

# EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN DEL SUELO DEGRADADO POR COMPACTACIÓN UTILIZANDO *SOPHORA MACROCARPA*, EN LA COMUNA DE QUILICURA, SANTIAGO DE CHILE

## EVALUATION AND RECOVERY OF DEGRADED SOIL BY COMPACTION USING *SOPHORA MACROCARPA* IN THE COMMUNE OF QUILICURA, SANTIAGO, CHILE

Dannae Rubio • Raúl Roa • Matías Jara • Eduardo Salgado • William Aguilera  
 Matías Gómez • Leticia Loyola • Michelle Fara  
 Profesora Guía: Josefa Vásquez  
 Asesor Científico: Gonzalo Núñez  
 Liceo Bicentenario Francisco Bilbao Barquín • Quilicura  
 Josefa.v.r@gmail.com

### Resumen

En la comuna de Quilicura, el nivel de degradación de los suelos es un problema que en la actualidad está afectando tanto la calidad como la cantidad de vegetación perimetral presente, es por esta razón que, se decidió buscar una solución a esta problemática mediante la evaluación y posterior recuperación de ellos. A través de esta investigación se obtuvieron datos que nos permitió identificar las zonas de Quilicura con suelos degradados para luego recuperarlos mediante la utilización de flora nativa. Un aspecto importante de esta investigación es reconocer cómo se relaciona la calidad del suelo con el tránsito diario de personas, esto debido a la expansión urbana de la comuna, y por otra parte resolver y lograr disminuir la degradación por compactación del suelo en Quilicura. Se investigó el uso de flora nativa como potencial remediador de suelos, para dar solución a la degradación por compactación, y a reducir las aplicaciones de productos químicos nocivos, procurando de este modo no empeorar el estado del suelo, y así también fomentar el uso de especies nativas para la reforestación. En primera instancia se evaluará el estado en el que se encuentran los lugares transitados, para los cuales se elaboró un plano de muestreo y un posterior análisis de los suelos presentes en estas zonas específicas. Luego se llevó a cabo pruebas la reforestación con la especie Mayú (*Sophora Macrocarpa*), planta que según los resultados de la investigación de la flora nativa, es apta para crecer en suelos con estos niveles de degradación.

**Palabras claves:** Compactación, evaluación, recuperación, degradación, suelo.

### Abstract

In Quilicura, soil degradation is a problem that is affecting the quality and quantity of perimeter vegetation. For this reason, it was decided to solve this problem through its evaluation and recovery. Through this research it is expected to obtain specific data to determine the zones of Quilicura with degraded soils, and recover them. Within our research, it is important to recognize how soil quality is related to the transit of people produced by urban expansion in the district of Quilicura. On the other hand, to solve and reduce the degradation by compaction of the soil in the area. The use of the native flora and its abilities to survive was investigated, as well as the diminution of the effects produced by degradation. This solution was chosen because it does not occupy any chemical product that may harm the ecosystem, and also, it increases the use of native species for reforestation. In the first instance, the current status of the places visited will be evaluated, for which a sampling plan will be generated. Secondly, tests will be carried out with the Mayú plant (*Sophora macrocarpa*), since according to the bibliographic search, it can grow in soils with this level of degradation.

**Keywords:** Compaction, evaluation, recovery, soil, degradation, suelo

El proyecto ha participado y ha sido premiado en:

- Primer lugar del Segundo Congreso de Medio Ambiente, Quilicura, 2017.
- Feria STEM - Fundación Ciencia Joven, Valparaíso, 2017.



# Introducción

Gran parte de nuestra comuna posee un alto nivel de degradación de suelo. Producido principalmente por la actividad ganadera y agrícola que se desarrolla en gran parte de la periferia de Santiago, específicamente en comunas como Quilicura y Til-Til; la contaminación producida por las empresas como CCU o Trendy; la expansión urbana, donde es Quilicura la que presenta el mayor crecimiento de Santiago; y finalmente, la compactación del suelo producida por el paso de animales, personas o vehículos diversos, generando una disminución de la microflora y microfauna del lugar. (Universidad Nacional Huancavélica, 2014).

*“En la actualidad, la mayoría de los suelos de la zona centro y centro-norte presentan condiciones físicas muy deterioradas, lo que se traduce en pérdida de estructura, escasa porosidad, baja retención de la humedad aprovechable y compactación, entre otras cosas”* (Sierra, 2016). Esto se puede deber a que los suelos están expuestos a una variada gama de fenómenos, algunos naturales y otros antrópicos, siendo la causa de estos últimos la extensión urbana.

Una de las soluciones a esta, es la reforestación, *“Lo más recomendable a la hora de reforestar es utilizar especies autóctonas, es decir, especies nativas que existían en el área, ya que de esa manera mantendremos el paisaje original, y lo más importante, que no pondremos en riesgo otras especies vegetales...”* (Conexión verde, 2017), la que consiste en plantar árboles donde ya no existen o quedan pocos (principalmente por la tala inmoderada para extracción de madera, el cambio de uso de suelo para la agricultura, la ganadería y el establecimiento de espacios urbanos), cuidándolos para que se desarrollen adecuadamente

y puedan regenerar el suelo degradado. Para que este proceso cumpla su función debemos analizar y conocer el área donde la especie de árbol será ubicada, ya que el equilibrio de la naturaleza es muy sensible, y hacerlo sin el debido conocimiento puede resultar incluso dañino para los ecosistemas. Una mala reforestación podría incluso romper algunas cadenas alimenticias, alterar el ambiente y el suelo dando como resultado un impacto negativo. Las especies que más se adecuan al ecosistema son plantas nativas de Chile, como el mayo o mayú (*Sophora macrocarpa*), la cual se puede encontrar de manera natural a la altura de 0 a 2000 m, con la capacidad de soportar periodos secos de 3 a 5 meses, resistir temperaturas de -8 grados Celsius y por ser una planta leguminosa, que realiza simbiosis con el género bacteriano *Rhizobium*, lo que permite fijar nitrógeno y fertilizar el suelo perimetral de la planta (Ministerio de Medio Ambiente, 2017).

En base a lo anterior se plantea ¿Cómo afecta el tránsito de personas en la calidad del suelo en Quilicura, y cómo poder recuperar estos suelos degradados?, Considerando como hipótesis que es posible reducir la degradación que han sufrido los suelos de Quilicura en aquellas zonas altamente urbanizadas, mediante la reforestación de especies nativas como el Mayú. En base a esta problemática y a los antecedentes recopilados, en esta investigación se pretende identificar las posibles áreas degradadas, analizando las propiedades fisicoquímicas del suelo buscando una relación entre la calidad de suelo y el tránsito de personas en Quilicura y utilizar la especie nativa Mayú como un potencial remediador de suelos afectados por la urbanización en la comuna de Quilicura.



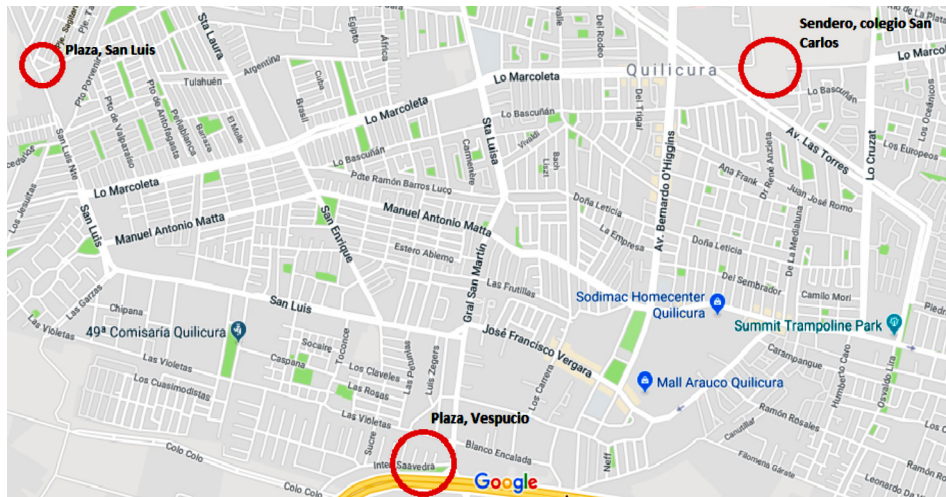


Figura N° 1: Puntos críticos de Quilicura.

## Metodología y Materiales

**Análisis de suelo:**

Primero se determinaron distintos puntos críticos de Quilicura, ver Figura N° 1.

Cada uno de los puntos presentaban distintas condiciones de urbanización significativas, considerando las características urbanas de cada una de ellas se realiza la siguiente descripción:

**Plaza, calle San Luis:**

Es un lugar con un alto flujo de tránsito, el lugar del cual se extrajo la muestra estaba situada al lado de 2 árboles de gran tamaño (eucaliptos), La tierra, al igual que la vegetación circundante, estaba seca. Es un lugar en el que se realizan varias actividades debido a las 2 calles perpendiculares a sus lados, donde hay juegos infantiles para niños que generalmente se utilizan en las tardes.

**Plaza, Vespuccio:**

El ambiente es una plaza lo cual provoca que tenga un alto flujo peatonal lo que da más indicios de que el suelo está compactado. Cuenta con pasto, árboles (eucalipto), el personal realiza riego de la zona semanalmente, el tiempo de mayor uso es el fin de semana.

**Sendero, Colegio San Carlos:**

Lugar con un flujo peatonal relativamente alto, rodeado de pasto, cercano a un colegio, vegetación en buen estado y en abundante cantidad.

## Mediciones para determinar la calidad de suelo

Luego de elegir cada uno de los puntos se realizó un análisis fisicoquímico de cada una de las muestras de suelo del lugar considerando para ello los siguientes parámetros:

1. **Porcentaje de humedad:** Se masa una cantidad determinada de tierra recolectada y se registran los datos obtenidos, después se deshidrata la tierra utilizando un mechero, y se procedió a calcular el porcentaje de humedad utilizando la diferencia de masa de la tierra sin deshidratar y la tierra seca.
2. **Carbono orgánico:** Se diluyó una cantidad determinada de la tierra seca en 50 ml de agua oxigenada y después se calentó la dilución con mechero hasta que no se pudieran observar burbujas en ella, posteriormente se masó la tierra diluida, se calculó el porcentaje de C Orgánico en la tierra total utilizando la diferencia en la tierra seca y la tierra diluida (se utilizó como 100% la tierra total).
3. **Conductividad del suelo:** Se diluyó la tierra en una razón de 1g de tierra por 1 ml de agua para después medir la resistencia utilizando un multitester y con esos datos calcular la conductividad, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$



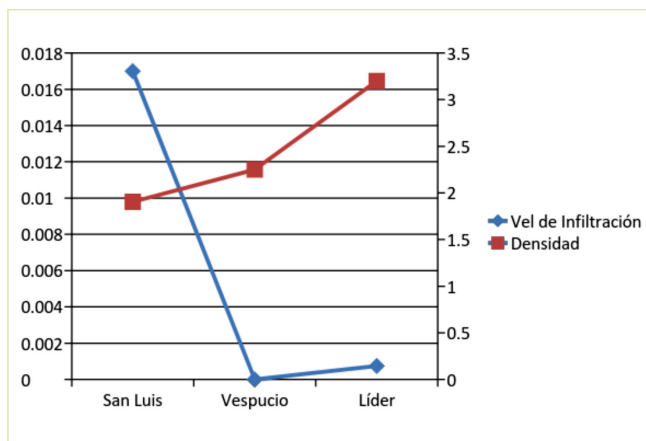


Figura N° 2: Comparación entre velocidad de infiltración (cm<sup>3</sup>/t) y densidad (g/cm<sup>3</sup>).

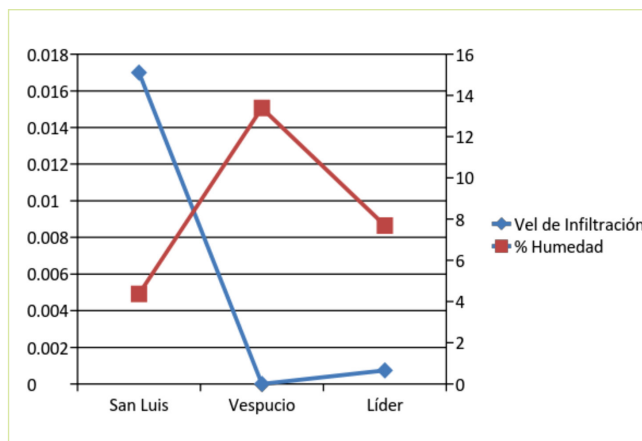


Figura N° 3: Comparación entre velocidad de infiltración (volumen/área\*tiempo) y el porcentaje de humedad.

Donde  $\sigma$  corresponde a la conductancia y  $\rho$  corresponde a la resistencia.

El resultado se mide en micro ohms ( $\mu\Omega$ -1).

4. PH: Se utilizó la misma tierra que la prueba anterior y en este caso se usó el método de tiras de PH, el cual consiste en poner una gota de la dilución en la tira y comparar con los colores resultantes con la escala de referencia que permite identificar el pH de la sustancia.

5. Infiltración de agua: Se inserta un cilindro metálico de 12 cm de diámetro en el suelo del lugar cubierto de papel aluza plast para después insertar en el cilindro un volumen determinado de agua (H<sub>2</sub>O), se remueve el papel aluza y se comienza a tomar el tiempo que demora la tierra en absorber el agua.

Finalmente se rotularon los datos y se realizó el análisis respectivo en cada uno de los lugares de muestreo.

Una vez realizado el análisis de identificación de los lugares compactados se procedió a identificar la zona de plantación, considerando la toma de muestra anterior, y realizando una nueva toma de muestra.

Luego se cavó con una profundidad de 20 cm y después se introdujeron dos plantas de mayú, en cada una de estas zonas, para inmediatamente ser regadas. Posteriormente se realizaron mediciones de suelo cada 3 semanas, y finalmente se rotularon los datos y análisis.

Cabe destacar que no se realizó intervención alguna en las zonas en donde se plantaron las especies.

## Resultados y discusión

A partir de las muestras de tierra recogidas de los distintos lugares con un suelo con evidentes intervenciones urbanas, podemos analizar que:

Existe una relación entre la velocidad de infiltración con respecto a la densidad del suelo, cumpliéndose que a mayor densidad del suelo, mayor tiempo tardará el agua en filtrarse, ocurriendo solamente en las muestras de suelo proveniente del Líder y San Luis, sin embargo en Vespucio ocurrió una excepción, en donde el agua no infiltró, lo cual se puede explicar debido a la alta cantidad de humedad del suelo, lo que pudo haber disminuido la capacidad de absorción de este (Figura N° 3).

También se realizó una comparación entre la conductividad con el carbono orgánico, cumpliéndose siempre que a mayor conductividad, mayor cantidad de sales tendrá el suelo, y por lo tanto más vida orgánica habrá pues está aún no alcanza los niveles suficientes de salinidad como para ser letal. En este último caso también ocurrió una excepción ya que en la zona del supermercado Líder, el carbono orgánico fue mucho más alto, pudiéndose explicar por la presencia de pasto, musgo y animales como caballos en los alrededores del lugar donde se tomó la muestra.

Además se encontró una relación inversamente proporcional entre la densidad del suelo con respecto a la velocidad de infiltración (Figura N° 2). También se determinó una relación directamente proporcional entre la conductividad y el porcentaje de carbono orgánico. También se determinaron las posibles variaciones de



Parámetros	1. Muestra sin planta	2. Muestra primera semana Con planta	3. Muestra Segunda semana Con planta
Densidad	0,856gr/cm <sup>3</sup>	0.764 gr/cm <sup>3</sup>	0.705 gr/cm <sup>3</sup>
Infiltración	0.085 cm <sup>3</sup> /s	0.0043 cm <sup>3</sup> /s	0.096cm <sup>3</sup> /s
pH	6	7	7
Humedad	8,3%	0,29%	0,38%
Carbono orgánico	0,28%	0,28%	0,30%

Tabla N° 1. Parámetros de medición de calidad de suelo del punto de muestreo sin planta mayú, con planta luego de una semana, y con planta luego de dos semanas.

datos causada por errores cometidos durante la toma de muestra o factores del medio de donde se tomó; llegando a tres conclusiones, siendo la primera que en Vespuccio, el porcentaje de humedad fue más alto de lo normal, debido a que el día de toma de muestras los lugares cercanos habían sido regados, pudiendo alterarse este valor, y haber causado una menor infiltración de agua. En segundo lugar que en la muestra de San Luis, la tierra recolectada para los datos de densidad, porcentaje de humedad, porcentaje de carbono orgánico, pH, y conductividad fue distinta al lugar donde se realizó la muestra de infiltración, ya que en el primer lugar, los cilindros no pudieron ser enterrados. Y finalmente que en el sector del supermercado Líder, el porcentaje de carbono orgánico fue mayor debido a la presencia de pasto en los alrededores además de ser utilizado el lugar como un espacio para alimentar animales con el pasto, pudiendo la heces de los caballos brindarle una mayor capacidad de albergar vida en el suelo.

En relación con la recuperación de suelos se pudo realizar la ejecución en dos de los 4 puntos de muestreo de evaluación preliminar. Estableciendo como puntos de recuperación el Liceo Francisco Bilbao y la plaza de San Luis. En esta última se pudo realizar solo la primera muestra ya que la planta de mayú fue extraída del lugar.

Los resultados obtenidos en el lugar de ejecución son los presentados en la Tabla N° 1.

En la primera muestra la humedad es mayor y su infiltración ya que el día anterior existieron precipitaciones. Y se puede inferir de forma preliminar que la calidad de suelo ha mejorado, lo que se ve reflejado en la utilización del pH llegando a 7 y aumentando en un 0,02% la materia orgánica del suelo. Considerando que la toma de muestras se encuentra en proceso.



## Conclusiones

Comprobando nuestra hipótesis podemos decir que los suelos de Quilicura están compactados debido al constante tránsito de personas y animales en la zona, esto se puede observar gracias a los resultados obtenidos los cuales nos indican que los suelos de los lugares investigados presentan baja velocidad de infiltración, lo que genera efectos en factores tales como la humedad, densidad, entre otras.

Con respecto a la segunda etapa de nuestro proyecto, donde se busca a través del Mayú la recuperación y reforestación de estos suelos utilizando plantas nativas, cabe mencionar que es un proceso en el cual el equipo de investigación sigue trabajando, por lo cual no hay resultados concretos, manteniendo nuestra idea de reforestación como una hipótesis en proceso de comprobación, sin embargo los resultados preliminares dan cuenta de la posibilidad de regenerar estos suelos.

## Bibliografía

Conexión verde. 2017. Reforestación: Una actividad vital que da vida y salud al Planeta. <https://www.conexionverde.com/reforestacion-una-actividad-vital-que-da-vida-y-salud-al-planeta/>

Ministerio de Medio Ambiente. 2017. Inventario nacional de especies de Chile. <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/especies.aspx#>

Sierra C. 2016. Las claves para mejorar la condición de los suelo agrícolas de la zona centro y centro-norte del país. <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Redes/2014/09/11/Suelos.aspx>

Universidad Nacional Huancavelica. 2014. Compactación de los suelos. <https://es.slideshare.net/edisonbarros98/compactaciones-de-los-suelos>

US Department of Agriculture. 2001. Soil Quality Institute Staff. Agriculturally Research Service, Natural Resources Conservation Service. [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_050956.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_050956.pdf)

US Department of Agriculture. 2015a. Biological Indicators and Soil Functions. [https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA\\_NRCSCconsumption/download?cid=stelprdb1269817&ext=pdf](https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA_NRCSCconsumption/download?cid=stelprdb1269817&ext=pdf)

US Department of Agriculture. 2015b. Chemical Indicators and Soil Functions [https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA\\_NRCSCconsumption/download?cid=stelprdb1269818&ext=pdf](https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA_NRCSCconsumption/download?cid=stelprdb1269818&ext=pdf)

