



**Intendencia
Montevideo**

Proyecto Ejecutivo para el desarrollo de dos experiencias piloto de ampliación del arbolado Departamental a través de la plantación de bosques urbanos

Producto 2 del convenio entre
la Intendencia de Montevideo
y Vida Silvestre Uruguay
del 17 de Mayo de 2023

VERSIÓN:
Septiembre 2023

CONTACTO:
gga@imm.gub.uy



Equipo Vida Silvestre Uruguay

Alvaro Soutullo, Gastón Martínez, Cesar Justo, Josefina Villarmarzo, Federico Weinstein.

Equipo Intendencia de Montevideo

Alberto Gomez, Alfonso Arcos, Ana Laura Castillo, Andrea De Nigris, Carlos Russi, Carolina Lemes, Ezequiel González, Fabián Muñoz, Fernando Errandonea, Fernando Esponda, Gabriela Grille, Gastón Salvo, Gonzalo Larrobla, Gonzalo Rovira, Guillermo Moncecchi, Ignacio Lorenzo, Irina Tadich, Isabel Andreoni, Juan Carlos González, Julio Freitas, Leonardo Quercia, Luciano Giménez, Luis Oreggioni, Marcelo Bednarick, Mario Martínez, Martin Delgado, Nicolás Ferreira, Roberto Elissalde, Roman Gadea, Santiago Cola, Satomi Moriyama, Silvana Gordano, Valentina Carmona, Veronica Piñeiro, Walter D'Amore

Justificación y antecedentes

Ante la rápida expansión de la urbanización y los retos ambientales que conlleva, la importancia de los bosques urbanos como activos ecológicos y socioeconómicos ha pasado a un primer plano en los debates actuales sobre la sostenibilidad, resiliencia e inclusión social de las ciudades (Nowak y Crane 2002; McPherson et al., 2005; IPCC 2018, PNUMA 2021). Los bosques urbanos, que a menudo comprenden árboles, arbustos y espacios verdes dentro de los paisajes urbanos, desempeñan un papel fundamental en la mejora de la calidad del aire y del agua, contribuyen a mitigar y amortiguar los efectos del cambio climático y a la protección de la biodiversidad, y promueven la cohesión social, brindan espacios de encuentro y recreación y contribuyen al bienestar humano en general (Nowak y Crane 2002; McPherson et al., 2005; Nowak y Greenfield 2012; Nowak et al., 2013). Constituyen por lo tanto elementos centrales de un enfoque holístico de la planificación urbana, que considera la integración de diversos elementos naturales para crear ciudades resilientes, sostenibles, y más justas.

La Intendencia de Montevideo está trabajando en una estrategia de respuesta al cambio climático de forma expresa desde el año 2009. El primer plan estratégico que fue realizado para toda la región Metropolitana abordaba cuestiones de Mitigación y de Adaptación, a pesar que las emisiones de Montevideo son significativamente bajas (cita). En el año 2021 en la COP 26 de Glasgow (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) la Intendenta, en nombre del departamento de Montevideo, y en base a un estudio de prefactibilidad de descarbonización, se comprometió a alcanzar la neutralidad de CO₂ en la década del 2040. Para alcanzar este objetivo, se elaboró un plan de acción, actualmente en las etapas finales de aprobación. La implementación de este Plan permitirá disminuir drásticamente las emisiones de CO₂ en todas las fuentes identificadas, y compensar el remanente de emisiones y para lo cual Montevideo deberá aumentar el arbolado que ya dispone. Esto implica un desafío respecto a la forma en que la gestión del arbolado se realiza actualmente, incorporando diversas estrategias de innovación, de diseño, plantación, y monitoreo.

Con este objetivo la Intendencia ha comenzado a desarrollar un proyecto que tiene como objetivo recopilar las experiencias de gestión del arbolado departamental hoy desarrollado en varios niveles de gobierno, e innovar en acciones de plantación relativamente novedosas con alto impacto ambiental. Este proyecto trabaja en tres líneas: la plantación de pequeños bosques que se describe en este documento; el fortalecimiento de la oferta de viveros, públicos y privados con foco en especies nativas para asegurar la continuidad del proceso; y la selección y adaptación de una metodología de medición de captura de CO₂ del arbolado apropiada para Montevideo.

Más de la mitad de la población mundial vive actualmente en ciudades. Las ciudades son uno de los principales motores del cambio climático, responsables de un 75% de las emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial, pero al mismo tiempo son especialmente vulnerables a sus efectos (PNUMA 2021b). Las inundaciones, el estrés térmico, las precipitaciones extremas, las sequías, la escasez de agua y el aumento de la contaminación atmosférica son algunos de los impactos más evidentes. Los riesgos climáticos están distribuidos de forma desigual, tanto dentro de las ciudades como entre ellas. Las zonas más pobres de las ciudades albergan a la población más expuesta a estos riesgos. Las dificultades para el acceso a sombra en los barrios más marginalizados son de hecho un fuerte reflejo de la injusticia y segregación social en las ciudades (e.g., <https://www.treeequityscore.org/>), con efectos significativos en la salud y la cohesión social de las comunidades más vulnerables (Wolch et

al., 2014; Nowak et al., 2022; Burghardt et al., 2023). El desarrollo de la resiliencia urbana es un proceso complejo, impulsado por múltiples partes interesadas que a menudo se ve limitado por la falta de recursos. En este contexto, las soluciones basadas en la naturaleza son rentables y escalables. Al mismo tiempo, mitigan el cambio climático y contribuyen a aumentar la resiliencia frente a los riesgos naturales y relacionados con el clima. Los árboles y bosques urbanos y periurbanos son una de esas soluciones.

A nivel global existen numerosas iniciativas orientadas a promover la creación de pequeños parches de bosques en zonas urbanas como estrategia para contribuir a la mitigación del cambio climático y sus efectos, apoyadas por organismos como el Foro Económico Mundial (<https://www.weforum.org/agenda/2023/09/tiny-urban-forests-miyawaki-biodiversity-carbon-capture/>). Una de las metodologías más reconocidas para llevar adelante estas iniciativas es el establecimiento de bosques Miyawaki o “Tiny forests”, que ha ganado atención debido a su potencial para crear rápidamente ecosistemas densos y diversos en entornos urbanos (Miyawaki, 1988; Miyawaki y Golley 1993; Miyawaki, 1997; Miyawaki, 1999). El método Miyawaki, inspirado en el trabajo del botánico japonés Akira Miyawaki, es un enfoque pionero de la forestación urbana que ha obtenido el reconocimiento mundial por su capacidad para acelerar el crecimiento de bosques nativos densos en espacios reducidos (Miyawaki y Golley 1993; Miyawaki 1997; Miyawaki 1999; Miyawaki 2004). La técnica Miyawaki, caracterizada por su énfasis en la biodiversidad, el estrecho espaciamiento entre plantas y la estructura en múltiples capas, pretende emular el desarrollo natural de los bosques, lo que se traduce en beneficios ambientales y un notable aumento de la captura de carbono (Miyawaki 2004).

El propósito de este documento es diseñar un proyecto piloto de implementación de pequeños bosques en la ciudad de Montevideo (que aquí llamaremos “montecitos” para reflejar la forma en la que frecuentemente nos referimos a los bosques nativos en Uruguay) a través de esta aproximación metodológica. El propósito de este piloto es evaluar la viabilidad y eficacia de enfoque para contribuir a la ampliación del arbolado de la ciudad, como parte de una estrategia orientada a avanzar hacia la neutralidad de carbono en Montevideo.

Los bosques de Miyawaki

El método de forestación “Miyawaki” fue iniciado por el botánico japonés Akira Miyawaki. Experto en ecología vegetal y especializado en semillas, Miyawaki comenzó sus investigaciones en el departamento de Biología de la Universidad de Hiroshima. Realizó investigaciones vinculadas a los bosques en diferentes partes de Japón (Universidad de Yokohama y Tokio) y realizó estudios sobre fitosociología en Alemania. Hacia la década del 70 logra perfeccionar su técnica en la implantación de pequeños bosques nativos en áreas fuertemente antropizadas. Fue galardonado en diferentes partes del mundo por sus aportes a la investigación científica y su involucramiento en la siembra de bosques en más de 1.700 sitios en todo el mundo. Su método de reforestación ha sido probado en todo Japón, además de países como Reino Unido, Italia, Francia, Países Bajos, India, USA, Brasil y Chile, entre otros.

El método Miyawaki imita el crecimiento natural de un bosque luego de una perturbación. Usando especies propias de la región y simulando la mezcla de especies que se encuentran en un bosque nativo, crea un ensamble estable de especies arbóreas, sin pasar por etapas sucesionales, generando un microclima húmedo y sombreado de forma rápida (Miyawaki, 1999). En este proceso es de suma

relevancia la diversidad de especies a plantar, respetando los vínculos fitosociológicos, aumentando la densidad de plantas en el espacio utilizado, aprovechando los procesos de competencia y facilitación para estimular el crecimiento de las mismas en las primeras etapas de implantación del bosque. Miyawaki plantea que *"La plantación debe centrarse en los árboles nativos de la región y seguir las leyes del bosque nativo..."* (Miyawaki, 1997).

Aplicando esta metodología se facilita el desarrollo de un ecosistema forestal adaptado a las condiciones locales, estimulando el rápido crecimiento, con buen potencial de absorción de dióxido de carbono, generando un parche boscoso que propicia la biodiversidad en tan sólo 1 o 2 décadas (Afforestt 2022). Para lograr el éxito de esta metodología es fundamental identificar las especies de árboles nativos que puedan tener condiciones apropiadas para el sitio en donde se van a plantar, asegurar una adecuada preparación del sitio en el que se va a desarrollar la plantación, teniendo en cuenta la estructura del suelo y la biomasa que este presenta. Posterior a la plantación, los bosques deben ser cuidados y monitoreados durante los primeros 2 años para asegurar el establecimiento del bosque en el lugar. El establecimiento de un bosque de Miyawaki involucra esencialmente las siguientes etapas (Miyawaki 1997; Afforest 2022):

Etapas 1 - Diseño del sitio: delimitar el área de plantación y diseñar el arreglo espacial que van a tener los árboles. Se recomienda una densidad de entre 2 y 7 individuos por m², y la plantación de ejemplares de entre 40 y 120 m de altura. La densidad apunta a estimular la competencia entre especies y el inicio de relaciones fitosociológicas cercanas a lo que sucedería en la naturaleza.

Etapas 2 - Preparación del suelo: caracterizar el suelo y de ser necesario realizar un manejo previo para mejorar las condiciones para el crecimiento de los plantines (e.g., si es necesario arar para remover gramilla, revertir compactación, enriquecer con compost, etc.). No usar fertilizantes inorgánicos.

Etapas 3 - Selección de especies: identificar especies de la región y seleccionar un conjunto amplio de especies representativas de los diferentes estratos de los bosques nativos, incluyendo arbustos. Combinar especies con tolerancia a la luz y sombra, incluir especies fijadoras de nitrógeno, favorecer asociaciones fitosociológicas conocidas, etc.

Etapas 4 - Plantación: evitar plantar los ejemplares de forma regular (e.g., en línea), alternar espacialmente especies de diferentes estratos del dosel y agregar compost al pozo en el que se implantan los ejemplares. Al finalizar la plantación cubrir con mulch para retener humedad y aportar nutrientes, emulando el mantillo de un bosque.

Etapas 5 - Mantenimiento y manejo: se debe regar regularmente y mantener el sitio libre de malezas y plagas los primeros dos años de establecimiento. No eliminar las hojas caídas o podar los árboles, de ser necesario utilizar plaguicidas naturales (e.g., control biológico con hongos) o métodos mecánicos de control de plagas (e.g., polainas).

Etapas 6 - Monitoreo: realizar monitoreos al menos cada 6 meses para registrar el crecimiento y sobrevivencia de los individuos plantados. La tasa de mortalidad anual de las plantas suele ser baja (en torno al 5%), y la sobrevivencia a los 5 años suele ser superior al 80% si no ocurren eventos mayores como plagas no controladas, inundaciones o incendios.

Se han plantado bosques Miyawaki en todos los continentes. Distintas organizaciones internacionales promueven la implantación de pequeños bosques como forma de contribuir a la mitigación del cambio climático pero también como herramienta de educación ambiental, que involucra a las comunidades locales en la construcción de un ambiente urbano más saludable. Una de las ventajas de este abordaje es que permite trascender de una planificación e implementación de acciones centralizada y a gran escala, y promover el desarrollo de iniciativas locales en pequeñas áreas (i.e., 10 m²) por parte de ciudadanos, organizaciones de base, empresas, etc., a lo largo de toda la ciudad, permitiendo un involucramiento ciudadano en el proceso de transformación de la ciudad hacia una ciudad más verde. Estas pequeñas iniciativas locales no requieren además de grandes inversiones, pero contribuyen a una transformación a gran escala del arbolado urbano. Estos montecitos pueden ser plantados en jardines privados, escuelas, espacios públicos, y el método Miyawaki puede ser empleado para la implantación de bosques con diferentes fines y características (fines ornamentales, bosques frutales, iniciativas de restauración de márgenes de cursos de agua, etc.). Algunas de las iniciativas internacionales que utilizan este abordaje incluyen:

- <https://www.miyawaki.cl/>
- <https://urban-forests.com/en/>
- <https://earthwatch.org.uk/get-involved/tiny-forest>
- <https://www.afforestt.com/>
- <https://www.sugiproject.com/blog/the-miyawaki-method-for-creating-forests>
- <https://www.ivn.nl/aanbod/tiny-forest/effects-tiny-forest/>
- <https://forestcreators.com/>

Los bosques de Miyawaki logran una amplia cantidad de beneficios entre los que se destacan la reducción de la temperatura en el entorno de los bosques (Long et al., 2019) y el secuestro de carbono, con stocks estimados en algunas zonas de más de 50 kg de C por cada m² de cobertura y flujos de 0,5 kg de C por m² por año (Urban Forest Company, 2020). La capacidad de las coberturas forestales de absorber micropartículas aporta además a mejorar la calidad del aire y reducir la contaminación, y genera beneficios económicos y para la salud de los pobladores (Nowak et al., 2018). También contribuyen a reducir el ruido, actuando como barrera acústica (Ow y Ghosh, 2017). Todo esto contribuye a la salud y bienestar de los habitantes de la ciudad y también a la valoración económica de los inmuebles. Distintos estudios muestran los efectos positivos de estas áreas verdes en la reducción en los niveles de ansiedad, estrés y depresión, con importantes beneficios para la salud pública (Townsend, 2006; Donovan et al., 2013). Estos pequeños bosques constituyen además importantes núcleos de biodiversidad, proporcionando refugio a muchas especies de la flora y fauna. Pueden actuar también como museos vivos que sirven como aulas para la educación ambiental, acercando a los habitantes de la ciudad a la naturaleza. El fomento de estos bosques constituye además un incentivo a la producción de especies nativas de árboles y arbustos en viveros públicos o privados, y promueve acciones conjuntas entre sociedad civil, empresas, instituciones académicas y el gobierno departamental, para su implementación, cuidado y disfrute.

Objetivos del piloto

El objetivo de esta experiencia piloto es generar aprendizajes que permitan evaluar el potencial de utilizar el enfoque de Miyawaki como parte de la estrategia de neutralidad de carbono de la ciudad de Montevideo. A través de la praxis se espera aprender sobre la viabilidad, requisitos,

desafíos y aportes que implica establecer montecitos en distintas condiciones. Específicamente, se espera obtener lecciones aprendidas sobre:

a) las especies a considerar, las estrategias de preparación de suelo, los procesos de plantación, los requerimientos que implica el mantenimiento de estos montecitos durante los primeros dos años, y el éxito de estas iniciativas en términos de tasas de sobrevivencia y crecimiento de los ejemplares plantados y la captura de CO₂ en las etapas iniciales;

b) los desafíos institucionales en términos de las necesidades de coordinación entre diferentes áreas de la intendencia, los costos de plantación y mantenimiento, incluyendo los recursos humanos necesarios, los procedimientos de adquisición de ejemplares, la disponibilidad de plantines para la implantación de nuevos montecitos, y posibles estrategias para fomentar una mayor disponibilidad a efectos de sostener una estrategia de largo plazo.

Para esta experiencia la Intendencia identificó dos sitios gestionados por esta, que presentan características distintas. Esto permite poner a prueba distintas estrategias de preparación del suelo y plantación de ejemplares, así como identificar posibles imprevistos a considerar en contextos diferentes: el [Museo Jardín Botánico Prof. Atilio Lombardo](#), un parque público urbano altamente visitado, y el [Parque de Actividades Agropecuarias](#) (PAGRO) un espacio de integración urbano – rural promotor de emprendimientos agropecuarios de producción, educación y formación, en donde el cuidado del ambiente, la participación ciudadana y la producción responsable de alimentos son pilares fundamentales.

Estos sitios permiten experimentar una diversidad de diseños, tratamientos del suelo y procedimientos de plantación (parches de menos de 70 m² vs. parches de más de 400 m², parches con senderos internos vs parches lineales, parches irregulares vs. parches rectangulares, suelos con historia de intenso uso agrícola vs. suelos no intervenidos desde hace al menos 100 años, etc.). Se espera así capacitar un núcleo inicial de recursos humanos en la implementación de este abordaje metodológico, y obtener aprendizajes para desarrollar una estrategia de fomento de los montecitos a escala departamental, involucrando distintos actores sociales.

Se espera plantar un mínimo de 8.000 ejemplares, lograr una tasa de sobrevivencia del 80-90% de estos en los primeros 2 años y un crecimiento promedio de 1 a 1,5 metros en ese período. La perspectiva de largo plazo es que la estructura y composición de estos parches se establezca en 15-20 años, con una densidad final de 1 a 2,5 árboles adultos por m². Estos montecitos no pretenden recrear un bosque nativo característico de esta zona del país, sino poner a prueba este abordaje por primera vez en Uruguay, conformando una formación vegetal planificada y gestionada compuesta por especies nativas arbóreas.

Este documento se estructura en torno a las 6 etapas de la metodología descritas previamente, y se describen por separado las acciones a implementar en cada uno de los sitios seleccionados, teniendo en cuenta las características de cada uno y las oportunidades para experimentar distintas alternativas, de acuerdo a lo discutido y acordado con los equipos técnicos de cada sitio. Se incluye un presupuesto estimado de inversiones y gastos acorde a las capacidades actuales y necesidades de cada uno.

Finalmente, se describe el proceso de monitoreo a desarrollar durante los primeros 2 años posteriores a la plantación y se brindan recomendaciones para el monitoreo ulterior.

Referencias

Afforestt (2022). www.afforestt.com/story

Burghardt, Karin T., Avolio, Meghan L., Locke, Dexter H., Grove, J. Morgan, Sonti, Nancy F., and Swan, Christopher M. (2023). Current Street Tree Communities Reflect Race-Based Housing Policy and Modern Attempts to Remedy Environmental Injustice. *Ecology*. 104(2): e3881. <https://doi.org/10.1002/ecy.3881>

Donovan, G. H., Butry, D. T., Michael, Y. L., Prestemon, J. P., Liebhold, A. M., Gatzliolis, D., & Mao, M. Y. (2013). The relationship between trees and human health: evidence from the spread of the emerald ash borer. *American journal of preventive medicine*. 44(2): 139-145.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). Global Warming of 1.5 °C - an IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>.

Long, L.C., D'Amico, V., Frank, S.D. (2019). Urban forest fragments buffer trees from warming and pests. *Sci. Total Environ*. 658, 1523–1530. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.293>

Miyawaki, A. (1988) Vegetation ecological study for restoration of forest ecosystems. In: Fujiwara K (ed) A vegetation ecological study for the restoration and rehabilitation of green environment based on the creation of environmental protection forests in Japanese Archipelago. *Inst. Veget. Sci., Inst. Environ. Sci. Technol. Yokohama Natl. Univ.*, 267–298.

Miyawaki, A y Golley, F. B. (1993). Forest reconstruction as ecological engineering. *Ecological Engineering*. 2(4):333-345.

Miyawaki, A. (1997). Restoration of urban Green environments based on the theories of vegetation ecology. *Ecological Engineering*. 11:157-165.

Miyawaki (1999). Creative ecology: Restoration of native forests by native tree. *Plant Biotechnology*. 16(1): 15-2.

Miyawaki, A. (2014). The Japanese and Chinju-no-mori Tsunami-protecting forest after the Great East Japan Earthquake 2011. *Phytocoenologia*. 44: 235-244.

Miyawaki, A. (2004). Restoration of living environment based on vegetation ecology: Theory and practice. *Ecological Research*. 19: 83-90. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1703.2003.00606.x>

Nowak, D.J., Hirabayashi, S., Doyle, M., McGovern, M., Pasher, J. (2018). Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health. *Urban Forestry & Urban Green*. 29:40-48. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.10.019>

Nowak, D.J., y Crane, D.E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental pollution*. 116(3): 381-389

Nowak, D.J. y Greenfield, E.J. (2012). Tree and impervious cover in the United States. *Landscape and Urban Planning*. 107(1): 21-30.

Nowak, D. J., A. Ellis, and E. J. Greenfield. (2022). The Disparity in Tree Cover and Ecosystem Service Values among Redlining Classes in the United States. *Landscape and Urban Planning*. 221: 104370.

Ottburg, F., Lammertsma, D., & Wegman, R. (2018). Meetnet Biodiversiteit Zaanstad (No. 2866). Wageningen Environmental Research. Disponible en:

<https://research.wur.nl/en/publications/tiny-forest-zaanstad-citizen-science-and-determining-biodiversity>

- PNUMA (2021a). El Peso de las Ciudades en América Latina y el Caribe: requerimientos futuros de recursos y potenciales rutas de actuación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá.
- PNUMA. (202b). Global Environment Outlook for Cities: GEO for Cities, Towards Green and Just Cities. Disponible en: <https://www.unep.org/resources/publication/geo-6-cities>
- Townsend, M. (2006). Feel blue? Touch green! Participation in forest/woodland management as a treatment for depression. *Urban Forestry & Urban Green.* 5: 111-120. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.02.001>
- Urban Forests Company. (2021). Scientific research on urban forests created with the Miyawaki method around the world. Disponible en: urban-forests.com/wp-content/uploads/2020/05/Urban-Forests-Scientific-research-on-urban-forests-created-withthe-Miyawaki-method-around-the-world.pdf
- Wolch, J. R., Byrne, J y Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and Urban Planning*, 125: 234-244.

Propuesta de implantación de montecitos en el Museo y Jardín Botánico y PAGRO

1. Diseño del sitio

Museo Jardín Botánico (M.J. Botánico). A partir de necesidades identificadas por el equipo del Museo Jardín Botánico (e.g. generar una cortina de árboles que acompañe el cerco perimetral sobre la Av. Atilio Pelossi y que a su vez contribuya a reducir los ruidos provenientes de la misma) y los desafíos que implica la implementación de esta experiencia piloto (eg. disponibilidad de riego, presencia de infraestructura), fueron seleccionados tres parches para la intervención. La forma, ubicación y diseño de estos parches fue seleccionada para permitir evaluar el potencial de esta metodología de implantación para: i) ofrecer a visitantes la experiencia inmersiva de transitar por el interior de parches de bosque, ii) la implementación de barreras visuales/sonoras, y iii) emular el proceso de recuperación de ecosistemas boscosos en márgenes de cursos de agua.

En la Figura 1 se observa la delimitación de los 3 parches, forma, caminos internos y cercado exterior. El área total efectiva de plantación alcanza los 900m² en los que se prevé plantar un total de 3600 ejemplares.

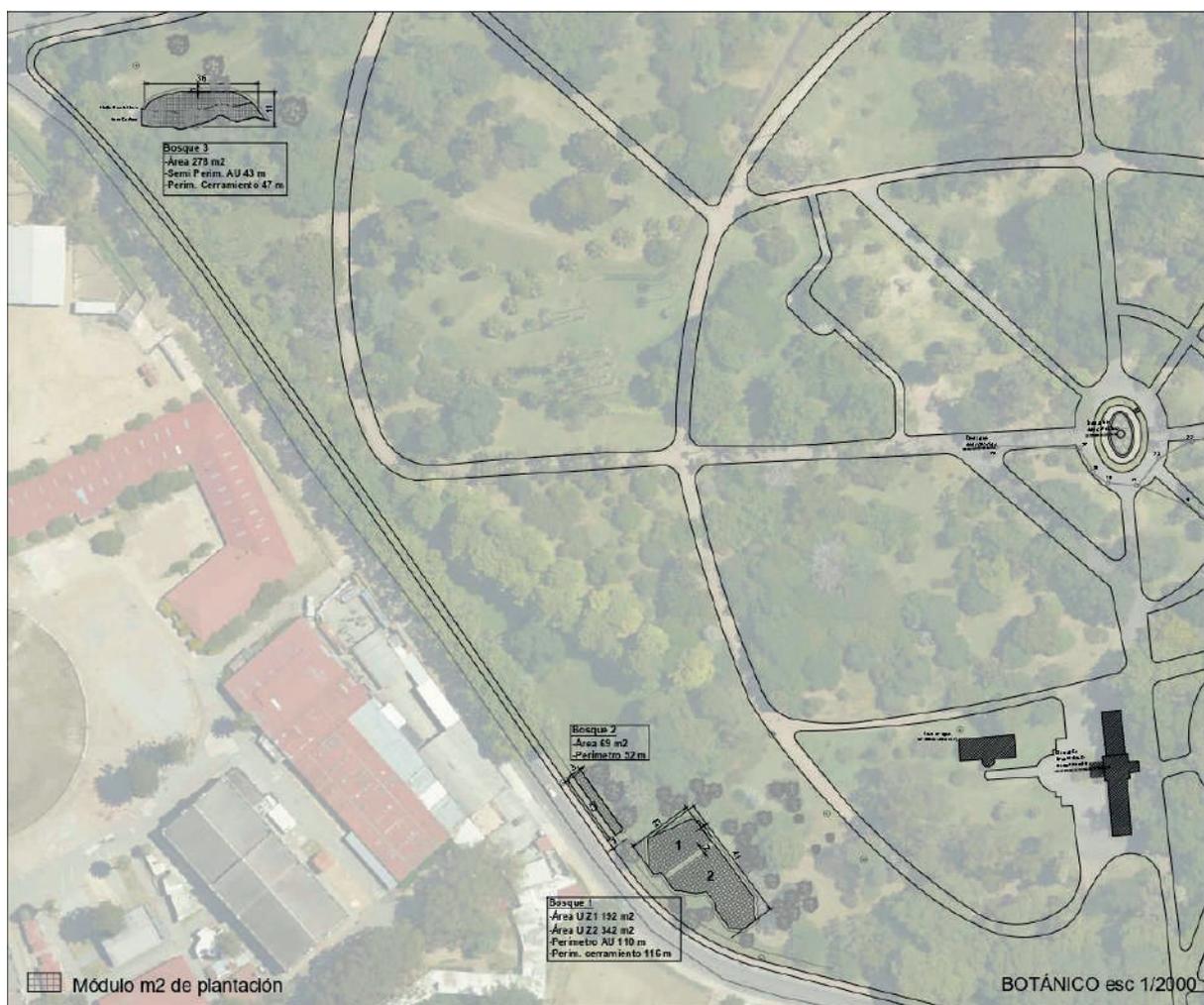




Figura 1. Delimitación de los parches de montecitos en el MyJ Botánico.

PAGRO. A partir de oportunidades identificadas por el equipo del PAGRO y los desafíos que implica la implementación de esta experiencia piloto (eg. disponibilidad de riego, presencia de infraestructura),

fueron seleccionados dos parches para la intervención. Los parches se definieron en función de la disponibilidad de recursos (e.g. acceso a agua para riego), la ponderación de las aptitudes del suelo (eg. evitar pendientes pronunciadas) y la ubicación en el predio. El tamaño y diseño de estos parches fue seleccionado para permitir evaluar el potencial de esta metodología de implantación para ofrecer a visitantes la experiencia inmersiva de transitar por el interior de parches de bosque, y a su vez evaluar diferencias de manejo en sectores con diferentes pendientes y tipos de suelo.

En la Figura 2 se observa la delimitación de los dos parches. El total de área útil será de 1100m² con un total de 4.400 ejemplares de árboles a plantar. El diseño considera implantar previo a la plantación un verdeo (de primavera: moha) en el contorno de los parches y en el camino interior, como estrategia de delimitación del parche y control de gramilla.



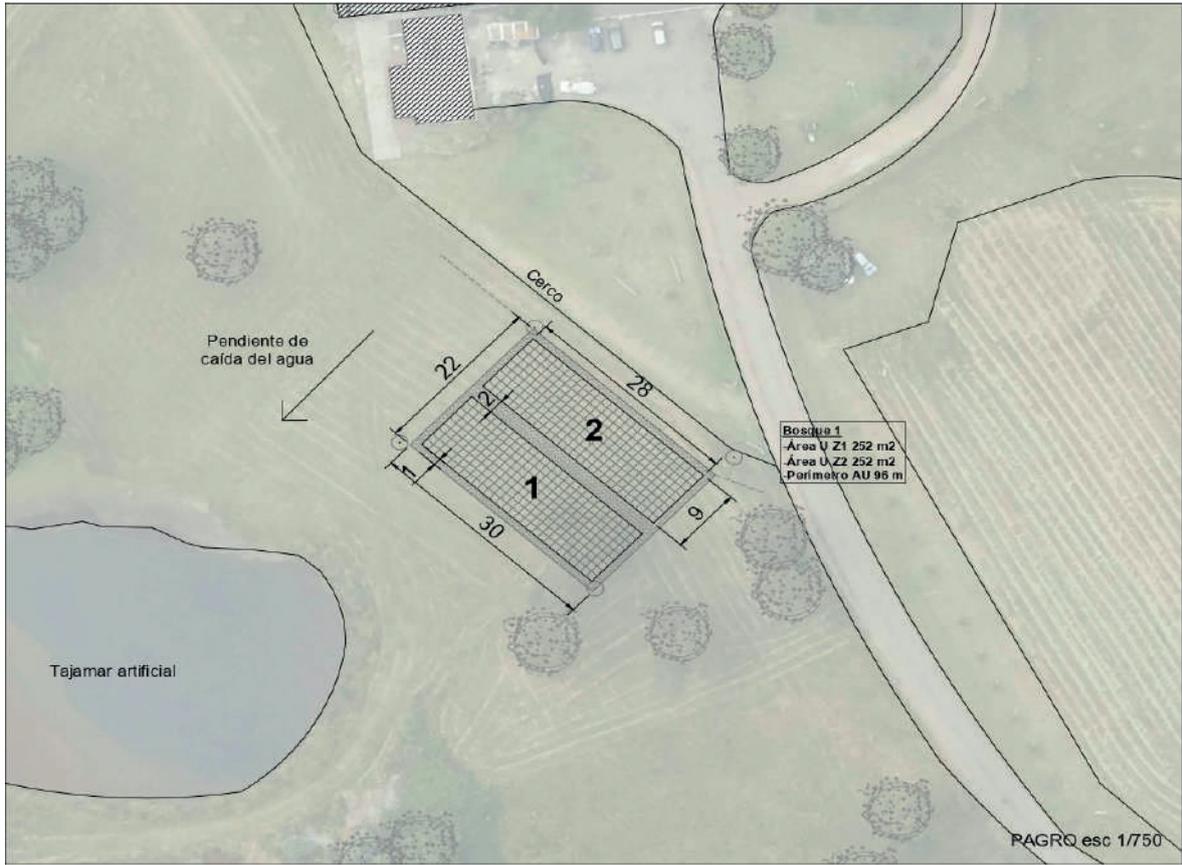


Figura 2. Delimitación de los parches de montecitos en el PAGRO.

Un aspecto central a considerar en el diseño de estas intervenciones es la forma en la que van a ser comunicada a los distintos actores vinculados al MyJ Botánico y PAGRO en particular, y con la temática de bosques urbanos, neutralidad de carbono, y ciudades más verdes en general. La implementación de montecitos es una oportunidad para involucrar a las personas (e.g. vecinos/as) e instituciones que tienen un vínculo con estos parques, y la experiencia tiene que estar adecuadamente articulada con las demás iniciativas y espacios de trabajo de los que estos participan o desarrollan. La experiencia es además una oportunidad excepcional para sensibilizar y comprometer a diferentes actores del departamento y el país sobre estas temáticas, y una excelente oportunidad para la educación ambiental, brindando oportunidades de trabajo en ámbitos educativos formales (eg. instituciones educativas) y no formales. Este es un desafío que es necesario que la Intendencia aborde de manera temprana e integral. A lo largo de todo el proyecto (previo a su implementación, durante y una vez finalizada) es necesario una estrategia de comunicación adecuada a los distintos formatos y públicos objetivos.

2. Preparación del suelo

Una vez seleccionados y delimitados los sitios en los que implantar los montecitos, el siguiente paso es evaluar las necesidades de preparación del suelo previo al proceso de plantación. Para eso es necesario previamente conocer las características físicas y químicas del suelo. Se recomienda por lo tanto realizar un análisis de las siguientes características y propiedades del perfil del suelo en los parches seleccionados:

- Granulometría
- Composición química
 - pH
 - Materia Orgánica
 - Nitrógeno
 - Fósforo
 - Azufre
 - Ca, Mg, K, Na y Al
 - Capacidad de Intercambio Catiónico
 - Carbonatos

Para esto se deberá tomar una muestra de suelo de cada parche a dos alturas con un taladro de suelo. Las muestras se tomarán a 20 cm y 40 cm de profundidad y deberán ser conservadas en bolsas plásticas debidamente etiquetadas hasta su análisis en laboratorio (idealmente en un plazo no mayor a 10 días).

Museo y Jardín Botánico. Dado que el MyJ Botánico es un espacio con un alto número de visitantes y dada la ausencia de movimientos de suelo al menos en los últimos 100 años en las zonas a intervenir (lo que se considera directamente asociado con la presencia de suelo de buena calidad), para la implantación de montecitos en el MyJ Botánico no se realizará ninguna preparación del suelo previo a la plantación. Esta se realizará de forma simultánea con la plantación, removiendo solamente el suelo en el entorno de los pozos en los que se van a plantar los ejemplares (4 pozos/m² aproximado), realizando previamente un manejo de gramilla con herbicidas naturales en caso de considerarse puntualmente necesario, e incorporando compost a cada pozo al momento de la plantación. Se prevé

incorporar compost grueso estabilizado a razón de $3\text{kg}/\text{m}^2$, que será provisto por TRESOR. Se calculan unos 2.700 kg para toda la intervención. La dirección del MyJ coordinará directamente con TRESOR el envío del compost y su almacenamiento en el parque previo a las jornadas de plantación. Es necesario prever la coordinación de fletes.

PAGRO. Dado que el predio del PAGRO tiene una historia de manejo agropecuario intensivo y disponibilidad de maquinaria (tractor con sus respectivas herramientas para el movimiento de tierra) y recursos humanos para llevar adelante tareas de remoción y preparación del suelo, previo a la plantación se va a llevar adelante un proceso de preparación del suelo para mejorar su calidad y las condiciones para el establecimiento y crecimiento de los ejemplares implantados. El proceso se estructurará en las siguientes etapas:

1. Pasada de excéntrica.
2. Pasada de subsolador para abrir el suelo en profundidad.
3. Pasada de cincel, entremezclando superficialmente los restos vegetales, sin invertirlo.
4. Pasada de vibrocultivador para desmenuzamiento de terrones del suelo, dejando los terrones libres de raíces.
5. Agregado de compost con carro desparramador. Se prevé incorporar compost grueso estabilizado a razón de $3\text{kg}/\text{m}^2$, que será provisto por TRESOR. Se estima un total de 3.300kg para la preparación de suelo aplicado de manera dispersa, y además se utilizará de manera puntual en cada uno de los pozos durante la plantación.
6. Incorporación de compost con cincel.

Este esquema de preparación del suelo facilitará la etapa de plantación de los árboles, al mismo tiempo que busca reducir la presencia e invasión de especies competitivas en las primeras etapas, como por ejemplo la gramilla (*Cynodon dactylon*). Se estima que el proceso de preparación del suelo puede llevar unas 8 semanas aproximadamente (dependiendo del estado del suelo, según las condiciones climáticas, fundamentalmente la ocurrencia de precipitaciones, que permitan o dificulten la entrada de la maquinaria). La dirección del PAGRO coordinará directamente con TRESOR el envío del compost. Una vez terminada la etapa de preparación del suelo se procederá a implantar un verdeo con Moha en el perímetros de los parches y el sendero interno. Se estima necesario un máximo de 15 kg de semillas (1 bolsa).

3. Especies a plantar

La metodología de plantación prevé la utilización de un ensamble de especies propias de la región, que representen a su vez los distintos estratos de las comunidades arbóreas del país, combinando especies de rápido crecimiento con especies de crecimiento más lento que realizan un aprovechamiento diferencial de los recursos. Para la selección de las especies se identificaron inicialmente aquellas que componen los ecosistemas boscosos nativos presentes en los alrededores. Luego de identificada una lista inicial se realizó una consulta a expertos a efectos de incorporar otros criterios para la elaboración de la misma, incluyendo criterios como rusticidad y tolerancia al trasplante.

Dado el número de ejemplares que se prevé plantar, una de las principales limitantes a la hora de seleccionar las especies a utilizar es la disponibilidad de las mismas en viveros. Para identificar las

especies disponibles se realizaron numerosas consultas con viveros especializados en plantas nativas. A partir de este proceso se identificaron y categorizaron 37 especies en 4 “grupos funcionales” en función de su velocidad de crecimiento (lenta o rápida) y altura del estrato (alto o bajo). Los montecitos van a estar compuestos por un mismo número de ejemplares de cada uno de estos grupos (i.e. 25 % de ejemplares van a corresponder a cada una de las categorías). Cada montecito estará compuesto por ejemplares de al menos 3 especies de cada uno de los grupos funcionales.

Tabla 1. Listado de especies sugeridas agrupadas en grupos funcionales: Crecimiento (rápido, lento) y Estrato (alto y bajo). Con asterisco (*) se señalan aquellas especies sugeridas para zonas húmedas.

Crecimiento	Estrato	Especies	Nombre común
Rápido	Alto	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbó
		* <i>Salix humboldtiana</i>	Sauce criollo
		* <i>Erythrina crista-galli</i>	Ceibo
		* <i>Syagrus romanzoffiana</i>	Pindó
		<i>Terminalia australis</i>	Palo amarillo
		<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico
		* <i>Luehea divaricata</i>	Francisco Álvarez
		<i>Peltoporum dubium</i>	Ibirapitá
		* <i>Inga uruguensis</i>	Ingá
		<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Viraró
		<i>Handroanthus sp.</i>	Lapacho
		<i>Phytolacca dioica</i>	Ombú
		<i>Schinus molle</i>	Anacahuita
	Bajo	<i>Vachellia caven</i>	Espinillo
		<i>Parkinsonia aculeata</i>	Cina Cina
		* <i>Senna corymbosa</i>	Rama Negra
		<i>Psidium cattleianum</i>	Arazá
		<i>Ficus luschnathiana</i>	Higuerón
		<i>Dodonea viscosa</i>	Candela

		<i>*Cephalantus glabratus</i>	Sarandí colorado
		<i>Aloysia gratissima</i>	Cedrón de monte
Lento	Alto	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Arrayán
		<i>Celtis tala</i>	Tala
		<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	Guayabo colorado
		<i>Myrsine laetevirens</i>	Canelón
		<i>*Pouteria salicifolia</i>	Mataojo
		<i>Citharexylum montevidense</i>	Tarumán
		<i>Quillaja brasiliensis</i>	Árbol del Jabón
		<i>Allophylus edulis</i>	Chal-chal
	Bajo	<i>Maytenus ilicifolia</i>	Congorosa
		<i>Myrceugenia myrtoides</i>	Murta
		<i>Scutia buxifolia</i>	Coronilla
		<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga
		<i>Schinus longifolius</i>	Molle
		<i>Acca sellowiana</i>	Guayabo criollo
		<i>Myrceugenia glaucescens</i>	Murta
<i>Celtis iguanaea</i>	Tala		

Los ejemplares a plantar tendrán una altura de entre 50 cm y 100 cm, sin considerar el envase y deberán tener suficiente tiempo de envasado y el terrón consolidado. Se debe asegurar la ausencia de raíces circulantes o espiralizadas entre el cuello y la base del terrón, y de haberse realizado repicados previos, el diámetro de dichas raíces deben ser menores o iguales a 2 cm a la altura del corte. El cuello deberá estar a nivel del terrón, no deberá contener nemátodos. Los envases no deben ser mayores a 10 litros ni se aceptarán ejemplares en bandejas.

La totalidad de los ejemplares deberán reunir las características precedentes (tronco, copa y raíces), ser vigorosas, presentar adecuado tamaño y calidad respecto a lo esperable para la edad y especie y presentar un excelente estado sanitario. Cada individuo deberá estar identificado con un etiqueta indeleble mencionando el nombre científico y común de la especie. Las etiquetas deben tener una referencia en color en función de cada una de las categorías de grupos funcionales (cuatro colores: azul grupo 1, rojo grupo 2, amarillo grupo 3, blanco grupo 4).

Museo y Jardín Botánico. Se deberá realizar control de stock y generación de inventario durante la recepción de las plantas para asegurar el mismo, para ello es necesario prever recursos humanos para la descarga y acopio de los ejemplares. Previo a la plantación dos técnicos del MyJ Botánico deberán chequear el estado general y particular de las plantas dentro del plazo de una semana a partir de la fecha de recepción. La inspección de las raíces implica la remoción de la maceta o envase y despeje superficial de la tierra a modo de exponer el sistema radicular (ver anexo 1, pliego de adquisición de plantas, por detalle de las características que deben cumplir los ejemplares). El sitio de acopio debe asegurar que los ejemplares están protegidos, con disponibilidad para ser regados a diario. En el caso del MyJ Botánico se prevé utilizar como sitio de acopio el viejo vivero y anexo.

PAGRO. Para la recepción de las plantas y generación de inventario el PAGRO destinará recursos humanos propios. Previo a la plantación se deberá chequear el estado general y particular de las plantas una vez recibidas en el sitio previsto. La inspección de las raíces implica la remoción de la maceta o envase y despeje superficial de la tierra a modo de exponer el sistema radicular. Para eso se prevé la participación de un técnico del PAGRO y un externo. El sitio de acopio debe tener fuente de agua próxima que permita el riego en caso de ser necesario, estar próximo al sitio a plantar, sombra y reparo frente a imprevistos climáticos. Se prevé que este se encuentre junto a la huerta. Los árboles se dispondrán en grupos de unas 100 plantas (10 x 10), separados entre sí para facilitar el movimiento del personal durante las etapas de control y riego previo a la plantación.

4. Plantación

Museo y Jardín Botánico. Para implementar la plantación se requieren 8 cuadrillas de 3 personas cada una (24 personas en total). Cada persona deberá contar con elementos de protección personal (EPP) (guantes, gorro, protector solar, repelente, chaleco de seguridad, calzado de seguridad, ropa de trabajo, etc.). En el Montecito 1 (Figura 1) trabajarán 4 cuadrillas y en los Montecitos 2 y 3 trabajarán 2 cuadrillas. Las cuadrillas trabajarán en simultáneo desde los extremos de los parches avanzando hacia el centro del mismo. Se estima que cada cuadrilla tendrá la capacidad de plantar en el entorno de 90 árboles por día (detalle de plantación a continuación), por lo que en total se plantarán 720 árboles diarios. De esta forma la tarea de plantar los 3600 árboles previstos todo el MyJ Botánico podría finalizarse en unos 5 días hábiles. Todas las tareas y cálculo de insumos planificados tienen un componente teórico, y será convenientemente ajustado en la práctica.

4.1 Pre-plantación

4.1.1 Delimitación del parche

Previo al inicio de la plantación deberá delimitarse cada parche en la ubicación determinada según el plano original (Figura 1). Para esto se deberá contar con una cuerda del largo exacto de cada parche. La misma debe extenderse en su máximo y anclarse al suelo con estacas. Deberá respetarse el diseño “orgánico” de cada parche evitando generar ángulos rectos y procurando reproducir sus curvas.

4.1.2 Disposición de materiales

Para cumplir con los plazos establecidos es necesario que cada cuadrilla cuente con todo el material necesario para la labor del día cercano al sitio de trabajo. A su vez, cada parche deberá contar con una persona que supervise los trabajos, pudiendo implementar rotaciones entre el personal cuando sea necesario. Por lo anterior, previo al inicio diario de la plantación cada cuadrilla deberá contar con 92

ejemplares (23 de cada grupo funcional) y 45 kg de compost. A su vez, deberán disponer de pala pocera y/o tijera para la realización de los pozos, carretilla para el traslado del compost al sitio, pala de obra para la distribución del compost en los pozos, pala de jardinería para proceder a la plantación de los ejemplares y rastrillo dentado para la distribución del mulch. Al finalizar el día cada cuadrilla deberá disponer de 2 m³ de mulch para distribuir sobre la superficie del sitio plantado y agua para el riego de los ejemplares. Se prevé una distribución de mulch como terminación en un espesor de entre 5 y 10 cm de cada m² plantado:

- Compost: Se estima un total de 2.700 kg de compost para la etapa de plantación (aprox. 70 kg por cuadrilla por día - aprox. 540 kg diarios).
- Mulch: Se estima un aproximado de 68 m³ de mulch totales - (aprox. 1.5 m³ de mulch por cuadrilla por día - aprox. 13 m³ de mulch diarios).

Dada la cantidad de árboles, compost y mulch diarios se deberá disponer de personal para asegurar su adecuada distribución y disponibilidad. Los árboles deberán trasladarse desde la zona del vivero. El compost y el mulch se encontrarán acumulados cercanos a la zona de plantación y deberán acercarse con carretilla hacia cada parche. Esto requiere recursos humanos adicionales que brinden apoyo a las cuadrillas en el traslado de equipos y materiales a los parches a lo largo de cada jornada de trabajo. En resumen, para todo el proceso de plantación se necesita cada día 24 personas para integrar las cuadrillas de plantación, 4 personas para coordinar el trabajo en cada parche, y otras 3 o 4 para asegurar la distribución de los materiales al inicio de cada día.

4.2 Plantación

Previo al inicio de la plantación deberá encontrarse correctamente delimitado cada parche y contar con el material (insumos y herramientas) próximos y disponibles para su uso. Cada parche contará con dos cuadrillas de tres personas capacitadas y con el equipo adecuado para realizar la tarea simultánea. Cada cuadrilla cuenta con tres personas a las que debe asignarse una de las siguientes 3 tareas: 1) realización de pozos, 2) distribución de compost y ejemplares y 3) plantado. La tarea podrá ser rotativa según sea estipulado por el supervisor del parche.

4.2.1 Pozos

La persona asignada con la tarea de realizar los pozos deberá ser la primera en iniciar los trabajos, ya que los pozos son requisito para ejecutar las siguientes etapas. Los pozos se realizan con pala pocera, pala tijera, o pocera mecánica. Cada pozo deberá tener un tamaño aproximado de 30x30 cm y estar separado del perímetro del siguiente pozo por al menos 15 cm para evitar el colapso de las paredes (Fig. 3).

Los pozos se realizarán en línea recta siguiendo la línea anterior, o el límite del parche. Se busca que los pozos no queden perfectamente alineados entre sí para sumar al diseño "orgánico" de la plantación. La tierra proveniente de cada pozo se depositará cerca del mismo pero fuera del sitio de plantación de ese día. Por día se realizarán unos 90 pozos. Al finalizar el día cada pozo deberá haber sido abonado con compost, tendrá un ejemplar plantado, mulch por encima del terrón y habrá sido regado. No se realizarán más pozos que los necesarios para cumplir con el objetivo de plantación diaria para evitar complicaciones en caso de lluvias posteriores y dificultades en el traslado y circulación del personal y de los materiales.

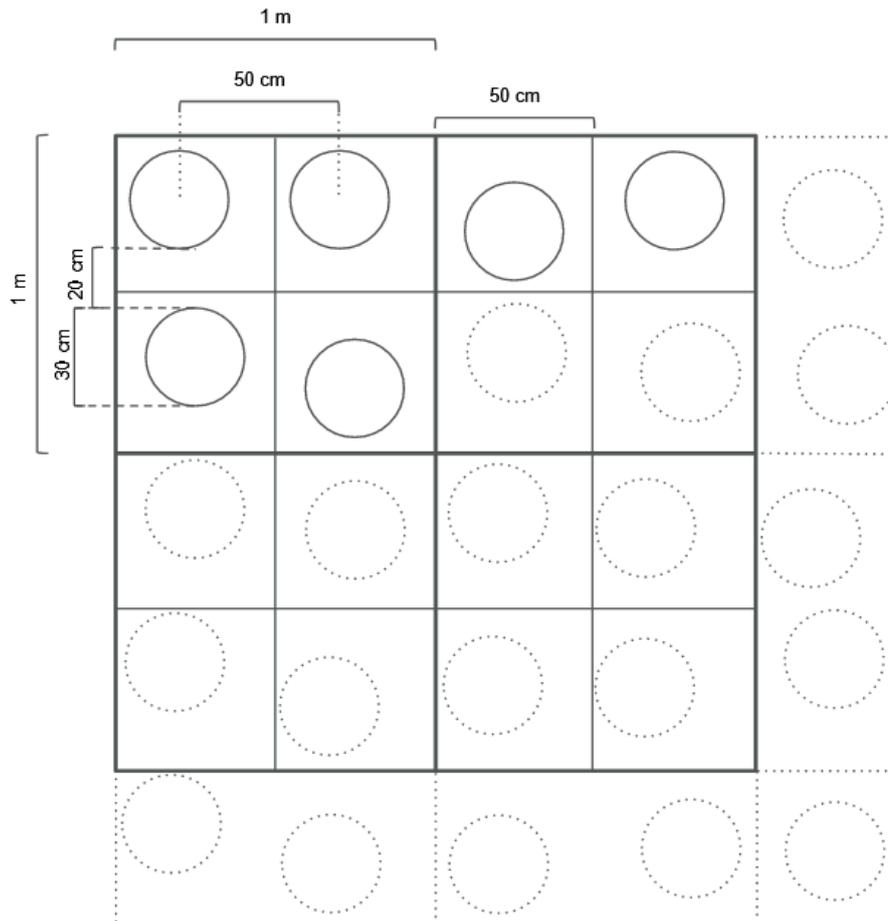


Figura 3. Esquema de pozos. Se representa la ubicación, tamaño y distancia aproximada de cada pozo. Tamaño aproximado del pozo (30x30 cm), distancia aproximada entre perímetros (20 cm), distancia aproximada entre centros de los pozos (50 cm), cantidad de pozos por cada metro cuadrado (4 p/m²)

4.2.2 Distribución de compost y ejemplares

La persona asignada con la tarea de distribución del compost y ejemplares deberá ir colocando una palada de compost y ubicar un ejemplar (sin remover su envoltorio) sobre cada pozo realizado. Idealmente el compost se ubicará dentro del pozo, pero podrá distribuirse también en los alrededores al mismo dado que el objetivo de este paso es la adición de nutrientes para facilitar el crecimiento posterior.

4.2.3 Plantado

La persona asignada con la tarea de plantado removerá el envase de cada árbol ya ubicado en su pozo. A su vez debe agregar la tierra removida hasta completar el espacio libre en el pozo y compactar la misma sin dañar el ejemplar. Las raíces del árbol deben quedar completamente sepultadas por el sustrato y el cuello del tronco debe quedar a la altura del suelo. Durante la ejecución de esta tarea se debe tener especial precaución de no dañar el tronco, ramas y raíces del árbol.

En ninguna etapa de la plantación se deberá remover la etiqueta del nombre del ejemplar, ni la de color que distingue los grupos funcionales (Fig. 4). Las mismas deberán permanecer en cada árbol una vez finalizada la plantación.

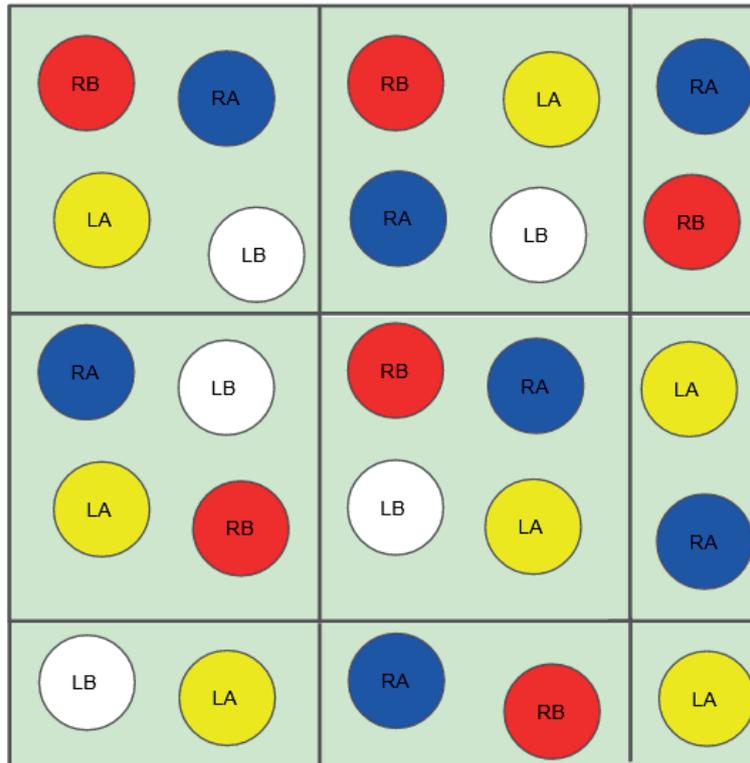


Figura 4. Esquema de distribución de los grupos funcionales. Los ejemplares representantes de cada grupo funcional se distribuirán de forma azarosa entre los pozos. Grupos funcionales: rápido bajo (RB, rojo), rápido alto (RA, azul), lento alto (LA, amarillo) y lento bajo (LB, blanco).

4.2.4 Mulch y riego

Una vez finalizados los pasos anteriores (1, 2 y 3) se podrá proceder a colocar mulch alrededor de los árboles plantados. Para esto se distribuirá el mulch a mano sobre cada ejemplar o se ubicará el mismo sobre el borde de la plantación y se empujará hacia adentro procurando que se abarque la mayor cantidad de superficie posible. Una vez dispuesto el mulch podrá procederse con la realización del riego. Uno de los aspectos importantes a tener en cuenta sobre el mulch es evitar en lo posible la presencia de semillas de especies como el paraíso o el ligustro. Para todo el botánico el volumen total de mulch a utilizar es de 100 m³. El Municipio G provee al PAGRO de mulch y otros municipios como el C tienen chipeadoras que pueden proveer de mulch también al MyJ Botánico.

PAGRO. Para implementar la plantación se requerirán 4 cuadrillas de 3 personas cada una (12 personas en total), asumiendo que se trabaja con 2 cuadrillas en cada parche. Dentro de las cuadrillas cada persona deberá contar con elementos de protección personal (EPP) (guantes, gorro, chaleco de seguridad, calzado de seguridad, ropa de trabajo, protector solar, repelente, agua, etc.). Durante la plantación las cuadrillas trabajarán en simultáneo desde los extremos de los parches avanzando hacia el centro del mismo hasta finalizar la totalidad del montecito. Se estima que cada cuadrilla tendrá la capacidad de plantar en el entorno de 90 árboles por día (detalle de plantación a continuación), por lo que en total se plantarán en el entorno de 360 árboles diarios. De esta forma la tarea de plantar los 4400 árboles previstos todo el PAGRO podría finalizarse en unos 12 días hábiles. Todas las tareas y cálculo de insumos planificados tienen un componente teórico, y será convenientemente ajustado en la práctica.

4.1 Pre-plantación

4.1.1 Delimitación del parche

Previo al inicio de la plantación deberá delimitarse cada parche en la ubicación determinada según el plano original (Figura 2). Para esto se deberá contar con una cuerda (hilo fardo) del largo exacto de cada parche. La misma debe extenderse en su máximo y anclarse al suelo con estacas. Se delimitarán también los parches de 1 m² con franjas de 1 m de ancho, usando hilo fardo y estacas.

4.1.2 Disposición de materiales

Para cumplir con los plazos establecidos es necesario que cada cuadrilla cuente con todo el material necesario para la labor del día cercano al sitio de trabajo. A su vez, cada parche deberá contar con una persona que supervise los trabajos, pudiendo implementar rotaciones entre el personal cuando sea necesario. Por lo anterior, previo al inicio diario de la plantación cada cuadrilla deberá contar con 92 ejemplares (23 de cada grupo funcional). A su vez, deberán disponer de pala pocera y/o tijera para la realización de los pozos, carretilla para el traslado del compost y mulch al sitio y rastrillo dentado y escobillas jardineras para la distribución del mulch. Se prevé una distribución de mulch como terminación en un espesor de entre 5 y 10 cm de cada m² plantado. Al finalizar el día cada cuadrilla deberá disponer de mulch para distribuir sobre la superficie del sitio plantado, y agua para el riego de los ejemplares:

- Compost: Se estima un total de 440 kg de compost para la etapa de plantación, a razón de 100 gr por pozo, ya incluidos en los 3.300 kg totales de compost (aprox. 9 kg por cuadrilla por día - aprox. 36 kg diarios).
- Mulch: Se estima un aproximado de 72 m³ de mulch totales (aprox. 1.5 m³ de mulch por cuadrilla por día - aprox. 6 m³ de mulch diarios).

Dada la cantidad de árboles, compost y mulch diarios se deberá disponer de personal para asegurar su adecuada distribución y disponibilidad. Los árboles deberán trasladarse desde la zona de acopio. El compost y mulch se deberá encontrar acumulado en su volumen necesario por día cercanos a la zona de plantación, y deberán acercarse con carretilla hacia cada parche. Esto requiere recursos humanos adicionales que brinden apoyo a las cuadrillas en el traslado de equipos y materiales a los parches a lo largo de cada jornada de trabajo. En resumen, para todo el proceso de plantación se necesita cada día 12 personas para integrar las cuadrillas de plantación, 1 o 2 personas para coordinar el trabajo en cada parche, y otras 2 o 3 personas con rol logístico para asegurar la distribución de los materiales al inicio de cada día.

4.2 Plantación

Previo al inicio de la plantación se deberá contar con cada parche correctamente delimitado y con el material (insumos y herramientas) próximos y disponibles para su uso. Cada parche contará con dos cuadrillas de tres personas capacitadas y con el equipo adecuado para realizar las siguientes 3 tareas: una persona realizará la distribución de los árboles (considerando un grupo funcional por metro cuadrado), las otras dos personas se encargarán de realizar el pozo, añadir compost puntual y plantar el árbol. La tarea podrá ser rotativa según sea estipulado por el supervisor del parche. Se prevé que la plantación se realice por franjas, plantando en cada instancia los cuatro ejemplares previstos por m².

4.2.1 Distribución de ejemplares

Previo a la tarea deberá asegurarse de contar con 92 ejemplares, 23 de cada grupo funcional (1/4). La persona asignada con la tarea de distribución de los ejemplares deberá acercarse a cada plantador/a un ejemplar respetando la representación de los cuatro grupos funcionales por metro cuadrado.

4.2.1 Pozos y plantación

4.2.1.1 Pozos

Debido al trabajo previo de preparación del suelo, la realización del pozo será una tarea relativamente sencilla de implementar. Los pozos se realizan con pala pocera o pala tijera, dependiendo de la profundidad de remoción durante la preparación del suelo y la dureza del mismo. Cada pozo deberá tener un tamaño aproximado de 30x30 cm y estar separado del perímetro del siguiente pozo por al menos 15 cm para evitar el colapso de las paredes. El tamaño del pozo podrá variar según el tamaño de los ejemplares a implantar.

Los pozos se realizarán en línea recta aproximada siguiendo la línea anterior o el límite del parche (Fig.3). La tierra proveniente de cada pozo se depositará cerca del mismo pero fuera del sitio de plantación de ese día. Por día se realizarán unos 92 pozos. Al finalizar el día cada pozo tendrá un ejemplar plantado, mulch por encima del terrón y habrá sido regado. No se realizarán más pozos que los necesarios para cumplir con el objetivo de plantación diaria para evitar complicaciones en caso de lluvias posteriores y dificultades en el traslado y circulación del personal y de los materiales.

4.2.2.2 Plantación

Se removerá el envase de cada árbol, se agregará compost de manera puntual en cada pozo (2 puñados por pozo) y se agregará la tierra removida hasta completar el espacio libre en el pozo. Se deberá compactar la tierra alrededor del ejemplar sin dañarlo. Las raíces del árbol deben quedar completamente sepultadas por el sustrato y el cuello del tronco debe quedar a la altura del suelo. Durante la ejecución de esta tarea se debe tener especial precaución de no dañar el tronco, ramas y raíces del árbol. Al finalizar cada jornada de plantación:

- Se colocará mulch al finalizar cada día en la zona de plantación, sobre el total del m².
- Se regarán los ejemplares plantados.
- Se retirará la tierra removida.
- Se retirarán los envases para reutilización o reciclaje.
- Se guardarán las herramientas.

En ninguna etapa de la plantación se deberá remover la etiqueta del nombre del ejemplar, ni la de color que distingue los grupos funcionales (Fig. 4). Las mismas deberán permanecer en cada árbol una vez finalizada la plantación.

5. Mantenimiento y manejo

Asegurar la sobrevivencia y crecimiento adecuado de los ejemplares plantados es clave para garantizar el éxito de la plantación. Esto requiere un manejo intensivo de los montecitos durante los primeros 2 años de la plantación. A continuación se detallan algunos aspectos de manejo de estos en relación con el riego y el manejo de enfermedades y plagas.

Museo y Jardín Botánico. Antes de proceder a la plantación es necesario establecer protocolos de monitoreo, detección y control de plagas (insectos y hongos) así como las capacidades humanas necesarias para la reposición del mulch, colocación de tutores y la carpida de la gramilla según se identifiquen. Se estima que es necesario asignar media jornada diaria de una persona para cumplir con el riego y estas tareas.

5.1 Riego

Una vez implantados los montecitos, deberá regarse permitiendo la infiltración del agua en los mismos y evaluando posibles encharcamientos a corregir con sustrato. El riego deberá ser periódico al menos durante los dos primeros años de instalado el bosque, fundamentalmente en épocas de calor y seca (primavera y verano). Es recomendable evitar los riegos escasos y frecuentes ya que tienden a generar raíces superficiales y de poco anclaje. Durante los meses estivales deberá regarse al menos semanalmente, y podrá espaciarse a dos semanas durante el otoño y el comienzo de la primavera. La dosis de riego recomendada es de aproximadamente 50 l/m² tres veces por semana de Noviembre a Febrero (inclusive) pudiendo disminuir la frecuencia a dos veces por semana en Marzo y Octubre, y una vez por semana entre Abril y Setiembre.

Para el riego de los montecitos el equipo del MyJ Botánico prevé dos mecanismos para hacer llegar el agua una vez que estos hayan sido plantados. El sistema principal prevé riego por aspersión. El otro método cumple la función de un sistema de respuesta en caso de emergencia y consiste en ubicar reservorios de agua próximo a los montecitos para hacer llegar por gravedad el agua a los parches.

5.1.1. Riego por aspersión.

Se prevé instalar un sistema de riego por aspersión desmontable. La instalación requiere unos 400 metros de plastiductos de 2 pulgadas, con una bomba e hidrantes estratégicamente ubicados (Fig. 5). A esto se le suma una manguera transportable que permite la colocación de aspersores móviles que puedan ser ubicados en diferentes sectores de los parches. Esto permite la movilidad y transporte del sistema de riego en diferentes sectores con poco esfuerzo y tiempo. Una vez finalizado el riego el sistema se desmonta (mangueras y aspersores). La única parte que queda expuesta son los hidrantes, con los que hay que prestar especial atención para evitar el daño por el tránsito de la maquinaria de trabajo que circula por el lugar, o el vandalismo.

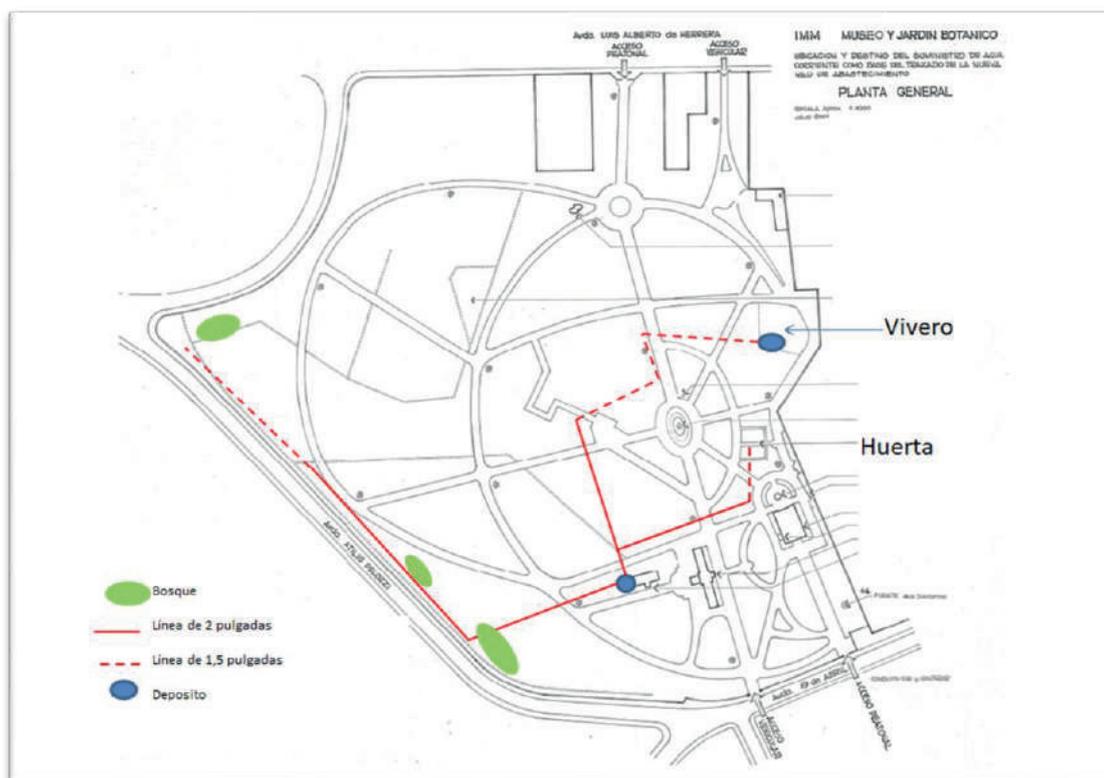


Figura 5. Sistema de distribución de agua para riego por aspersión

5.1.2. Reservorios de agua próximos a los montecitos.

De visualizarse dificultades en la implementación del sistema de riego elegido, desperfectos o necesidades de mantenimiento deberá asegurarse el riego de la plantación de forma manual (cisterna y manguera) con las frecuencias pactadas para evitar perjudicar la sobrevivencia y crecimiento de los árboles. Para esto se recomienda considerar la posibilidad de agregar reservorios de agua próximo a los parches y regar por gravedad desde ellos.

5.2. Control preventivo de hormigas

Es necesario recorrer la zona de forma regular y determinar la presencia o no de hormigueros en el lugar para evitar futuros daños en la plantación. Puede considerarse el uso de polainas o señuelos como cáscara de naranja o arroz partido, para evitar que las hormigas vayan directamente a los árboles, como alternativa al uso de agroquímicos. Se propone un estrategia en tres fases a partir de la identificación de presencia de hormigas en sectores de alguno de los parches: 1) utilización cáscaras de naranja o arroz para desestimular el avance inicial, 2) uso de hormiguicidas biológicos (e.g. hongos como *Beauveria bassiana* y *Trichoderma harzianum*) para el control de hormigas en los sectores afectados, 3) proteger con polainas los árboles en sectores muy afectados.

5.3 Control de malezas, evaluación de situación sanitaria y reposición de mulch.

Durante los dos primeros años se deberán realizar controles periódicos de gramilla y malezas (cada mes y medio a dos meses aproximadamente) en las áreas plantadas, y el monitoreo de estado general de las plantas para identificar la potencial presencia de enfermedades o plagas. Para esto se requiere una persona que según la época del año, realice el control de maleza de forma manual en los diferentes lugares en los que esta vaya apareciendo, removiendo las malezas del lugar a través de una

carpida localizada. Al momento de realizar el control de malezas se deberá corroborar y evaluar la necesidad de reposición de mulch.

5.4. Colocación de tutores

A lo largo de los primeros 2 años se colocarán tutores a aquellos árboles que se identifique que lo requieren, por ejemplo en sectores muy afectados por viento. La estrategia de plantación busca emular el proceso de crecimiento de un bosque, por lo que no se espera que todos los ejemplares tengan un crecimiento perfectamente vertical.

5.5. Presupuesto

El manejo de los montecitos y la implementación de medidas necesarias para corregir inconvenientes requiere una dedicación estimada en media jornada diaria de un operario durante los primeros dos años de implantado el montecito, por lo que es necesario prever reforzar el personal del MyJ Botánico de forma acorde.

Insumos		Cantidad	Costo unitario aproximado (\$)	Costo total (\$)
Preparación de tierra y plantación	Carretillas 70 a 75 lts	8	4500	36000
	Palas recta cabo de madera, acero forjado marca Gherardi	4	3000	12000
	Palas posera ½ luna (gubia) Marca Gherardi	4	3000	12000
	Palas de obra	8	1300	10400
	Pala de jardinería	10	250	2500
	Pares de guantes palma nitrilo	30	400	12000
	Baldes de obra PVC reforzado	10	150	1500
	Pala pocera mecánica nafta 62 cc mecha 20cm/80cm de largo	4	15000	60000
	Cuerda no elástica del largo del perímetro de cada parche	500	17	8500

	Estacas para delimitación de parches (pastores eléctricos)	30	200	6000
	Rastrillo dentado para distribución de mulch	8	600	4800
subtotal				165.700
Riego y mantenimiento	Manguera plana de 2"	200	95	19.000
	Caño polietileno reciclado 1.1/2"	400 m	76	30.500
	Hidrante (1 tec, 1 válvula, 1 nepoc, 1 entrada rosca, 1 codo, todo a 2")	10	1.600	16.000
	Bomba rotativa 1 Hp / 3 m3/30 mts	1	10.000	10.000
	Accesorios de instalación 3 (codos, reboses)	1	5.000	5.000
	Aspersor cañon	1	3.000	3.000
	Bobcat para zanjado (ancho de pala 15-20)	Horas máquina	40.000	40.000
	Colocación de riego (mano de obra)	-	-	15.000
subtotal				138.500
Control de hormigas	Control de hormigas anual	2	10.000	20.000
IMPREVISTOS				60.000
TOTAL				384.200
RRHH	Recursos humanos para mantenimiento (riego, control de plagas, reposición mulch, carpir)	3 hs/día	Media jornada diaria por dos años	-

No se incluyen en el presupuesto los fletes necesarios para el compost. Un camión C11 lleva hasta 16,5ton y hasta 15m³. Se estima necesario un total de 2.700kg de compost (desde TRESOR) y de 68 m³ de mulch (desde Parque Lecocq, Municipio G, que abastece al PAGRO, Municipio C, con chipeadora, o

similar), por lo que se estima necesario coordinar 1 flete de compost y 5 fletes de mulch. Éstos serán coordinados por la Gerencia de Gestión Ambiental.



PAGRO. Antes de proceder a la plantación es necesario establecer protocolos de monitoreo, detección y control de plagas (e.g., insectos y hongos) así como las capacidades humanas necesarias para la reposición del mulch, colocación de tutores y la carpida de la gramilla según se identifiquen. El manejo de hormigas y gramilla impone un desafío significativo en el predio del PAGRO.

5.1. Riego

Una vez implantado el árbol, deberá regarse permitiendo la infiltración del agua en el mismo y evaluando posibles encharcamientos a corregir con sustrato. El riego deberá ser periódico al menos

durante los dos primeros años de instalado el bosque, fundamentalmente en épocas de calor y seca (primavera y verano). Es recomendable evitar los riegos escasos y frecuentes ya que tienden a generar raíces superficiales y de poco anclaje. Durante los meses estivales deberá regarse al menos semanalmente, y podrá espaciarse a dos semanas durante el otoño y el comienzo de la primavera. La dosis de riego recomendada es de aproximadamente 50 l/m² tres veces por semana de Noviembre a Febrero (inclusive) pudiendo disminuir la frecuencia a dos veces por semana en Marzo y Octubre, y una vez por semana entre Abril y Setiembre.

Para el riego de ambos parches, se instalarán sistemas de aspersores a los cuales se les hará llegar el agua por una bomba portátil que se instala y retira al momento de usar, la cual extraerá el agua desde el tajamar, ubicado frente al parche PAGRO 1 (ver imagen 1). Se establecerán 2 aspersores en cada parche, con sus respectivos soportes fijos de 1,7m aprox de altura. De esta forma se evita estar cambiando los aspersores para cada parche al momento del riego, siendo solamente necesario instalar y desinstalar en cada ocasión la bomba de agua. En caso de constatare demoras en la implementación del sistema de riego antes descrito, deberá asegurarse el riego a la plantación de forma manual, mediante el uso de tanques cisterna u otro mecanismo, de acuerdo a las frecuencias antes mencionadas.

5.2. Control preventivo de hormigas

Es necesario recorrer la zona de forma regular y determinar la presencia o no de hormigueros en el lugar, para evitar futuros daños en la plantación. Puede considerarse el uso de señuelos como cáscara de naranja o arroz partido, para evitar que las hormigas vayan directamente a los árboles, o un hormiguicida biológico cuando las otras medidas no sean suficientes. Esto va a requerir de personal que lleve adelante este proceso en diferentes momentos, antes, durante y después de la plantación, al menos dos veces por semana. El PAGRO tiene experiencia en el control de hormigas en árboles frutales colocando polainas de plástico, a las que se suma un film con pegamento para evitar que estas puedan trepar y cortar hojas. Si bien no se piensa utilizar esta técnica en todos los árboles a implantar, puede ser una práctica a aplicar en los momentos que se encuentren daños ocasionados por las hormigas en los árboles. Se propone un estrategia en tres fases a partir de la identificación de presencia de hormigas en sectores de alguno de los parches: 1) utilización cáscaras de naranja o arroz para desestimular el avance inicial, 2) uso de hormiguicidas biológicos (e.g. hongos como *Beauveria bassiana* y *Trichoderma harzianum*) para el control de hormigas en los sectores afectados, 3) proteger con polainas los árboles en sectores muy afectados.

5.3. Control de malezas, evaluación de situación sanitaria y reposición de mulch.

Durante los dos primeros años se deberán realizar controles periódicos de gramilla y malezas en las áreas plantadas, y el monitoreo de estado general de las plantas para identificar la potencial presencia de enfermedades o plagas. Para esto se requiere una persona que según la época del año, realice el control de maleza de forma manual en los diferentes lugares en los que esta vaya apareciendo, removiendo las malezas del lugar a través de una carpida localizada de forma manual. Al momento de realizar el control de malezas se deberá corroborar y evaluar la necesidad de reposición de mulch. El PAGRO cuenta con un convenio con el municipio G que lo abastece con chipeado de poda del área. Este material está disponible para el uso en los montecitos.

5.4. Colocación de tutores

A lo largo de los primeros 2 años se colocarán tutores a aquellos árboles que se identifique que lo requieren, por ejemplo en sectores muy afectados por viento. La estrategia de plantación busca emular el proceso de crecimiento de un bosque, por lo que no se espera que todos los ejemplares tengan un crecimiento perfectamente vertical.

5.5. Presupuesto.

El manejo de los montecitos requiere recursos humanos para el riego, monitoreo del estado de los árboles e implementación de las medidas adecuadas para corregir inconvenientes. Esto implica una dedicación estimada en tres jornadas enteras de trabajo de una persona por semana, por lo que es necesario prever reforzar el personal del PAGRO con recursos humanos para cubrir esos requerimientos adicionales.

Insumos		Cantidad	Costo unitario aproximado (\$)	Costo total (\$)
Preparación de tierra y plantación	Moha Sociedad Fomento Rural Ortiz	1 bolsa	1.200	1.200
	Carretillas 70 a 75 lts rueda maciza	8	4.500	36.000
	Palas recta cabo de madera, acero forjado marca Gherardi	2	3.000	6.000
	Palas pocera ½ luna (gubia) 40 cm marca Gherardi	8	3.000	24.000
	Palas de obra, pala de carga corazón	6	1.300	7.800
	Palas tijeras	2	900	1.800
	Rastrillo dentado para distribución de mulch	4	600	2.400
	Escobillas jardineras de plástico (23/30 dientes)	6	500	3.000
	Hilo para fardos (para plantación) 5kg aprox. 1800m	2	1500	3.000

	Baldes de obra PVC reforzado	10	150	1.500
	Pares de guantes palma nitrilo	30	400	12.000
Riego y mantenimiento	Motobomba a nafta de 6.5 hp	1	33.000	33.000
	Cañones de riego Jolly, sectoriales, de caudales de 3000 a 5000 litros / hora	4	6.000	24.000
	Plastiducto reciclado de 2 pulgadas	300 metros	18	5.400
	Hidrantes con juegos de conexiones (Válvulas, rebose).	4	1.500	6.000
	Manguera plana de 2" tipo Layflat (las de bomberos).	150 metros (vienen de a 50)	180	27.000
	Control de hormigas*	2	42.500	85.000
IMPREVISTOS				60.000
TOTAL				339.100

* Control de hormigas: incluye arroz partido, hormiguicida biológico (hongo: Crebio o similar), tubinas (polainas) y pegamento.

Las herramientas solicitadas se complementan con las propias del PAGRO. Se calculan en base al número de cuadrillas teórico (4) y operarios de logística, pero en caso de inclemencias del tiempo se prevé acelerar la plantación en días que se deberán trabajar con más cuadrillas de plantación en simultáneo (6 u 8 cuadrillas).



6. Monitoreo

Por monitoreo entendemos el proceso sistemático de recolección y análisis de información sobre un conjunto de variables y procesos previamente determinados, con el propósito de constatar el avance generado con relación a los objetivos y metas, e identificar oportunamente los problemas y obstáculos para introducir correctivos y ajustes. La información relevada y sistematizada por el monitoreo aporta insumos para la evaluación de la experiencia piloto. Los objetivos del monitoreo se enmarcan dentro de lo que son los objetivos generales del proyecto respecto a asegurar la sobrevivencia de los individuos, a la vez que se reporta la capacidad de secuestro de carbono por parte de los montecitos implantados.

6.1. Estrategia de monitoreo de las experiencias piloto.

Los monitoreos tendrán una frecuencia semestral durante los dos primeros años, una instancia será durante la estación de verano y otra durante la estación de invierno. El Técnico/a encargado del monitoreo deberá contar con una cinta métrica, una vara reglada (de al menos 200 cm de longitud), y un dispositivo con conexión a internet (e.g: celular, tablet). Al momento de realizar el primer monitoreo se le deberá asignar una etiqueta indeleble con un código a cada ejemplar con el fin de realizar un registro en base a cada individuo.. Al momento del etiquetado se deberá documentar la ubicación espacial de cada individuo, a efectos de elaborar un plano detallado para cada bosque implantado. Los parámetros a monitorear serán los siguientes:

- I. Cobertura de copa. Esta se puede realizar mediante la utilización de un vuelo de dron sobre cada montecito de forma anual y de esta forma acompañar el desarrollo de los mismos. En caso de realizarse de manera visual se podrá utilizar alguna metodología basada en escalas (e.g. Braun-Blanquet 1972).
- II. Circunferencia del tallo medida en centímetros de cada individuo por debajo de la primera ramificación. A su vez, se debe especificar la altura respecto al suelo en que se realiza la medición.
- III. Altura total de los individuos (cm). Se realiza utilizando una vara reglada.
- IV. Sobrevivencia. A partir del registro previsto en el cuestionario respecto a: vivo/muerto.

Luego de realizado el inventario se deberá realizar los cálculos para estimar la tasa de supervivencia: $\% \text{ Supervivencia} = \frac{\text{plantas vivas}}{(\text{plantas vivas} + \text{plantas muertas})} \times 100$

Para el relevamiento en campo se deberá seguir los siguientes pasos:

1. Identificar el parche asignado para monitoreo.
2. Abrir el formulario de relevamiento de información: [Link](#)
3. Completar los campos del formulario.
4. Una vez completado el formulario enviarlo (presionar el botón).
5. La información relevada se sistematizará en una planilla electrónica ubicada en el repositorio gestionado por Vida Silvestre.

6.2. Estrategia de monitoreo de corto y largo plazo para estimación de carbono

6.2.1. Primera etapa (línea de base)

En base a los datos recolectados (diámetro y altura) del monitoreo de los primeros dos primeros años, se estimará en forma manual el crecimiento y almacenamiento de carbono. En este sentido, se estimarán el volumen, biomasa y carbono para cada individuo.

$$V = g * h * f$$

Donde:

V = Volumen (m³)

g = Área basal = $(\pi/4) D^2$ (m²)

h = Altura total (m)

f = Factor de Forma

D = Diámetro de referencia

Esta fórmula considera al fuste como la proporción (f) de un cilindro cuya base tiene un diámetro equivalente al diámetro de referencia (D) y su altura es h. La proporción f corrige la verdadera forma del árbol, en relación a la fórmula de volumen de un cilindro. Al no existir datos nacionales de factor de forma para las especies del bosque nativo, se sugiere utilizar un factor de forma conservador de 0,5.

Para cada parcela se estimará la biomasa de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Bi_i = Vi * Di * FEB_i$$

Donde:

Bi: biomasa aérea de la especie i (kg.ha⁻¹);

Vi: volumen de la especie i (m³.ha⁻¹);

Di: Densidad específica de la madera de la especie i (kg.m⁻³);

FEB_i: factor de expansión de biomasa de la especie i. Cociente entre la biomasa aérea total y la biomasa de los fustes.

La biomasa arbórea aérea (Mg.ha⁻¹) será calculada como la sumatoria de los valores de biomasa por especie. Ante la falta de datos de fracción de carbono para las especies arbóreas nativas, se utilizará la fracción de carbono de la materia seca sugerido por las Directrices del IPCC de 2006 para bosques templados y utilizados a nivel nacional (MVOTMA 2019). La fracción promedio es de 0,47 (0,47 – 0,49) para todos los compartimentos del árbol. En este sentido la biomasa se convierte a C aplicando el valor de 0.47.

Para cada una de las especies plantadas se asignará previamente la densidad de madera de acuerdo a la bibliografía de referencia (Chave et al., 2009; McPherson et al., 2016; Zannet et al., 2009).

6.2.2. Segunda etapa

6.2.2.1 Uso de la herramienta i-Tree Eco

[iTree](#) es un conjunto de aplicaciones de evaluación de beneficios para los árboles que ayuda a planificadores urbanos, profesionales de la silvicultura y la población en general a comprender el valor económico, social y ambiental de los árboles en contextos urbanos. iTree proporciona una variedad de herramientas para medir los beneficios de los árboles, como la mejora de la calidad del aire, la

reducción del ruido, el aumento del valor de las propiedades y la mejora de la salud mental y física. Dentro de este conjunto de herramientas se encuentra iTree Eco. iTree Eco permite la evaluación cuantitativa de distintos servicios ecosistémicos a través de variables de composición y estructura de los bosques urbanos.

6.2.2.2. Estrategia de monitoreo

Esta segunda etapa deberá ser considerada al momento en que los ejemplares lleguen a un diámetro de 2.5 cm. Esto se debe a que árboles por debajo de este tamaño no son considerados por la herramienta para el cálculo de captura de carbono. Además los árboles más pequeños presentan dificultades para medir con precisión, pudiendo conducir a errores en las estimaciones. Se estima que a partir del segundo año de crecimiento prácticamente todos los arboles cumplirán con esta condición. El monitoreo para la estimación de carbono tendrá una frecuencia cada tres años. Los datos a relevar serán los mismos que los tomados durante la etapa del monitoreo de línea de base:

- Diámetro a la altura del pecho (1,3 m) o en caso de no llegar se deberá medir por debajo de la primera ramificación.
- Altura total del ejemplar (m)

Si bien con los datos mencionados anteriormente es suficiente para realizar una estimación general, se puede realizar mejoras en las estimaciones mediante la incorporación de información específica sobre Montevideo. Para ello se han identificado las siguientes etapas para ingresar la información correspondiente de Montevideo:

- Contactar USDA y solicitar el ingreso de Montevideo a la plataforma de i-tree Eco.
- Proveer información taxonómica de las especies a ser consideradas y características de las mismas (e.g. tasa de crecimiento, densidad de madera).
- Proveer información climática (temperatura, precipitaciones) y ambiental (calidad de aire) de estaciones meteorológicas cercanas y actualizar esa información anualmente.

6.2.2.3. Uso de tecnología de teledetección para la estimación de carbono

Los estudios de estimación del carbono basados en teledetección han utilizado principalmente modelos que vinculan el almacenamiento de carbono a los datos de NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada) obtenidos a partir de imágenes multispectrales con o sin mediciones in situ (es decir, en tierra). Sin embargo, durante la última década, ha crecido el interés por el uso de la teledetección y el alcance de la luz aerotransportada (LiDAR). LiDAR es un método activo de teledetección que utiliza rayos láser para medir la distancia desde un objeto en tierra hasta la plataforma portadora. Las alturas de los objetos se obtienen como las distancias entre los retornos en tierra y los retornos en la parte superior del objeto. Dado que el LiDAR tiene potencial para medir la dimensión vertical, es eficaz para cartografiar atributos fundamentales de los ecosistemas. En el campo de la silvicultura, puede mejorar los análisis individuales basados en árboles tanto a escala urbana como regional. La información adquirida a partir de LiDAR puede ayudar a evaluar la estructura tridimensional (3D) de los atributos de los árboles, incluidas las alturas de los árboles y las métricas del dosel arbóreo.

Referencias Bibliográficas

- Braun-Blanquet, J. (1978). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume Ediciones, Madrid. *Wikum, D. A., GF Shanholtzer*, 323-329.
- Chave J, Coomes D, Jansen S et al. (2009) Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*. 12:351-366.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories (H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe [Eds.]). Japan: IGES.
- MVOTMA. (2019). Tercer informe bienal de actualización a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 462pp.
- McPherson, E. G., van Doorn, N. S., & Peper, P. J. (2016). Urban tree database and allometric equations (Vol. 253). Albany, CA, USA: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
- Zanne, A.E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., Chave, J. (2009) Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum. Dryad Digital Repository. <https://doi.org/10.5061/dryad.234>.

