck; North Dakota street tree resource analysis. Bismarck, USA, USDA. Forest Service. 64 p.
37. Richards, N. A. 1983. Diversity and stability in a street tree population. In: Urban ecology. Amsterdam, The Netherlands, Elsevier. pp. 159 -171.



38. Ross, P. B. 1994. El arbolado de calles en la ciudad de Montevideo. *Almanaque BSE*. 80: 194 – 203.
39. Strom, S. 2007. Urban and community forestry: planning and design. *In*: Kuser, J. E. ed. *Urban and community forestry in the northeast*. New York, US, Springer. pp. 99-116.
40. Valla, J. J.; Jankowski, L.; Bazzano, D.; Hernández, A. J. 1999. Árboles urbanos. Buenos Aires, LOLA. 320 p. (*Biota Rioplatense* v. 4).
41. _____.; Sáenz, A.; Rivera, S. M.; Jankowski, L. S.; Bazzano, D.; Hernández, A. J. 2001. Árboles urbanos 2. Buenos Aires, LOLA. 287 p. (*Biota Rioplatense* v. 6).
42. Wolowicz, R. S.; Gera, M. 2007. Tree inventory and systematic management. *In*: Kuser, J. E. ed. *Urban and community forestry in the Northeast*. New York, USA, Springer. pp. 119 -131.

9 ANEXOS

Lista Anexo no. 1. Especies seleccionadas para el análisis.

Melia azedarach, Fraxinus pennsylvanica, Platanus x acerifolia, Tipuana tipu, Fraxinus excelsior, Acer negundo, Jacaranda mimosifolia, Ulmus procera, Eucalyptus globulus, Acer saccharinum, Ceiba speciosa, Populus deltoides, Taxodium distichum, Catalpa bignonioides, Phoenix canariensis, Firmiana simplex, Tilia x viridis, Populus alba, Ulmus americana, Grevillea robusta, Peltophorum dubium, Robinia pseudoacacia, Juglans nigra Eucalyptus camaldulensis, Prunus cerasifera var. pissardii, Pinus pinaster, Fraxinus americana, Quercus robur, Platanus occidentalis, Ginkgo biloba, Washingtonia robusta, Acer campestre, Handroanthus impetiginosus, Lagerstroemia indica, Pinus halepensis, Fraxinus ornus, Hovenia dulcis, Populus nigra cv Italica, Handroanthus pulcherrimus, Quercus palustris, Aesculus hippocastanum, Ulmus glabra, Quercus borealis, Tilia tomentosa, Liriodendron tulipifera, Quercus bicolor, Carya illinoensis, Quercus macrocarpa, Aesculus carnea, Populus nigra.

Tabla Anexo no. 2. RPI de las especies de Montevideo.

 Especies arbóreas
 Especies arbustivas o herbáceas

Especie	Estado vegetativo					RPI	Individuos total de población	
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)		No.	%
<i>Abelia grandiflora</i>	26,7	53,3	13,3	0,0	6,7	1,05	15	0,01
<i>Abies nordmanniana</i>	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	1,32	1	0,00
<i>Abies pinsapo</i>	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	1,32	2	0,00
<i>Abutilon molle</i>	25,0	37,5	18,8	12,5	6,3	0,82	16	0,01
<i>Acacia baileyana</i>	16,7	72,2	0,0	11,1	0,0	1,17	18	0,01
<i>Acacia bonariensis</i>	33,3	66,7	0,0	0,0	0,0	1,32	3	0,00
<i>Acacia caven</i>	14,9	78,7	4,3	0,0	2,1	1,23	47	0,02
<i>Acacia dealbata</i>	10,7	75,2	10,7	1,9	1,5	1,13	262	0,13
<i>Acacia horrida</i>	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	1,32	5	0,00
<i>Acacia longifolia</i>	11,0	73,2	12,6	3,1	0,0	1,11	127	0,06
<i>Acacia mearnsii</i>	20,0	60,0	0,0	20,0	0,0	1,05	5	0,00
<i>Acacia melanoxylon</i>	9,4	69,8	10,7	9,4	0,6	1,04	159	0,08

<i>Acacia podalyriifolia</i>	0,0	83,3	8,3	8,3	0,0	1,10	12	0,01
<i>Acacia retinodes</i>	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	1,32	1	0,00
<i>Acacia sp.</i>	17,4	76,1	2,2	4,3	0	1,23	46	0,02
<i>Acacia verticillata</i>	0	75	25	0	0	0,99	4	0
<i>Acacia visco</i>	50	0	50	0	0	0,66	2	0
<i>Acanthosyris spinescens</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Acanthus mollis</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Acca sellowiana</i>	30	70	0	0	0	1,32	10	0
<i>Acer campestre</i>	11,1	36,6	22,2	29,7	0,4	0,63	279	0,14
<i>Acer negundo</i>	10,2	45,1	24,3	19,9	0,6	0,73	6195	3,01
<i>Acer negundo fo. argenteovariegatum</i>	14,3	28,6	42,9	14,3	0	0,57	14	0,01
<i>Acer negundo fo. aureomarginatum</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Acer palmatum</i>	44,4	44,4	0	11,1	0	1,17	9	0
<i>Acer platanoides</i>	47,8	39,1	8,7	4,3	0	1,15	23	0,01
<i>Acer pseudoplatanus</i>	13,3	73,3	13,3	0	0	1,14	15	0,01
<i>Acer saccharinum</i>	15,6	60	13,8	10	0,6	1	2413	1,17
<i>Acer sp</i>	64,7	32,4	0	0	2,9	1,28	34	0,02
<i>Adhatoda vasica</i>	40	40	0	0	20	1,05	5	0
<i>Aesculus × carnea</i>	56,4	33,3	7,7	0	2,6	1,18	39	0,02
<i>Aesculus hippocastanum</i>	31,3	53,1	14,1	0	1,6	1,11	64	0,03
<i>Agathis robusta</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Agave americana</i>	24,7	71,6	2,5	1,2	0	1,27	81	0,04
<i>Agave americana var. marginata</i>	40,5	57,1	2,4	0	0	1,29	42	0,02
<i>Ailanthus altissima</i>	23,7	55,8	15,5	5	0	1,05	278	0,14
<i>Albizia julibrissin</i>	0	70	30	0	0	0,92	10	0
<i>Alnus cordata</i>	20	60	20	0	0	1,05	5	0
<i>Alnus glutinosa</i>	25	75	0	0	0	1,32	4	0
<i>Aloe arborescens</i>	50,8	46,2	3,1	0	0	1,28	65	0,03
<i>Aloe ciliaris</i>	18,2	72,7	9,1	0	0	1,2	11	0,01
<i>Aloe saponaria</i>	100	0	0	0	0	1,32	7	0
<i>Aloysia gratissima</i>	20	0	40	20	20	0,26	5	0
<i>Aloysia triphylla</i>	20	60	20	0	0	1,05	5	0
<i>Araucaria</i>	45,1	49	5,9	0	0	1,24	51	0,02

angustifolia

<i>Araucaria bidwillii</i>	38	55,7	5,1	1,3	0	1,23	79	0,04
<i>Araucaria cunninghamii</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Araucaria heterophylla</i>	61	36,6	2,4	0	0	1,29	41	0,02
<i>Arbutus unedo</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>	40	60	0	0	0	1,32	5	0
<i>Asparagus plumosus</i>	100	0	0	0	0	1,32	3	0
<i>Austrocedrus chilensis</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Baccharis spicata</i>	0	90	10	0	0	1,19	10	0
<i>Bauhinia candicans</i>	9,2	74	15	1,7	0	1,1	173	0,08
<i>Berberis thumbergii</i>	100	0	0	0	0	1,32	5	0
<i>Berberis thumbergii var atropurpurea</i>	80	20	0	0	0	1,32	5	0
<i>Betula pendula</i>	0	100	0	0	0	1,32	4	0
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	15,4	76,9	0	7,7	0	1,22	13	0,01
<i>Bougainvillea glabra</i>	50	50	0	0	0	1,32	6	0
<i>Brachychiton populneum</i>	30,2	64,2	3,8	1,9	0	1,24	53	0,03
<i>Broussonetia papyrifera</i>	0	100	0	0	0	1,32	8	0
<i>Brunfelsia australis</i>	42,9	50	7,1	0	0	1,22	14	0,01
<i>Buddleja madagascariensis</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Butia capitata</i>	38,5	61	0,5	0	0	1,31	213	0,1
<i>Butia yatay</i>	67,6	32,4	0	0	0	1,32	34	0,02
<i>Buxus sempervirens</i>	0	100	0	0	0	1,32	2	0
<i>Calliandra parvifolia</i>	14,3	85,7	0	0	0	1,32	7	0
<i>Calliandra tweedii</i>	37,9	62,1	0	0	0	1,32	29	0,01
<i>Callistemon citrinus</i>	38,5	53,8	7,7	0	0	1,22	13	0,01
<i>Callistemon linearis</i>	32,7	65,3	0	2	0	1,29	49	0,02
<i>Callistemon salignus</i>	28,6	42,9	14,3	14,3	0	0,94	7	0
<i>Calocedrus decurrens</i>	0	100	0	0	0	1,32	2	0
<i>Calocedrus decurrens</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Camelia japonica</i>	50	25	25	0	0	0,99	4	0

<i>Campsis radicans</i>	50	33,3	16,7	0	0	1,1	6	0
<i>Carpinus betulus</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Carya illinoensis</i>	27,5	72,5	0	0	0	1,32	40	0,02
<i>Castanea sativa</i>	36,1	61,1	2,8	0	0	1,28	36	0,02
<i>Castanospermum australe</i>	0	0	100	0	0	0	1	0
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	19,6	68,2	8,6	3,4	0,2	1,16	905	0,44
<i>Casuarina equisetifolia</i>	40	36,7	20	0	3,3	1,01	30	0,01
<i>Casuarina glauca</i>	75	0	25	0	0	0,99	4	0
<i>Casuarina stricta</i>	21,4	67,9	10,7	0	0	1,18	28	0,01
<i>Casuarina torulosa</i>	0	50	50	0	0	0,66	2	0
<i>Catalpa bignonioides</i>	13,5	63,1	18,3	4,5	0,7	1,01	1656	0,81
<i>Cedrus atlantica</i>	12,5	87,5	0	0	0	1,32	8	0
<i>Cedrus deodara</i>	46,7	50	3,3	0	0	1,27	30	0,01
<i>Cedrus deodara f.pendula</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Ceiba insignis</i>	17,2	65,5	17,2	0	0	1,09	29	0,01
<i>Ceiba speciosa</i>	21	71,8	5,6	1,2	0,4	1,22	2345	1,14
<i>Celtis australis</i>	14	72,1	14	0	0	1,13	43	0,02
<i>Celtis occidentalis</i>	0	100	0	0	0	1,32	2	0
<i>Celtis spinosa</i>	9,1	72,7	15,2	3	0	1,08	33	0,02
<i>Cephalotaxus harringtonia</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Ceratonia siliqua</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Cercis siliquastrum</i>	0	90	0	10	0	1,19	10	0
<i>Cereus sp.</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Cestrum nocturnum</i>	0	42,9	42,9	14,3	0	0,57	7	0
<i>Chaenomeles lagenaria</i>	38,3	59,3	2,5	0	0	1,29	81	0,04
<i>Chaenomeles sinensis</i>	40	60	0	0	0	1,32	5	0
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Chamaerops humile</i>	33,3	66,7	0	0	0	1,32	3	0
<i>Cinnamomun camphora</i>	40,9	54,5	4,5	0	0	1,26	22	0,01
<i>Cinnamomun zeylanicum</i>	40	46,7	13,3	0	0	1,14	15	0,01
<i>Citharexylum</i>	36,4	50	13,6	0	0	1,14	22	0,01

montevidense

Citrus sp.	22,6	63,9	7,7	3,9	1,9	1,14	155	0,08
Clivia miniata	100	0	0	0	0	1,32	1	0
Clivia nobilis	100	0	0	0	0	1,32	1	0
Cocculus laurifolius	0	0	100	0	0	0	1	0
Colletia paradoxa	0	100	0	0	0	1,32	1	0
Cordyline australis	32,2	62,7	4,8	0,3	0	1,25	335	0,16
Cordyline stricta	11,1	66,7	22,2	0	0	1,03	9	0
Cortaderia seloana	0	100	0	0	0	1,32	1	0
Corymbia citriodora	33,3	66,7	0	0	0	1,32	3	0
Corymbia ficifolia	4,5	90,9	4,5	0	0	1,26	22	0,01
Corymbia maculata	100	0	0	0	0	1,32	1	0
Cotoneaster glaucophylla serotina	33,3	66,7	0	0	0	1,32	3	0
Cotoneaster lactea	44,4	55,6	0	0	0	1,32	9	0
Cotoneaster microphylla	50	50	0	0	0	1,32	2	0
Cotoneaster pannosa	36,2	63,8	0	0	0	1,32	47	0,02
Cotyledon sp	25	50	0	25	0	0,99	4	0
Crataegus monogyna	0	100	0	0	0	1,32	2	0
Crataegus oxyacantha	0	33,3	66,7	0	0	0,44	6	0
Crataegus oxyacantha var. rosea	0	100	0	0	0	1,32	3	0
Cryptomeria japonica	31,3	68,8	0	0	0	1,32	16	0,01
Cupressus arizonica	32,5	65	2,5	0	0	1,29	40	0,02
Cupressus funebris	0	87,5	12,5	0	0	1,15	8	0
Cupressus lusitanica	16,3	73,5	8,2	0	2	1,18	49	0,02
Cupressus macrocarpa	10,9	71	13,1	4,4	0,5	1,08	183	0,09
Cupressus sempervirens	10,4	74,2	9,7	5,4	0,3	1,12	299	0,15
Cupressus sempervirens var. horizontalis	11,8	79,4	8,8	0	0	1,2	34	0,02
Cupressus sempervirens var. stricta	24,5	60	9,1	4,5	1,8	1,11	110	0,05

<i>Cupressus spp.</i>	21,5	69,2	4,6	3,1	1,5	1,2	65	0,03
<i>Cupressus torulosa</i>	0	85,7	14,3	0	0	1,13	14	0,01
<i>Cyca revoluta</i>	57,1	35,7	0	7,1	0	1,22	14	0,01
<i>Datura candida</i>	11,6	60,5	23,3	4,7	0	0,95	43	0,02
<i>Doryalis caffra</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Dracaena draco</i>	45,5	45,5	6,1	3	0	1,2	33	0,02
<i>Dyospiros kaki</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	28,6	64,3	7,1	0	0	1,22	14	0,01
<i>Elaeagnus pungens</i>	66,7	33,3	0	0	0	1,32	3	0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	23,2	69,2	6,3	1	0,2	1,22	478	0,23
<i>Eriobotrya japonica</i>	18,9	67,7	12,8	0	0,6	1,14	164	0,08
<i>Erythrina crista-galli</i>	11,1	64,1	19,3	4,8	0,7	0,99	714	0,35
<i>Erythrina crista-galli var.leucochlora</i>	44,8	34,5	17,2	3,4	0	1,05	29	0,01
<i>Escallonia megapotamica</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Eucalyptus amplifolia</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Eucalyptus botryoides</i>	3,2	87,2	8,5	1,1	0	1,19	94	0,05
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	6,4	78	12,2	2,9	0,5	1,11	551	0,27
<i>Eucalyptus camaldulensis var.acuminata</i>	2,4	83,3	14,3	0	0	1,13	42	0,02
<i>Eucalyptus cinerea</i>	10,9	78,3	6,5	4,3	0	1,18	46	0,02
<i>Eucalyptus cinerea x E globulus</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Eucalyptus cornuta</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Eucalyptus diversicolor</i>	0	100	0	0	0	1,32	3	0
<i>Eucalyptus diversifolia</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Eucalyptus globulus</i>	4,1	74,4	17,5	3,6	0,3	1,04	2831	1,38
<i>Eucalyptus globulus ssp pseudoglobulus</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Eucalyptus grandis</i>	19,4	74,2	6,5	0	0	1,23	31	0,02
<i>Eucalyptus robusta</i>	4,2	78,5	16,9	0	0,4	1,09	260	0,13
<i>Eucalyptus saligna</i>	8,7	69,6	21,7	0	0	1,03	23	0,01

<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	25	25	25	25	0	0,66	4	0
<i>Eucalyptus spp.</i>	20,4	67,9	7,7	2	2	1,16	196	0,1
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	8,6	67,1	20	4,3	0	1	255	0,12
<i>Eucalyptus viminalis</i>	0	100	0	0	0	1,32	4	0
<i>Eucalyptus x trabutii</i>	0	85,7	14,3	0	0	1,13	7	0
<i>Eugenia uniflora</i>	15,9	75	8	1,1	0	1,2	88	0,04
<i>Euonymus japonicus</i>	58,3	41,7	0	0	0	1,32	24	0,01
<i>Euonymus japonicus var. albo marginatum</i>	100	0	0	0	0	1,32	3	0
<i>Euonymus japonicus var. aurea</i>	28,6	71,4	0	0	0	1,32	7	0
<i>Euonymus japonicus var. aureo-marginatum</i>	11,1	77,8	11,1	0	0	1,17	9	0
<i>Eupatorium bunifolium</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Euphorbia milii</i>	33,3	55,6	11,1	0	0	1,17	9	0
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	17,4	70,7	8,7	1,1	2,2	1,16	92	0,04
<i>Evonymus hamiltonianus</i>	0	100	0	0	0	1,32	3	0
<i>Ficus bengalensis</i>	22,2	61,1	11,1	5,6	0	1,1	18	0,01
<i>Ficus benjamina</i>	57,1	35,7	7,1	0	0	1,22	14	0,01
<i>Ficus carica</i>	8,8	73,5	14,7	2,9	0	1,09	34	0,02
<i>Ficus elastica</i>	11,3	76,6	9,2	2,7	0,1	1,16	715	0,35
<i>Ficus elastica var. decora</i>	13,6	68,2	9,1	4,5	4,5	1,08	22	0,01
<i>Ficus elastica var. variegata</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Ficus luschnatiana</i>	12,5	62,5	25	0	0	0,99	8	0
<i>Ficus macrophylla</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Ficus microcarpa</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Firmiana simplex</i>	24	58	11,7	5	1,3	1,08	1077	0,52
<i>Fraxinus americana</i>	21,5	56	17,5	4,5	0,5	1,02	400	0,19
<i>Fraxinus excelsior</i>	10	62,2	20,2	7,3	0,3	0,95	6385	3,11
<i>Fraxinus lanceolata cv. Juglandifolia</i>	46	42	8	2	2	1,16	50	0,02
<i>Fraxinus ornus</i>	4,9	64,8	12,7	14,8	2,8	0,92	142	0,07
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	15,9	65,3	13,5	4,8	0,5	1,07	43340	21,08

<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Furcraea sp.</i>	25	75	0	0	0	1,32	4	0
<i>Gardenia jasminoides</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Gardenia thunbergia</i>	66,7	33,3	0	0	0	1,32	3	0
<i>Ginkgo bilboa</i>	43,9	47,7	5,9	1,7	0,7	1,21	287	0,14
<i>Gleditsia amorphoides</i>	0	100	0	0	0	1,32	5	0
<i>Gleditsia triacanthos</i>	21,6	72	3,2	3,2	0	1,23	125	0,06
<i>Grevillea robusta</i>	24	66	9,1	0,7	0,1	1,19	680	0,33
<i>Guettarda uruguensis</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Hakea saligna</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Handroanthus impetiginosa</i>	27,2	61,3	6,2	3,3	2,1	1,17	243	0,12
<i>Handroanthus pulcherrimus</i>	41,5	53,8	4,6	0	0	1,26	65	0,03
<i>Hedera helix</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Hibiscus mutabilis</i>	54,9	33,3	11,8	0	0	1,16	102	0,05
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	32	61,3	5,8	0,7	0,2	1,23	1302	0,63
<i>Hibiscus syriacus</i>	23,6	68,5	6,1	1,8	0	1,21	707	0,34
<i>Hovenia dulcis</i>	7	85,2	7	0	0,9	1,22	115	0,06
<i>Howea forsteriana</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Inga uruguensis</i>	66,7	33,3	0	0	0	1,32	6	0
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	13,1	66,4	16,3	3,8	0,4	1,05	4694	2,28
<i>Jasminum azoricum</i>	40	40	20	0	0	1,05	5	0
<i>Jasminum humile</i>	0	60	0	0	40	0,79	5	0
<i>Jasminum mesnyi</i>	37,5	62,5	0	0	0	1,32	8	0
<i>Jasminum officinale</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Jasminum officinale var. grandiflorum</i>	0	100	0	0	0	1,32	2	0
<i>Juglans australis</i>	25	75	0	0	0	1,32	4	0
<i>Juglans nigra</i>	9,2	58,4	20,2	11,9	0,2	0,89	563	0,27
<i>Juglans regia</i>	8	74,3	12,3	4,8	0,5	1,09	187	0,09
<i>Juniperus chinensis</i>	55,6	44,4	0	0	0	1,32	18	0,01
<i>Juniperus communis</i>	69,2	30,8	0	0	0	1,32	13	0,01
<i>Juniperus drupacea</i>	0	50	0	0	50	0,66	2	0

<i>Juniperus sabina</i>	40	60	0	0	0	1,32	10	0
<i>Juniperus squamata</i>	20	60	20	0	0	1,05	5	0
<i>Juniperus virginiana</i>	0	100	0	0	0	1,32	2	0
<i>Kolreuteria paniculata</i>	50	41,7	8,3	0	0	1,21	12	0,01
<i>Lagerstroemia indica</i>	28	58,1	11,3	2,2	0,5	1,13	186	0,09
<i>Lantana camara</i>	24	68	8	0	0	1,21	25	0,01
<i>Laurus nobilis</i>	19,7	71,8	6	2,6	0	1,21	117	0,06
<i>Leptospermum sp.</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Ligustrum japonicum</i>	56,5	43,5	0	0	0	1,32	23	0,01
<i>Ligustrum lucidum</i>	14,7	70,3	11,9	2,8	0,3	1,12	1533	0,75
<i>Ligustrum lucidum</i> var. <i>aureomarginatum</i>	42,3	51,9	5,8	0	0	1,24	52	0,03
<i>Ligustrum ovalifolium</i>	26	66,3	3,8	1,9	1,9	1,22	104	0,05
<i>Ligustrum ovalifolium</i> var. <i>albomarginatum</i>	47,1	52,9	0	0	0	1,32	17	0,01
<i>Ligustrum ovalifolium</i> var. <i>aureomarginatum</i>	52,6	44,7	0	0	2,6	1,28	38	0,02
<i>Liquidambar styraciflua</i>	43,5	53,6	2	0,6	0,3	1,28	685	0,33
<i>Liriodendron tulipifera</i>	73,2	16,1	8,9	0	1,8	1,18	56	0,03
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0	100	0	0	0	1,32	3	0
<i>Lithraea molleoides</i>	0	0	100	0	0	0	2	0
<i>Livistona chinensis</i>	100	0	0	0	0	1,32	2	0
<i>Lonchocarpus nitidus</i>	20	70	10	0	0	1,19	10	0
<i>Lonicera japonica</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Luehea divaricata</i>	3,3	90	6,7	0	0	1,23	30	0,01
<i>Maclura pomifera</i>	0	14,3	0	85,7	0	0,19	14	0,01
<i>Magnolia grandiflora</i>	14,8	70,4	12,3	2,5	0	1,12	81	0,04
<i>Magnolia liliflora</i>	10	70	20	0	0	1,05	10	0
<i>Malus sp.</i>	10	80	10	0	0	1,19	10	0
<i>Malvaviscus arboreus</i> var. <i>pendula</i>	16,7	72,2	7,4	1,9	1,9	1,17	54	0,03
<i>Manihot flabellifolia</i>	8,1	65,2	19,8	6,1	0,8	0,97	929	0,45

<i>Maytenus ilicifolia</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Melia azedarach</i>	7	57,6	24,6	10,2	0,7	0,85	45719	22,24
<i>Melia azedarach var. variegata</i>	14,3	71,4	14,3	0	0	1,13	7	0
<i>Mirabilis jalapa</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Monstera deliciosa</i>	16,7	83,3	0	0	0	1,32	6	0
<i>Morus alba</i>	15,7	65,7	15	2,9	0,7	1,07	414	0,2
<i>Morus alba fo. tatarica</i>	0	100	0	0	0	1,32	2	0
<i>Morus multicaulis</i>	25	41,7	33,3	0	0	0,88	12	0,01
<i>Musa sp.</i>	0	80	20	0	0	1,05	5	0
<i>Myoporum laetum</i>	4,5	67,3	21,5	6,5	0,2	0,95	539	0,26
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	0	0	100	0	0	0	1	0
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	50	50	0	0	0	1,32	6	0
<i>Myrcianthes pungens</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Myrrhinium atropurpureum var. octandrum</i>	12,5	87,5	0	0	0	1,32	8	0
<i>Nerium oleander</i>	32,3	62,6	4,1	0,7	0,1	1,25	4687	2,28
<i>Nerium oleander var. indicum</i>	20,3	75,4	4,3	0	0	1,26	69	0,03
<i>Nicotiana glauca</i>	26,7	66,7	6,7	0	0	1,23	15	0,01
<i>Olea europea</i>	7,7	23,9	29,1	39,3	0	0,42	117	0,06
<i>Olea laurifolia</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Opuntia sp.</i>	0	100	0	0	0	1,32	2	0
<i>Parapiptadenia rigida</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Parkinsonia aculeata</i>	12,1	70,7	15,5	1,7	0	1,09	58	0,03
<i>Patagonula americana</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Paulownia tomentosa</i>	18,6	68,6	11,4	0	1,4	1,15	70	0,03
<i>Pelargonium spp</i>	20	80	0	0	0	1,32	5	0
<i>Peltophorum dubium</i>	25,8	67,3	5,8	0,9	0,3	1,23	691	0,34
<i>Pereskia grandiflora</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Persea americana</i>	26,6	69	4,1	0,3	0	1,26	342	0,17
<i>Philadelphus coronarius</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Phillyrea latifolia</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0

<i>Philodendron undulatum</i>	42,9	57,1	0	0	0	1,32	7	0
<i>Phoenix canariensis</i>	26,1	71,8	1,5	0,3	0,4	1,29	1100	0,54
<i>Phoenix dactylifera</i>	50	50	0	0	0	1,32	4	0
<i>Phoenix paludosa</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Phoenix reclinata</i>	0	50	50	0	0	0,66	2	0
<i>Phormium tenax</i>	30,8	69,2	0	0	0	1,32	13	0,01
<i>Phormium tenax var. variegatum</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Photinia serrulata</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Phyllostachys aurea</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Phytolacca dioica</i>	17,5	71,1	8,4	2,4	0,6	1,17	166	0,08
<i>Pinus canariensis</i>	4,7	89,1	6,3	0	0	1,24	64	0,03
<i>Pinus echinata</i>	50	25	0	12,5	12,5	0,99	8	0
<i>Pinus elliotii</i>	20,5	73,8	2,5	0	3,3	1,24	122	0,06
<i>Pinus halepensis</i>	10,9	67,3	15,6	3,4	2,7	1,03	147	0,07
<i>Pinus patula</i>	17,6	58,8	17,6	0	5,9	1,01	17	0,01
<i>Pinus pinaster</i>	19,6	62,5	15,9	1,6	0,5	1,08	429	0,21
<i>Pinus pinea</i>	15,6	71,4	10,4	0	2,6	1,15	77	0,04
<i>Pinus radiata</i>	3,7	69,7	19,5	4,1	3	0,97	267	0,13
<i>Pinus sp.</i>	43,3	47,8	3	0	6	1,2	67	0,03
<i>Pinus taeda</i>	40,3	54,6	3,4	0,8	0,8	1,25	119	0,06
<i>Pittosporum crasifolium</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Pittosporum eugenioides</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Pittosporum tenuifolium</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Pittosporum tobira</i>	13,6	85,2	1,2	0	0	1,3	81	0,04
<i>Pittosporum tobira va. variegatum</i>	42,9	28,6	28,6	0	0	0,94	7	0
<i>Pittosporum undulatum</i>	52,2	39,1	4,3	4,3	0	1,2	23	0,01
<i>Platanus occidentalis</i>	29,4	50	14,7	2,6	3,2	1,05	340	0,17
<i>Platanus x acerifolia</i>	14,9	61,6	16,2	6,8	0,5	1,01	22111	10,76
<i>Plumbago capensis</i>	47,1	52,9	0	0	0	1,32	17	0,01
<i>Plumeria rubra</i>	0	0	0	0	100	0	1	0
<i>Poecilanthe parvifolia</i>	50	33,3	0	16,7	0	1,1	6	0

<i>Populus × euramericana</i>	23,7	64,7	7,7	1,4	2,4	1,17	207	0,1
<i>Populus alba</i>	12,5	72	9,2	5,9	0,4	1,11	811	0,39
<i>Populus alba var subintegerrima</i>	50	22,2	16,7	11,1	0	0,95	18	0,01
<i>Populus alba var. pyramidalis</i>	65	35	0	0	0	1,32	20	0,01
<i>Populus canescens</i>	14,7	64,7	20,6	0	0	1,05	34	0,02
<i>Populus deltoides</i>	12,9	71,2	10,7	3,8	1,4	1,11	2172	1,06
<i>Populus nigra</i>	17,9	66,7	12,8	2,6	0	1,12	39	0,02
<i>Populus nigra cv Italica</i>	15	72	6,5	4,7	1,9	1,15	107	0,05
<i>Populus nigra cv Thaysiana</i>	64,6	31,3	2,1	2,1	0	1,26	48	0,02
<i>Populus nivea</i>	25	50	25	0	0	0,99	4	0
<i>Populus sp</i>	34,2	57,9	7,9	0	0	1,21	38	0,02
<i>Prunus avium</i>	0	100	0	0	0	1,32	2	0
<i>Prunus cerasifera var. pissardii</i>	31,9	61,3	3,4	0,4	3	1,23	499	0,24
<i>Prunus communis</i>	26,3	47,4	15,8	10,5	0	0,97	19	0,01
<i>Prunus domestica</i>	51,4	37,8	8,1	2,7	0	1,18	37	0,02
<i>Prunus glandulosa</i>	0	100	0	0	0	1,32	2	0
<i>Prunus persica</i>	17,7	69,4	9,7	0	3,2	1,15	62	0,03
<i>Prunus spp.</i>	25	75	0	0	0	1,32	4	0
<i>Psidium cattleianum</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Psidium guajava</i>	57,1	42,9	0	0	0	1,32	7	0
<i>Pterocarya redheriana</i>	0	88,9	11,1	0	0	1,17	9	0
<i>Punica granatum</i>	25	75	0	0	0	1,32	8	0
<i>Pyracantha angustifolia</i>	75	25	0	0	0	1,32	4	0
<i>Pyracantha coccinea</i>	37,5	62,5	0	0	0	1,32	8	0
<i>Pyrus comunnis</i>	33,3	33,3	33,3	0	0	0,88	3	0
<i>Quercus bicolor</i>	38,5	56,4	5,1	0	0	1,25	39	0,02
<i>Quercus borealis</i>	14	68,4	15,8	1,8	0	1,09	57	0,03
<i>Quercus ilex</i>	28,6	66,7	0	4,8	0	1,26	21	0,01
<i>Quercus laurifolia</i>	23,8	52,4	19	4,8	0	1	21	0,01
<i>Quercus macrocarpa</i>	35	57,5	7,5	0	0	1,22	40	0,02
<i>Quercus palustris</i>	9,1	86,4	4,5	0	0	1,26	66	0,03

<i>quercus phellos</i>	50	0	50	0	0	0,66	4	0
<i>Quercus robur</i>	25	67,8	5,9	1,3	0	1,22	376	0,18
<i>Quercus suber</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Quillaja brasiliensis</i>	75	25	0	0	0	1,32	4	0
<i>Rapanea latifolia</i>	0	0	100	0	0	0	1	0
<i>Raphiolepis umbellata</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Ricinus comunnis</i>	16,7	75	8,3	0	0	1,21	12	0,01
<i>Robinia pseudoacacia</i>	8,5	50,5	21,5	18,5	1	0,78	600	0,29
<i>Rosa sp.</i>	16,3	69,8	14	0	0	1,13	86	0,04
<i>Ruscus hypoglossum</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Salix alba</i>	3,3	69,9	17,6	7	2,3	0,96	614	0,3
<i>Salix alba var. vitellina</i>	2,5	76,8	16,3	2,9	1,4	1,05	276	0,13
<i>Salix babylonica</i>	6,2	61	22,7	9,6	0,5	0,89	2361	1,15
<i>Salix babylonica var annularis</i>	0	83,3	16,7	0	0	1,1	6	0
<i>Salix elegantissima</i>	3,7	61,4	23,4	11,1	0,5	0,86	1773	0,86
<i>Salix humboldtiana</i>	5,9	64,1	23,5	5,9	0,5	0,92	421	0,2
<i>Salix sp.</i>	6,8	74,9	14,4	3,7	0,2	1,08	513	0,25
<i>Salix x erythroflexuosa</i>	10	80	10	0	0	1,19	20	0,01
<i>Sapium haematospermum</i>	50	50	0	0	0	1,32	2	0
<i>Sapium sp..</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Schinus lentiscifolius</i>	20,7	72,4	3,4	3,4	0	1,23	29	0,01
<i>Schinus longifolius</i>	11,8	76,5	5,9	5,9	0	1,16	17	0,01
<i>Schinus molle</i>	24,6	65,8	7,9	1,3	0,3	1,19	4671	2,27
<i>Schinus terebenthifolius</i>	29,4	58,8	11,8	0	0	1,16	17	0,01
<i>Scutia buxifolia</i>	14,3	64,3	21,4	0	0	1,04	14	0,01
<i>Senecio mikanioides</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Senna bicapsularis</i>	0	100	0	0	0	1,32	7	0
<i>Senna multijuga</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Sequoia sempervirens</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Sesbania punicea</i>	50	50	0	0	0	1,32	6	0
<i>Solanum mauritianum</i>	0	50	0	50	0	0,66	2	0

<i>Solanum sp.</i>	100	0	0	0	0	1,32	2	0
<i>Spartium junceum</i>	12	68	20	0	0	1,05	25	0,01
<i>Spiraea cantoniensis</i>	46,2	46,2	7,7	0	0	1,22	26	0,01
<i>Strelitzia nicolai</i>	5,9	94,1	0	0	0	1,32	34	0,02
<i>Strelitzia reginae</i>	33,3	66,7	0	0	0	1,32	3	0
<i>Styphnolobium japonicum</i>	10,5	57,9	15,8	15,8	0	0,9	19	0,01
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	54	43,3	2,4	0,2	0	1,28	413	0,2
<i>Tamarix pentandra</i>	100	0	0	0	0	1,32	3	0
<i>Taxodium distichum</i>	23,5	74	2,1	0,2	0,2	1,28	1722	0,84
<i>Taxodium mucronatum</i>	0	100	0	0	0	1,32	4	0
<i>Tecomaria capensis</i>	100	0	0	0	0	1,32	1	0
<i>Thevetia peruviana</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Thuja occidentalis</i>	30,8	69,2	0	0	0	1,32	13	0,01
<i>Thuja orientalis</i>	33,3	59,3	7,4	0	0	1,22	54	0,03
<i>Thuja plicata</i>	66,7	33,3	0	0	0	1,32	3	0
<i>Tilia platyphyllos</i>	50	50	0	0	0	1,32	8	0
<i>Tilia tomentosa</i>	21,1	63,2	8,8	7	0	1,11	57	0,03
<i>Tilia x viridis</i>	30,5	64,3	4	0,6	0,7	1,25	1030	0,5
<i>Tipuana tipu</i>	7,6	66,6	21,4	4,2	0,2	0,98	11681	5,68
<i>Trachycarpus fortunei</i>	17,4	65,2	17,4	0	0	1,09	23	0,01
<i>Ulmus americana</i>	5,2	57,5	28,1	8,9	0,4	0,83	755	0,37
<i>Ulmus glabra</i>	12,1	34,5	24,1	29,3	0	0,61	58	0,03
<i>Ulmus glabra fo. pendula</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Ulmus procera</i>	6,3	55,5	27,2	10,4	0,6	0,82	3331	1,62
<i>Viburnum henryi</i>	33,3	66,7	0	0	0	1,32	6	0
<i>Viburnum suspensum</i>	0	100	0	0	0	1,32	2	0
<i>Viburnum tinus</i>	33,3	66,7	0	0	0	1,32	3	0
<i>Vitis sp.</i>	58,8	41,2	0	0	0	1,32	17	0,01
<i>Washingtonia filifera</i>	34	61,2	3,9	0,5	0,5	1,25	206	0,1
<i>Washingtonia robusta</i>	52,1	45,5	2,1	0,3	0	1,29	286	0,14
<i>Weigela florida</i>	50	25	0	25	0	0,99	4	0
<i>Wisteria sinensis</i>	0	66,7	33,3	0	0	0,88	3	0

<i>Yucca aloifolia</i>	20	80	0	0	0	1,32	50	0,02
<i>Yucca gloriosa</i>	34,7	62	2,5	0,8	0	1,27	121	0,06
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0	50	50	0	0	0,66	2	0
<i>Zelkova carpinifolia</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
<i>Ziziphus jujuba</i>	0	100	0	0	0	1,32	1	0
Sin identificar	34,9	58,5	8,1	2,6	95,9		1926	0,94
Total general	13,85	62	16,7	6,43	1,02	1	205570	100

Tabla Anexo no. 3. Tipología de plantas para especies arbóreas y semiarbóreas para alineaciones urbanas arbóreas: ⁵

ALTURA	DIAMETRO A 1MT DEL SUELO	DIMENSIONES DEL TERRON	ENVASE
Arbóreas			
2,5-3MTS	2,5-3,5CMS	diam.40cms.h30cms	50LTS
3-3,5MTS	3-4CMS	diam.45cms.h35cms	90LTS
3,5-4MTS	3,5-4,5CMS	diam.50cms.h40cms	90LTS
SEMIARBOREAS			
2-2,5MTS	2-3CMS	diam.40cms.h30cms	50LTS
2,5-3MTS	2,5-3,5CMS	diam.40cms.h30cms	50LTS
3-3,5CMS	3-4CMS	diam.45cms.h35cms	90LTS
Las medidas de los terrones son las mínimas exigidas y no deberán ser mayores que el tamaño de los envases indicados			