

03

SOBREVIVENCIA DE ÁRBOLES EN ÁREAS VERDES

*En comunas de bajos recursos de
la Región Metropolitana*



Foto Portada

Plaza El Sauce (2015) / Pudahuel

Foto Retiro Portada

Plaza Estrellita Fuste(2014)/ Huechuraba

Proyecto de Título presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile (2016).

Autor: Constanza Figueroa Guevara -
cnfigure1@uc.cl

Profesor de Título: Úrsula Steinfort

Profesor Guía: Sonia Reyes

Apoyo y Respaldo: Fundación Mi Parque

Palabras Clave: Arbolado urbano,
Mantención, Suelo

El contenido de este documento refleja las opiniones de los autores y no de Fundación Mi Parque.

Mi Parque 03
Diciembre, 2016

Dirección: Holanda 1213,
Providencia, Santiago
Teléfono: (56-2) 2 984 6983
Correo: contacto@miparque.cl
Sitio web:www.miparque.cl



Derechos Reservados.
Reconocimiento - No Comercial
- Sin Obra Derivada (by-nc-nd):
No se permite un uso comercial
de la obra original ni la
generación de obras derivadas.

SOBREVIVENCIA DE ÁRBOLES EN ÁREAS VERDES

En comunas de bajos recursos de la Región Metropolitana

Constanza Figueroa Guevara

RESUMEN_

Numerosos estudios han contabilizado la tasa de mortalidad en un 30% para árboles urbanos dentro del primer año de su establecimiento. En este estudio se midió la sobrevivencia de 16 especies arbóreas en 37 plazas establecidas por la Fundación Mi Parque durante los años 2012 a 2015, en 13 comunas de la Región Metropolitana.

Variables como el estado de mantención, características del suelo (análisis químico y de compactación), condiciones meteorológicas y datos socioeconómicos de las familias colindantes al área se midieron

como factores determinantes de sobrevivencia.

A la fecha, el 77% de los árboles establecidos sobrevivieron, sin que ninguno de los factores analizados tuviera un impacto determinante. Esto sugiere que las variables vinculadas con la sobrevivencia de árboles pudieran estar relacionadas con factores previos al establecimiento del árbol, a requerimientos específicos de especies o a los parámetros de fertilización de suelo; temas sobre los cuales se tiene conocimiento insuficiente.

ABSTRACT_

Several studies have reported a mortality rate close to 30% for urban trees after the first year of being planted.

This study measured the survival of 16 tree species, on 37 green areas recovered by Fundación Mi Parque between 2012 and 2015, in 13 municipalities of the Santiago Metropolitan Region.

Furthermore, variables such as maintenance, soil (chemical analysis and compactness), meteorological conditions, and socioeconomic

data from nearby families were also analyzed.

To date, tree survival is 77%, being none of the measured factors relevant in justifying this overall percentage. This suggests that the variables linked to tree survival could be related to other factors such as soil fertilization, tree species requirements, or other elements prior to tree planting; issues that need to be studied further.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el crecimiento de la urbanización ha generado un cambio en las concepciones de los parámetros de calidad de vida, adquiriendo suma importancia el entorno vegetal que nos rodea. Un área verde es definida según la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) como:

Un espacio urbano o de periferia a estos, predominantemente ocupada por vegetación, que puede tener diferentes usos, ya sea para suplir funciones de esparcimiento, recreación, ornamentales, ecológicas, protección, recuperación y rehabilitación del entorno (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2002).

Dada la importancia de las áreas verdes en la calidad de vida de la población, es que la Organización mundial de la salud (OMS) ha recomendado 9m² por habitante de áreas verdes (Reyes y Figueroa, 2010). Condición que no se cumple en ninguna de las regiones de Chile a nivel general, según el Informe del Estado del Medio Ambiente 2011, mediante datos comunales recabados por el MINVU entre los años 2007-2009. En la Región Metropolitana, a nivel específico, sólo 8 de las 34 comunas que componen la provincia de Santiago, alcanzan la recomendación de la OMS. Siendo la media de sólo 3,4m² por habitante de áreas verdes (Ministerio del Medio Ambiente, 2011).

En Santiago, la diferencia en la superficie y calidad de áreas verdes entre comunas está relacionada al

nivel socioeconómico de la población, o sea a mayor ingreso, existe más superficie de áreas verdes, de mayor tamaño y con mejor accesibilidad (Reyes y Figueroa, 2010). En Chile la creación, protección y mantención de áreas verdes es regida por dos tipos de normas, unas legales y otras de carácter administrativo, como los planes regionales de desarrollo urbano u ordenanzas municipales (Vargas y Balmaceda, 2011), estando estas sujetas al presupuesto de cada comuna.

Organizaciones no gubernamentales (ONG), como Fundación Mi Parque, tienen como misión disminuir la brecha entre las comunas y regiones de Chile, estableciendo áreas verdes urbanas, en municipios y zonas de bajos recursos.

Hoy en día, la importancia de las áreas verdes se asocia a mejor salud, ya que incentiva el aumento de la actividad física, disminuyendo las condiciones de estrés debido a la distensión que estas permiten. A nivel de las especies vegetales que lo componen, estas ayudan en la limpieza del aire mediante captura de carbono, reducen ruidos urbanos y controlan la temperatura (Gillner et al., 2015). Principalmente son los árboles los generadores de estos beneficios, siendo éstos uno de los pilares fundamentales en el diseño de las áreas verdes, teniendo como objetivo trascender durante los años de evolución de este espacio. Por esto se vuelve una necesidad verificar la sobrevivencia y correcta mantención de los árboles dentro del paisaje, cerciorando que estas

cumplan su función ornamental y de bienestar.

Durante los últimos 30 años, investigaciones sobre la sobrevivencia de árboles en zonas urbanas han establecido una mortalidad del 30% dentro del primer año de establecimiento (Johnston y Percival, 2011). Esta cifra no ha presentado grandes cambios a pesar de las tecnologías desarrolladas a lo largo de los años, lo cual Johnston y Percival (2011) adjudican a múltiples factores de pre y post establecimiento de los árboles. Según los autores, cuatro son los principales componentes de un exitoso establecimiento: la *eco fisiología del árbol*, la *calidad de la especie*, el *suelo* y los *manejos de pre y post plantación*.

Principalmente la *eco fisiología del árbol* hace referencia a la correcta elección de la especie, en relación a las condiciones del ambiente en el cual se desea establecer (Clark, 2003), como lo son, por ejemplo, el clima local y la tolerancia de la especie.

Por otro lado, la *calidad del árbol* previo al trasplante podría afectar la sobrevivencia. Prácticas de vivero (espacio de crecimiento de raíces, espacio entre las especies, la poda de formación (Sellmer y Kuhns, 2007) y el transporte de la planta (Johnston y Percival, 2011) podrían ser factores que alteran su calidad.

La textura, estructura y biota del *suelo*, se consideran como determinantes en el crecimiento de los árboles (Kozlowski, 1999), por lo

Uno de los factores analizados para la supervivencia de los árboles fue la calidad de la poda.

Constanza Figueroa Guevara, 2016.



Comuna	Nombre proyecto	Latitud	Longitud	Superficie (m ²)*
Lo Espejo	Plaza Massu el cartero	-33,53152	-70,70478	1.758
Lo Espejo	Plaza Renacer	-33,19019	-70,66277	569
La Granja	Plaza Violeta Parra	-33,51897	-70,62095	1.030
San Bernardo	Parque Esperanza (Confraternidad)	-33,18838	-70,66384	3.543
San Bernardo	Parque Estrellita de Santa Marta	-33,59287	-70,67198	3.707
San Bernardo	Plaza el Alarife	-33,58833	-70,68178	2.740
San Bernardo	Plaza La Esperanza	-33,59345	-70,68367	2.385
San Bernardo	Plaza Monseñor Fresno	-33,59042	-70,66705	1.363
San Bernardo	Plaza San Matías	-33,59255	-70,66937	1.384
San Bernardo	Plaza Sandro Escalona	-33,57894	-70,6921	2.583
Puente Alto	Plaza Primavera	-33,62516	-70,60951	1.906
La Florida	Parque Las Alamedas	-33,55731	-70,5971	1.954
La Florida	Plaza Unión San Pedro	-33,55461	-70,58283	1.450
La Florida	Plaza Renacer	-33,19019	-70,66277	452
La Florida	Plaza Los Eucaliptus	-33,53805	-70,60775	888
Independencia	Plaza Nueva Vida	-33,42201	-70,6655	1.464
Recoleta	Plaza Alfonso Ortega	-33,40124	-70,64874	1.530
Recoleta	Plaza José María Caro	-33,4019	-70,64605	817
Recoleta	Plaza San Rafael	-33,40107	-70,65006	1.007
Pudahuel	Plaza Finlandia	-33,44659	-70,75912	1.601
Pudahuel	Plaza Mi Barrio	-33,44642	-70,75695	949
Cerro Navia	Plaza La Africana	-33,42453	-70,75135	2.599
Cerro Navia	Plaza Libertad	-33,42018	-70,74524	1.174
Cerro Navia	Plaza Mario Cabrera Arredondo	-33,4205	-70,75537	747
Renca	Plaza Peynantun	-33,40116	-70,73973	574
Huechuraba	Plaza Villa Esperanza	-33,35954	-70,6718	301
Huechuraba	Plaza Estrellita Fuste	-33,36053	-70,63312	2.382
Huechuraba	Plaza Los 90	-33,3735	-70,62851	2.643
Colina	Plaza La Unión	-33,21109	-70,68448	535
Colina	Plaza Ina Ina	-33,20544	-70,6807	851
Colina	Plaza Nuestro Parque	-33,19476	-70,66919	2.609
Colina	Plaza Sonrisas de Niño	-33,18852	-70,66245	826
Colina	Mi Parque Fénix	-33,18713	-70,67516	2.342
Colina	Plaza El Encuentro	-33,18443	-70,67536	679
Til Til	Parque Huertos Familiares	-33,1331	-70,8056	11.904
Til Til	Plaza Delfín Oyanedel	-33,1134	-70,7911	1.006
Til Til	Plaza Nuestro Rinconcito Verde	-33,1273	-70,8012	1.148

Tabla 1. Proyectos muestreados por comuna, latitud, longitud y superficie (m²).

*Obtención de superficie mediante construcción de polígonos en Google earth y cálculo de área en programa ArcGIS

Constanza Figueroa Guevara. 2016.

que factores como compactación, contenidos altos de sales, presencia de metales pesados y pH, pueden afectar el éxito del establecimiento y a la sobrevivencia del árbol.

Por último, los *manejos de pre y post plantación* hacen referencia a la plantación y a la correcta mantención de los árboles, ya sea con un adecuado entutorado, disponibilidad de riego y fertilizantes, correcta poda y una baja tasa de vandalismo (Nowak et al., 2004) por parte de la población que frecuenta el área verde. En el caso de la poda, es necesario definir que una correcta poda, se determina mediante tres factores: ubicación del corte, momento del corte y ángulo de corte.

Debido a que existe más de un factor que determina la sobrevivencia de árboles, es que el presente análisis busca cuantificar su sobrevivencia y el estado de mantención de éstos en 37 parques y jardines urbanos, establecidos por la Fundación Mi Parque, en 13 comunas de la Región Metropolitana. De manera de determinar los posibles factores que afectan la sobrevivencia de árboles en estas áreas verdes urbanas.

2. METODOLOGÍA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO

Durante los días 9 al 18 de Diciembre 2015, se muestrearon 37 parques y/o plazas construidos por Fundación Mi Parque, entre los años 2012 a 2015, en los cuales se hubieran establecido al menos 10 árboles (Tabla 1). Los proyectos estaban distribuidos en 13 de las 52

comunas de la región Metropolitana de Chile.

2.2. VARIABLES A MEDIR

2.2.1. Sobrevivencia de árboles y su estado de mantención

Se cuantificó la sobrevivencia de 16 especies arbóreas establecidas por Fundación Mi Parque en los proyectos seleccionados, mediante una lista de plantación por plaza entregada por la ONG. El estado de los árboles vivos fue analizado en base a la presencia y nivel de daño mecánico y el estado y nivel de poda, además de realizar un análisis descriptivo de las plagas y enfermedades observadas en éstas.

El daño mecánico se entiende como cualquier signo de desgarramiento o herida, ya sea en el tronco o en las ramas del árbol, producidos por la acción de algún instrumento. Este daño puede ser tanto intencional como accidental, como el vandalismo o el daño por orilladora al momento de cortar el césped alrededor del tronco, respectivamente.

Para cuantificar el daño mecánico y la calidad de la poda, se realizó una escala cualitativa en la cual los árboles se calificaban de 0 a 2, de acuerdo a los criterios descritos en la Tabla 2. El nivel de daño mecánico y poda (%) se determinó en base a los árboles sobrevivientes, a nivel de especie, año, comuna y proyecto.

2.2.2. Características del suelo

En cada proyecto se tomó

una muestra de suelo, entre los 5 y 25 cm, las cuales fueron analizadas por el laboratorio Agroanálisis de la Pontificia Universidad Católica de Chile para pH, conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica y contenido de nitrógeno ($N \text{ mg kg}^{-1}$), fósforo ($P \text{ mg kg}^{-1}$) y potasio ($K \text{ mg kg}^{-1}$), mediante la metodología descrita en Sadzawka et al (2006).

Adicionalmente se llevó a cabo una medición de compactación de suelo en 8 proyectos, todos con un área superior a 1.000 m^2 . Se seleccionaron cuatro proyectos con alta sobrevivencia (75-100%), y cuatro con baja (inferior a 75%) (Tabla 3).

La medición de compactación, se realizó mediante el método del

Variable	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
<i>Sobrevivencia</i>	Muerta	Viva	No aplica
<i>Daño Mecánico</i>	Sin presencia	Presencia, localizado, de baja envergadura, sin atentar a la sobrevivencia del individuo.	Presencia, generalizada a lo largo del individuo, cortes que atentaban a la sobrevivencia de este. Se consideraron cortes de orilladora al Xilema y rotura horizontal completa del tronco.
<i>Poda</i>	Poda justificada, con ángulo inclinado, corte realizado en rama de no más de 5 cm de diámetro y bien ubicado, con correcta cicatrización	Poda justificada, con ángulo sin inclinación, localizado y/o mala cicatrización de este.	Poda injustificada, generalizada a lo largo del individuo, con ángulos diferentes y/o con mala cicatrización de estos.

Tabla 2. Escala cualitativa utilizada para la calificación de sobrevivencia, daño mecánico y poda en árboles.

Constanza Figueroa Guevara. 2016.

Comuna	Nombre Proyecto	Fecha Muestreo
Cerro Navia	Plaza Libertad	22-03-2016
Huechuraba	Plaza Estrellita Fuste	23-03-2016
Independencia	Plaza Nueva Vida	23-03-2016
La Florida	Parque Las Alamedas	21-03-2016
La Florida	Plaza Unión San Pedro	21-03-2016
Recoleta	Plaza San Rafael	22-03-2016
San Bernardo	Parque Estrellita de Santa Marta	24-03-2016
San Bernardo	Plaza San Matías	24-03-2016

Tabla 3. Proyectos muestreados por comuna, para la medición de compactación de suelo y fecha de muestreo.

Constanza Figueroa Guevara. 2016.

cilindro (Instituto de calidad de suelos, 1999), tomándose cuatro repeticiones por proyecto, las cuales consistían en muestras dobles, la primera tomada entre los 0-10 cm (A) y la segunda entre los 30-40 cm (B) de profundidad. Estas fueron tomadas a un metro desde la base de cada tronco, según la metodología utilizada por Nguyen et al (1996).

Las muestras fueron tamizadas a 1mm, pesadas y secadas por 24 horas en una estufa a 105°C, según la metodología realizada por Edmondson et al (2011). Luego, mediante el uso de una probeta, se determinó el volumen de los residuos mayores al diámetro del tamiz, restándosele al volumen del cilindro. La densidad aparente se calculó mediante la fórmula:

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Peso suelo seco (g)}}{\text{Volumen del suelo (cm}^3\text{)}}$$

2.2.3. Condiciones Meteorológicas

Por otro lado, a través del sitio MeteoChile se obtuvieron los registros de temperatura y humedad relativa diarios, desde enero del 2012 hasta diciembre 2015, en las estaciones de Pudahuel (-33.5419; -70.7944), Quinta Normal (-33.4450; -70.6828) y Tobalaba (-33.4544; -70.5478). Se calculó el promedio de humedad relativa y de temperatura mínima, media y máxima mediante los promedios diarios de las estaciones, desde la fecha de establecimiento de cada proyecto hasta la fecha de muestreo (Tabla 4).

Ejemplo de planta
con poda de tipo 1. ➤

Constanza Figueroa
Guevara. 2016.



Nombre Proyecto	Construcción	HR (%)	T ° min (°C)	T° m (°C)	T° max (°C)
Plaza Massu el cartero	nov-13	59	9	17	24
Plaza Renacer	Sin información				
Plaza Violeta Parra	nov-13	59	9	17	24
Parque Esperanza (Confraternidad)	Sin información				
Parque Estrellita de Santa Marta	jul-13	60	8	15	23
Plaza el Alarife	nov-14	60	9	16	24
Plaza La Esperanza	oct-14	60	9	16	24
Plaza Monseñor Fresno	abr-14	62	8	14	22
Plaza San Matías	oct-14	60	9	16	24
Plaza Sandro Escalona	Sin información				
Plaza Primavera	abr-13	60	8	14	23
Parque Las Alamedas	Sin información				
Plaza Unión San Pedro	nov-14	60	9	16	24
Plaza Renacer	dic-14	61	9	16	24
Plaza Los Eucaliptus	dic-13	60	9	15	24
Plaza Nueva Vida	nov-13	59	9	17	24
Plaza Alfonso Ortega	Sin información				
Plaza José María Caro	Sin información				
Plaza San Rafael	Sin información				
Plaza Finlandia	abr-13	60	8	14	23
Plaza Mi Barrio	oct-13	59	9	15	24
Plaza La Africana	feb-15	63	9	15	22
Plaza Libertad	ene-14	60	9	15	23
Plaza Mario Cabrera Arredondo	nov-14	60	9	16	24
Plaza Peynantun	dic-2013	60	9	15	24
Plaza Villa Esperanza	jun-13	60	8	15	23
Plaza Estrellita Fuste	abr-14	62	8	14	22
Plaza Los 90	oct-14	60	9	16	24
Plaza La Unión	nov-13	59	9	17	24
Plaza Ina Ina	nov-13	59	9	17	24
Plaza Nuestro Parque	Sin información				
Plaza Sonrisas de Niño	mar-14	61	8	14	23
Mi Parque Fénix	abr-14	62	8	14	22
Plaza El Encuentro	ago-14	61	9	15	23
Parque Huertos Familiares	Sin información				
Plaza Delfín Oyanedel	Sin información				
Plaza Nuestro Rinconcito Verde	Sin información				

Tabla 4. Proyectos, fecha de construcción, promedio de humedad relativa (HR), temperatura mínima ($T^{\circ} \text{min}$), media ($T^{\circ} \text{m}$) y máxima ($T^{\circ} \text{max}$), desde el establecimiento hasta el muestreo.

Los proyectos fueron catalogados sin información, debido a que no se conocía la fecha de construcción.

Constanza Figueroa Guevara. 2016.

2.2.4. Datos Socioeconómicos

Los datos sociales fueron entregados por la Fundación Mi Parque a partir del Censo del 2012. Esta información, consistía en la sumatoria total de hombres y mujeres que vivían alrededor de cada proyecto, junto con la sumatoria de hogares pertenecientes a los segmentos socioeconómicos (ABC1, C2, C3, D y E). Mediante las sumatorias, se calculó el porcentaje para cada uno de los segmentos (Tabla 5).

2.3. ANÁLISIS DE DATOS

Los porcentajes de sobrevivencia, nivel de daño mecánico y poda se calcularon a nivel de especie, año, comuna y proyecto. En el caso de sobrevivencia por año, se realizó un test de diferencia de

proporciones, para determinar si éstos eran comparables entre sí.

Los datos de compactación, se analizaron mediante el programa estadístico Minitab 17 (Statistical software, 2010), para determinar si existía diferencia entre la densidad aparente según la profundidad, a partir de pruebas de varianzas iguales y ANOVA unidireccional, con un $\alpha = 0,05$.

Se realizó un análisis de correlación para cada una de las variables a medir, con la finalidad de explicar la sobrevivencia de árboles obtenida por proyecto. Por otro lado, los niveles de daño mecánico se relacionaron con las variables socioeconómicas de cada proyecto.

Ejemplo de planta con daño mecánico de tipo 2.

Constanza Figueroa Guevara. 2016.



Nombre Proyecto	ABC1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	D (%)	E (%)
Plaza Massu el cartero	0,5	6	23	49	21
Plaza Renacer	Sin información				
Plaza Violeta Parra	0,2	8	23	51	18
Parque Esperanza (Confraternidad)	Sin información				
Parque Estrellita de Santa Marta	0,1	3	23	60	15
Plaza el Alarife	0,1	4	23	54	18
Plaza La Esperanza	0,1	4	22	56	18
Plaza Monseñor Fresno	0,1	3	23	58	16
Plaza San Matías	0,1	3	23	60	14
Plaza Sandro Escalona	Sin información				
Plaza Primavera	0	3	25	55	16
Parque Las Alamedas	Sin información				
Plaza Unión San Pedro	6,1	30	29	30	6
Plaza Renacer	6,5	24	27	35	7
Plaza Los Eucaliptus	0,3	6	23	54	17
Plaza Nueva Vida	1,4	14	31	42	11
Plaza Alfonso Ortega	Sin información				
Plaza José María Caro	Sin información				
Plaza San Rafael	Sin información				
Plaza Finlandia	0,3	7	27	52	14
Plaza Mi Barrio	0,4	7	28	51	14
Plaza La Africana	0,2	6	23	53	18
Plaza Libertad	0,2	6	22	54	17
Plaza Mario Cabrera Arredondo	0,1	5	21	54	20
Plaza Peynantun	0,3	5	30	54	12
Plaza Villa Esperanza	61,8	25	7	5	1
Plaza Estrellita Fuste	0,2	5	21	54	21
Plaza Los 90	0,3	5	23	54	18
Plaza La Unión	0,5	10	30	46	14
Plaza Ina Ina	1,9	15	29	42	12
Plaza Nuestro Parque	Sin información				
Plaza Sonrisas de Niño	0,3	4	28	55	13
Mi Parque Fénix	0,2	5	28	55	12
Plaza El Encuentro	0,2	4	29	56	11
Parque Huertos Familiares	Sin información				
Plaza Delfín Oyanedel	Sin información				
Plaza Nuestro Rinconcito Verde	Sin información				

Tabla 5.
Porcentaje de hogares pertenecientes a los estratos socioeconómicos ABC1, C2, C3, D y E colindantes a cada proyecto.

Constanza Figueroa
Guevara, 2016.

3. RESULTADOS

3.1. SOBREVIVENCIA

De los 962 árboles establecidos, a la fecha sobrevivieron 736 (77%). La sobrevivencia disminuyó a medida que aumentó el año de establecimiento.

El número de árboles establecidos por especie varía entre rangos de 0,1% a 22% de representación del total de árboles, lo que implica que los niveles de sobrevivencia por especie deben evaluarse de acuerdo a la representatividad de ésta sobre el total de árboles establecidos.

Dentro de las especies con mayor número de individuos en la muestra, las que presentaron una sobrevivencia mayor al 75% fueron: J. mimosifolia, P. aculeata, B. populneus, M. boaria, M. azedarach, Q. saponaria y E. angustifolia.

La sobrevivencia de árboles por proyecto varió entre un 47% para la Plaza Estrellita Fuste y un 100% para las plazas Alfonso Ortega, La Africana, Libertad y Mario Cabrera Arredondo, las tres últimas ubicadas en Cerro Navia. A nivel de comuna, Cerro Navia presentó 100% de sobrevivencia entre sus proyectos, sin embargo comunas como San Bernardo, presentaron mayores diferencias habiendo proyectos con (96%) y otros con (59%) de sobrevivencia. No correlacionándose la sobrevivencia a la comuna.

3.2. DAÑO MECÁNICO Y PODA

De los 736 árboles sobrevivientes, 307 (42%) no presentaron daño mecánico (nivel 0), 366 (50%) presentaron un daño leve (nivel 1) y 63 (8%) un daño alto (nivel 2). De los árboles sobrevivientes 429 (67%) no se encontraban podados o estaban podados correctamente. Mientras que 200 (27%) y 44 (6%) de los árboles presentaban una poda regular (nivel 1) o mala (nivel 2), respectivamente.

El daño mecánico y calidad de podaporespecie y por comuna, al igual que la sobrevivencia, debe analizarse en base a la representatividad de la especies de árboles, en relación al total de sobrevivientes. Las especies B. populneus, C. siliquastrum, L. Styraciflua y Q. saponaria mayormente no presentaron daño con respecto al porcentaje total de este. Para poda todas las especies excepto por L. styraciflua y S. molle presentaron mayormente correcta poda por sobre los porcentajes de incorrecta.

A nivel de proyectos, el 50% de estos presentó daño mecánico nivel 1 por sobre los demás niveles. El porcentaje de daño mecánico por proyecto, no se relaciona a la comuna, por ejemplo, en Cerro Navia, se encontraron proyectos con un 0% de árboles sin daño, como otros con un 58%. Esto también ocurre en comunas como: la Florida, Recoleta y Colina.

En poda, el 68% de los proyectos, presentó una correcta poda por sobre los niveles de incorrecta. Al igual que en daño mecánico, la poda varía por proyectos y no por comunas.

3.3. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Del total de especies sobrevivientes, 76% de estas no presentaron presencia de plagas o enfermedad. En las especies en las cuales se detectó presencia, se determinó el agente causal o la sintomatología (Tabla 6).

3.4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

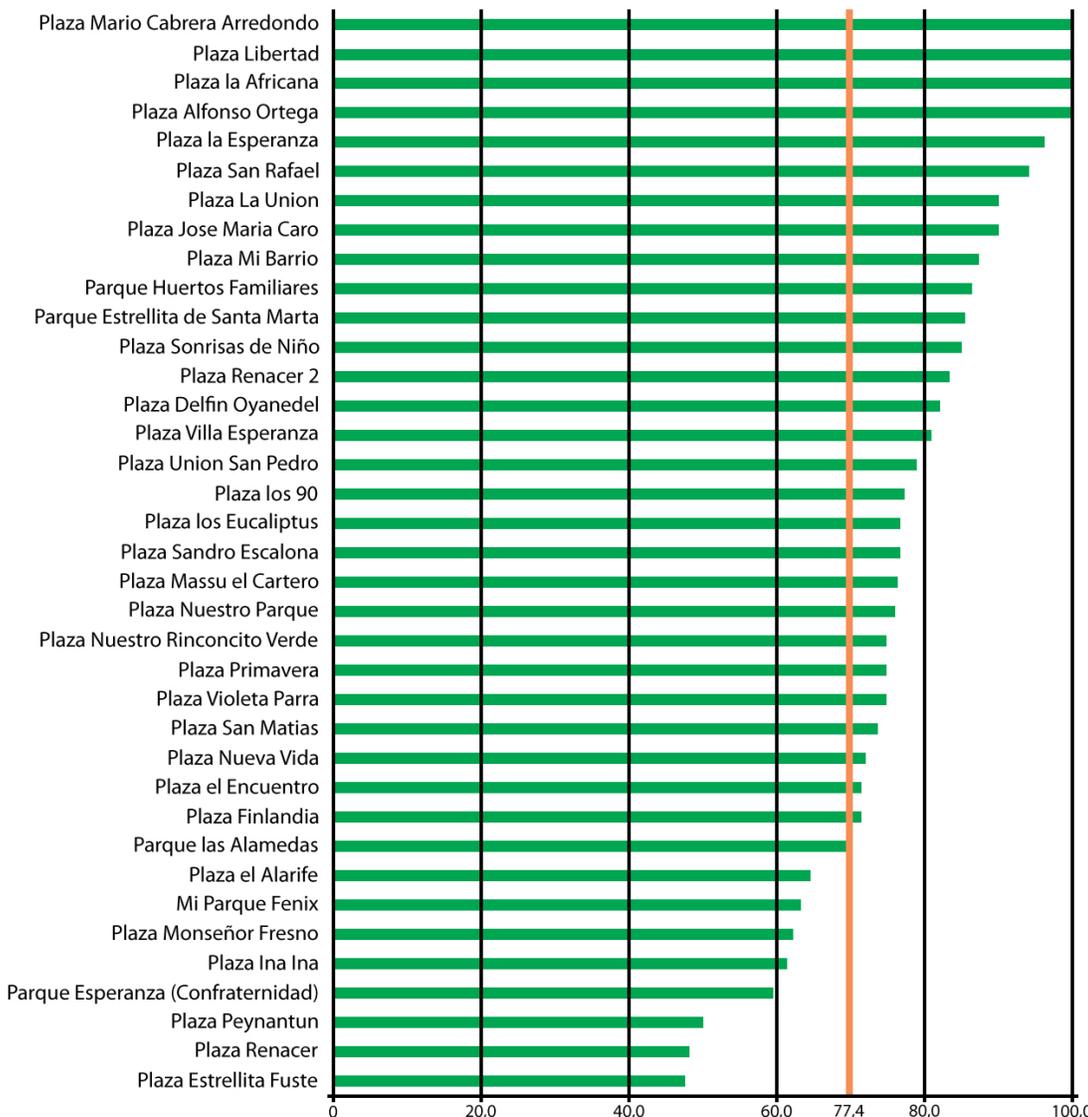
3.4.1. Análisis de Suelo

El rango de pH por proyecto fluctuó entre 7,0 y 8,1, encontrándose la mayoría de los proyectos entre los rangos de 7,5 a 7,8. Los valores de conductividad eléctrica (CE) por proyecto, variaron entre 0,19 mS cm⁻¹ y 5,47 mS cm⁻¹, encontrándose el mayor número de proyectos dentro del rango de 0 a 0,75 cm⁻¹. El porcentaje de materia orgánica (MO) por proyecto, fluctuó entre 0,6% y 5,5%, encontrándose la mayoría de los proyectos dentro del margen de 1 a 2%.

Tabla 6. Plagas y/o enfermedades en árboles, agentes causal y/o sintomatología.

Fuente: Modificado de Anita Maturana 2016, Evaluación de Especies Ornamentales y Calidad Fitosanitaria en Áreas Verdes Urbanas

Constanza Figueroa Guevara. 2016.



Sobrevivencia de árboles (%) por proyecto y promedio general.

Como resultado se obtuvo que, en promedio, 77,4 de los árboles sobreviven.

Constanza Figueroa Guevara. 2016.

Especie	Plaga	Síntoma
Quillaja saponaria	Aulacaspis rosae Saissetia oleae	
Schinus molle	Calophya schini Aspidiotus nerii Polyphagotarsonemus latus	
Parkinsonia aculeata	Escama	
Brachychiton populneus		*Puntos amarillos en los bordes. *Comedura hojas.
Eleagnus angustifolia		*Comedura central hojas. *Peste negra en puntos pequeños.
Jacaranda mimosifolia	Tetranychus urticae	
Liriodendron tulipifera		*Peste negra en puntos pequeños.
Liquidambar styraciflua	Icerya purchasi	*Puntos cloróticos
Melia azedarach		*Clorosis en segmentos. *Raspaduras de la cutícula en los bordes. *Comedura hojas y encarujamiento. *Presencia de telas.
Prunus pérsica	Tetranychus urticae	*Comedura central hojas.
Cersis siliquastrum		*Comedura central hojas. *Clorosis en mosaico.
Wisteria sinensis		*Encarujamiento y russet foliar. *Presencia de tela. *Puntos cloróticos.

Para los valores de nitrógeno (N) la mayoría de los proyectos se encontraron dentro del margen entre 0 a 25 mg kg⁻¹.

Para el fósforo (P) la mayoría de los proyectos se encontraron dentro del margen entre 26 a 50 mg kg⁻¹ de fósforo.

El potasio (K), vario entre 105 mg kg⁻¹ y 956 mg kg⁻¹. Encontrándose la mayoría de los proyectos con niveles superiores a los 300 mg kg⁻¹ de potasio.

3.4.2. Compactación de Suelo

Los valores de densidad aparente para las muestras A variaron entre 0,8 g cm⁻³ y 1,1 g cm⁻³, alcanzando un promedio de 0,95 g cm⁻³, mientras que para las muestras B, este rango fue entre 0,8 g cm⁻³ y 1,4 g cm⁻³ con una media de 1,0 g cm⁻³.

Según el estadístico F para la prueba de varianzas iguales entre los factores "A" y "B", se obtuvo un p = 0,051, determinándose que si existía diferencia entre las variables. Además

la prueba de ANOVA unidireccional determinó un $f = 3,2$ en el caso del factor A y $F = 5,6$ para B, siendo las medias entre las muestras diferentes para ambos casos.

3.5. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

No se encontró relación entre la sobrevivencia y las variables de daño mecánico, poda, temperatura, humedad relativa, estratos socioeconómicos, suelo y compactación. Tampoco se encontró relación entre los niveles de daño mecánico con los porcentajes de los hogares pertenecientes a los estratos socioeconómicos (ABC1, C2, C3, D y E) que colindaban con el área verde.

4. CONCLUSIONES

Debido a que son múltiples los factores que pueden afectar la sobrevivencia de árboles en áreas verdes, es que en este estudio, no se pudo llegar a determinar cuáles de las variables observadas y en qué medida, afectaron la sobrevivencia.

Existen factores, que pueden aumentar la mortalidad desde antes que el árbol sea establecido, momento que no se consideró, junto con otros factores como el tamaño del árbol, que debido a cómo nació el proyecto eran imposibles de considerar. Por otro lado, las variables que sí se midieron, en su mayoría, no poseían la profundización necesaria, para ser relacionadas a la sobrevivencia, ya que las variables que determinan el éxito de una plantación son en muchos casos específicas a cada área, complicándose su cuantificación.

Esto genera una controversia al momento de recomendar la elección y establecimiento de una especie, debido a que ningún área verde posee las mismas condiciones que la otra.

Numerosos estudios durante los últimos años, han comenzado a cuantificar la sobrevivencia de árboles en áreas verdes, distribuidas a lo largo del mundo. Intentando estos, describir los factores causantes de mortalidad, siendo en su mayoría descritos y cuantificados. El conocimiento existente es insuficiente, sobre ciertos parámetros fundamentales, como son, los requerimientos específicos de las especies utilizadas como ornamentales en nuestro país, los parámetros de fertilización de suelo en áreas verdes, la textura que realmente presentan los suelos urbanos en Santiago, datos comparables de densidad aparente en áreas verdes, entre tantos otros.

El estudio en áreas verdes, debe continuar e incrementarse, ya que estas cada vez son más atingentes, debido al aumento de las zonas urbanas. Es insostenible seguir realizando prácticas de elección y manejo de especies según moda o antiguo funcionamiento, ya que cada vez la exigencia de los ciudadanos será mayor, debido al déficit existente de áreas verdes en nuestro país. Aumentar los parámetros de sobrevivencia de árboles y la elección de especies por medio de criterios cuantificables, serán primordiales en la generación de áreas verdes sostenibles.

REFERENCIAS

- ALVARADO, A., BALDINI, A., y GUAJARDO, F. (2013). Árboles urbanos de Chile. Guía de reconocimiento (Segunda ed). Santiago, Chile: Gobierno de Chile, Ministerio de agricultura. 375 pp.
- BEYTÍA, A., HERNÁNDEZ, C., MUSALÉM, M., PRIETO, F., y SALDÍAS, M. G. (2012). Guía de arborización urbana. Especies para la región metropolitana. Santiago, Chile. 128 pp.
- BRICKELL, C., y JOYCE, D. (1997). Enciclopedia de la poda. Royal Horticultural Society. 336pp
- BURCKHARDT, D., y BASSET, Y. (2000). The jumping plant-lice (Hemiptera, Psylloidea) associated with *Schinus* (Anacardiaceae): systematics, biogeography and host plant relationships. *Journal of Natural History*, 34, 57–155.
- CLARK, R. (2003). *Specifying Trees: a guide to the assessment of tree quality*. Sydney.
- EDMONSON, J. L., DAVIES, Z. G., McCORMACK, S. A., GASTON, K. J., y LEAKE, J. R. (2011). Are soils in urban ecosystems compacted? A citywide analysis. *Biology Letters*, 7(5), 771–774. <http://doi.org/10.1098/rsbl.2011.0260>
- GALLEGOS, L. (2005). Descripción y manejo de las plagas y enfermedades en el arbolado urbano de la comuna de la Reina. Tesis para optar al título de ingeniero forestal, facultad de ciencias forestales, universidad de Chile, Santiago. 122 pp.
- GARCÍA, N. (2008). Árboles nativos de Chile. ENERSIS y Fundación Huinay. 196pp Retrieved http://www.enersis.cl/ES/NUESTROCOMPROMISO/Publicaciones/arboles_nativos.pdf.
- GILBERTSON, P., y BRADSHAW, A. (1985). Tree survival in cities: the extent and nature of the problem. *Arboricultural Journal*, 9, 121–142.
- GILLNER, S., VOGT, J., THARANG, A., DETTMANN, S., y ROLOFF, A. (2015). Role of street trees in mitigating effects of heat and drought at highly sealed urban sites. *Landscape and Urban Planning*, 143, 33–42. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.06.005>
- GOATLEY, M., y HENSLER, K. (2011). *Urban nutrient management handbook*. (B. Hoffman A, Ed.) (1st ed.). Virginia Cooperative Extension. 194 pp.
- HARRIS, R. W., CLARCK, J. R., y MATHENY, N. P. (1999). *Arboriculture, integrated management of landscape trees, shrubs, and vines*. (C. Stewart, Ed.) (third edit). Prentice Hall. 687pp.
- INE. (2014). Informe anual medio ambiente. Instituto nacional de estadísticas de Chile. 234 pp.
- INSTITUTO DE CALIDAD DE SUELOS. (1999). Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. USDA, Washington DC, EEUU. 88 pp.
- JACK-SCOTT, E., PIANA, M., TROXEL, B., MURPHY-DUNNING, C., y ASHTON, M. S. (2013). Stewardship success: how community group dynamics affect urban street tree survival and growth, 39(July), 189–196.
- JOHNSTON, M., y PERCIVAL, G. (2011). *Trees, people and the built environment*. Forestry Commission. Edinburgh, Escocia. 258 pp.
- KOESER, A. K., GILMAN, E. F., PAZ, M., y HARCHICK, C. (2014). Factors influencing urban

tree planting program growth and survival in Florida, United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 1-7. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.06.005>

KONIJNENDIJK, C. C., NILSSON, K., RANDRUP, T. B., y SCHIPPERIJN, J. (2005). *Urban forests and trees*. (C. Konijnendijk, K. Nilson, T. Randrup, & J. Schipperijn, Eds.) (1st ed.). Frederiksberg, Dinamarca: Springer. 520 pp.

KOZLOWSKI, T. T. (1999). Soil compaction and growth of woody plants. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 596-619.

KUHNS, M., y RUPP, L. (2000). *Selecting and planting landscape trees*. Utah state university. 50 pp.

MATURANA, A (2016). *Evaluación de especies ornamentales y calidad fitosanitaria en áreas verdes urbanas*. Proyecto de Investigación para pregrado de la Vicerrectoría de Investigación UC, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 19 pp.

MILLER, R. W., y MILLER, R. H. (1991). Planting survival of selected street tree taxa. *Journal of Arboriculture*, 17(July), 185-191.

MINITAB 17 STATISTICAL SOFTWARE (2010). [Computer software] State college, PA. Minitab, Ing. (www.minitab.com)

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2011). *Informe del estado del Medio Ambiente 2011*. Ministerio del medio ambiente. 512 pp.

MORGENROTH, J., SANTOS, B., y CADWALLADER, B. (2015). *Conflicts between landscape trees*

and lawn maintenance equipment - The first look at an urban epidemic. *Urban Forestry and Urban Greening*, 14(4), 1054-1058. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.10.002>

NGUYEN, P. V, KIELBASO, J. J., y CLOSE, R. E. (1996). Urban vs. natural sugar maple growth: I. stress symptoms and phenology in relation to site characteristics, 144 - 150.

NOWAK, D. J., KURODA, M., y CRANE, D. E. (2004). Tree mortality rates and tree population projections in Baltimore , Maryland , USA. *ScienceDirect*, 139-147.

NOWAK, D. J., McBRIDE, J. R., y BEATTY, R. A. (1990). Newly planted street tree growth and mortality. *Journal of Arboriculture*, 16, 124-129.

NOWAK, D., STEVENS, J., SISINNI, S., y LULEY, C. (2002). Effects of urban tree management and species selection on atmospheric carbon dioxide. *Journal of Arboriculture*, 28(3), 113-122. Retrieved from <http://archive.treelink.org/joa/2002/may/01nowak.pdf>

REYES, S., y FIGUEROA, I. M. (2010). Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en santiago de chile. *Eure*, 36(109), 89-110. <http://doi.org/10.4067/S0250-71612010000300004>

RIEDEMANN, P., y ALDUNATE, G. (2004). *Flora nativa de valor ornamental*. Zona centro. (S. Teillier, Ed.) (Segunda ed). Corporación Jardín Botánico Chagual. 563 pp.

RODRIGUEZ, J. (1993). *La fertilización de los cultivos*. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de agronomía. 291 pp.

ROMAN, L. A., BATTLES, J. J., y McBRIDE, J. . (2013). The balance of planting and mortality in a street tree population. *Urban Ecosystems* 17 (2): 387- 404.

ROMAN, L. A., BATTLES, J. J., y McBRIDE, J. R. (2014). Determinants of establishment survival for residential trees in Sacramento County , CA. *Landscape and Urban Planning*, 129, 22–31. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.05.004>

RUIZ, R. (1983). Diagnóstico y corrección nutricional en frutales. *IPA La Platina* 20: 37- 42.

SADZAWKA, A., CARRASCO, M. A., GREZ, R., MORA, M. de la L., FLORES, H., y NEAMAN, A. (2006). *Métodos de análisis para los suelos de Chile revisión 2006*. Santiago. 150 pp.

SELLMER, J., y KUHNS, L. (2007). Guide to selecting and specifying nursery stock. In J. . Kuser (Ed.), *Urban and community forestry in the northeast* (second edi, pp. 199–219). Springer.

STRUVE, D. (1990). Root regeneration in transplanted deciduos nursery stock. *HortScience*, 25, 266–270.

USDA. (1971). *Handbook of soil survey investigations field procedures*. Washington, DC, EEUU.

USDA. (1993). *Soil survey manual introduction*. 315pp. Public Law (Vol. 72). <http://doi.org/10.1097/00010694-195112000-00022>

VARGAS, M. A., y BALMACEDA, N. (2011). *Forestación urbana mediante compensación ambiental*, (1). Centro de políticas públicas UC. 14 pp.

