



UNIVERSIDAD DE CHILE

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

MEMORIA DE TÍTULO

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BOSQUES MIYAWAKI DE
BOLSILLO COMO INFRAESTRUCTURA VERDE
PARA LA COMUNA DE ÑUÑO A, SANTIAGO**

ESTEBAN IGNACIO LARA GRAU

**Santiago, Chile
2024**



UNIVERSIDAD DE CHILE

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

MEMORIA DE TÍTULO

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BOSQUES MIYAWAKI DE
BOLSILLO COMO INFRAESTRUCTURA VERDE
PARA LA COMUNA DE ÑUÑO A, SANTIAGO**

**PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF MIYAWAKI POCKET FORESTS
AS GREEN INFRASTRUCTURE FOR THE
COMMUNE OF ÑUÑO A, SANTIAGO**

ESTEBAN IGNACIO LARA GRAU

**Santiago, Chile
2024**



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BOSQUES MIYAWAKI DE BOLSILLO COMO INFRAESTRUCTURA VERDE PARA LA COMUNA DE ÑUÑO A, SANTIAGO

Memoria para optar al título
Profesional de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

ESTEBAN IGNACIO LARA GRAU

PROFESOR GUÍA

Sr. Alvaro G. Gutiérrez.
Ingeniero Forestal, Ph. D.

CALIFICACIONES

7,0

PROFESORES EVALUADORES

Sra. Paola Velázquez.
Arquitecta, Dr.

6,5

Sr. Gerardo Soto M.
Ingeniero Forestal, M.S. Dr.

Firmado digitalmente
por Gerardo Soto
Mundaca

6,7

**Santiago, Chile
2024**

ÍNDICE

RESUMEN	1
“SUMMARY”	2
INTRODUCCIÓN	3
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
MARCO CONCEPTUAL	5
Infraestructura Verde	5
Bosques urbanos como elemento clave en un sistema de infraestructura verde	5
Restauración ecológica como herramienta para el desarrollo de bosques urbanos	6
Principios rectores del método Miyawaki como bosques urbanos de bolsillo	6
Sucesión ecológica	7
Vegetación natural potencial	7
Restauración de suelo	8
Cooperación, estratificación y densidad	8
Servicios ecosistémicos de los bosques de bolsillo	9
Principal limitante de los bosques de bolsillo	11
METODOLOGÍA	12
Área de estudio	12
Descripción lineamientos claves y formulación de criterios	14
Formación vegetacional de referencia y selección de especies	15
Identificación de sitios potenciales de la comuna de Ñuñoa	17
Selección preliminar	17
Selección y caracterización de sitios	17
Jerarquización de sitios	19
Sintetizar un análisis FODA de la comuna para la implementación de la propuesta	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
Lineamientos claves para una implementación exitosa de los bosques de bolsillo	21
Interés y compromiso de las partes interesadas	22
Evaluación de la idoneidad y factibilidad de un sitio potencial	23
Formación vegetacional natural de referencia y selección de especies	23

Estructura del bosque	26
Diseño de un bosque de bolsillo.....	28
Viverización y plantación.....	30
Restauración de suelo	31
Mantenición	34
Monitoreo, evaluación y adaptación.....	35
Criterios formulados para la selección de sitios	37
Régimen de propiedad y entorno.....	37
Usos actuales y evaluación de la seguridad de la tenencia del sitio.....	38
Comunidades asociadas e infraestructuras de servicios	38
Disponibilidad de riego	38
Elementos obstaculizantes	39
Superficie a intervenir	40
Protección del sitio y seguridad pública.....	40
Cobertura arbórea y sombramiento	41
Vegetación actual del sitio.....	41
Otros aspectos.....	42
Sitios potenciales de la comuna de Ñuñoa para la generación de bosques Miyawaki de bolsillo.	42
Preselección de sitios.....	42
Selección y caracterización sitios.....	43
Jerarquización	44
Análisis FODA para la implementación de la propuesta en la comuna de Ñuñoa.....	45
Recomendaciones claves para tomadores de decisiones	46
CONCLUSIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
APÉNDICES	62
Apéndice I. Entrevista enfocada a profesionales que trabajen en proyectos relacionados al método Miyawaki.....	62
Apéndice II. Entrevista enfocada a profesionales relacionados al desarrollo de infraestructura y áreas verdes	64
Apéndice III. Preguntas realizadas en visita a proyectos	65
Apéndice IV. Entrevista enfocada a integrantes del municipio de Ñuñoa	66
Apéndice V. Rasgos morfológicos y funcionales de las especies seleccionadas	67

Apéndice VI. Atributos funcionales de especies seleccionadas	69
Apéndice VII. Tolerancias y preferencias de suelos de cada especie	71
Apéndice VIII. Estado, ubicación y régimen de propiedad de sitios preseleccionados. ...	74

AGRADECIMIENTOS

Le dedico este logro a mis padres por todos sus esfuerzos dedicados a mis estudios y mi desarrollo personal y a mis hermanos por su eterna compañía y comprensión en este proceso.

Me gustaría agradecer enormemente a cada persona que fue parte de mi proceso universitario, sobre todo a aquellos que se convirtieron en grandes amigos y amigas de la vida. Igualmente, a mis compañeros de la infancia, grandes amigos y familia que han estado conmigo en cada momento.

A mis profesores de carrera, quienes me entregaron grandes conocimientos y sembraron una constante inquietud y curiosidad sobre nuestro medio ambiente y naturaleza, especialmente al profesor Álvaro quien me inspiró y acompañó en el desarrollo de esta memoria.

Finalmente, agradezco a los proyectos Conexus y Stgo+ por la inspiración para la elaboración de esta memoria y a cada persona que aportó en esta, tanto los entrevistados como quienes me recibieron en hermosos proyectos por la recuperación de nuestros bosques.

RESUMEN

La pérdida de servicios ecosistémicos disminuye la capacidad de las ciudades de mitigar y adaptarse a los efectos de los conductores del cambio global y amenaza la preservación de la biodiversidad vinculada a estos ambientes. La infraestructura verde, y especialmente el desarrollo de bosques Miyawaki, surgen como herramientas claves para afrontar el desafío de la pérdida de servicios ecosistémicos en ciudades. No obstante, la implementación de bosques Miyawaki no ha sido estudiada en profundidad en climas mediterráneos, como el de Santiago de Chile, y suele ser más costoso que una plantación convencional. Esta memoria tiene como objetivo generar una propuesta para la implementación de bosques de bolsillo Miyawaki con la intención de aportar a superar estas barreras. Mediante una recopilación bibliográfica y entrevistas semiestructuradas se describieron lineamientos claves para el desarrollo de este método, se formularon criterios para la selección de sitios potenciales, y se sintetizó en un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la comuna. Se analizaron variables climáticas para la selección de especies útiles para la creación de estos bosques en la ciudad de Santiago, y en específico a la comuna de Ñuñoa. A la vez, mediante la interpretación de imágenes satelitales y visitas a terreno se identificaron sitios potenciales. Como resultados se destacan 9 criterios para la selección de sitios y 9 lineamientos claves, entre ellos, la selección de 60 especies nativas. Además, se identificaron y caracterizaron 17 sitios con alto potencial para la creación de bosques de bolsillo dentro de la comuna, equivalentes en conjunto a 17.169 m². Ñuñoa presenta como principales fortalezas una valoración del uso de especies nativas y la creación de nuevo tipos de arbolado desde el municipio y una ciudadanía activa en temas relacionados al medio ambiente. A modo de conclusión, la participación ciudadana y el vínculo entre actores públicos y privados es clave para superar las principales limitantes del método. Se sugiere en este sentido implementar monitoreos participativos de los bosques establecidos. Finalmente, se sugiere profundizar en el conocimiento de volúmenes de riego idóneos para las plantas seleccionadas de manera de asegurar el establecimiento de la plantación y optimizar los costos de mantención.

Palabras clave: Bosques urbanos, rehabilitación ecológica, arbolado urbano, selección de especies, sitios potenciales.

“SUMMARY”

The loss of ecosystem services decreases the capacity of cities to mitigate and adapt to the effects of the drivers of global change and threatens the preservation of biodiversity linked to these environments. Green infrastructure, and especially the development of Miyawaki forests, emerge as key tools to address the challenge of the loss of ecosystem services in cities. However, the implementation of Miyawaki forests has not been studied in depth in Mediterranean climates, such as that of Santiago, Chile, and is usually more expensive than a conventional plantation. This report aims to generate a proposal for the implementation of Miyawaki pocket forests with the intention of contributing to overcoming these barriers. Through a bibliographic compilation and semi-structured interviews, key guidelines for the development of this method were described, criteria were formulated for the selection of potential sites, and it was synthesized in an analysis of strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT) of the commune. Climatic variables were analyzed for the selection of species useful for the creation of these forests in the city of Santiago, and specifically in the commune of Ñuñoa. At the same time, potential sites were identified through the interpretation of satellite images and field visits. The results highlight 9 criteria for site selection and 9 key guidelines, among them, the selection of 60 native species. In addition, 17 sites with high potential for the creation of pocket forests within the commune were identified and characterized, collectively equivalent to 17,169 m². Ñuñoa presents as its main strengths an appreciation of the use of native species and the creation of new types of trees from the municipality and an active citizenry on issues related to the environment. In conclusion, citizen participation and the link between public and private actors is key to overcoming the main limitations of the method. In this sense, it is suggested to implement participatory monitoring of established forests. Finally, it is suggested to deepen the knowledge of suitable irrigation volumes for the selected plants in order to ensure the establishment of the plantation and optimize maintenance costs.

Keywords: urban forests, ecological rehabilitation, urban trees, species selection, potential sites

INTRODUCCIÓN

La sustitución de superficies vegetadas por edificaciones y otras infraestructuras impermeables han mermado la capacidad de los sistemas naturales de proveer diversos servicios ecosistémicos (Vásquez, 2016). En un mundo cambiante e incierto, esta pérdida de servicios ecosistémicos cobra especial preocupación si se pretende generar urbes activas en la mitigación de las fuentes de esta incertidumbre, los conductores del cambio global, entre ellos el cambio climático. Con el desafío, además, de crear ciudades en constante adaptación para aminorar sus diversos impactos, entre ellos, el riesgo que sufre la preservación de la biodiversidad (Hamin y Gurrán, 2009; Ipinza *et al.*, 2021).

La ciudad de Santiago de Chile no ha estado exenta de estos fenómenos. Los efectos del cambio climático en conjunto al avance de la frontera urbana y otras diversas causas antrópicas han generado la pérdida de hábitat para innumerables especies (Vásquez-Grandón *et al.*, 2018), amenazando directamente la conservación de la biodiversidad en un sitio considerado “hotspot” a nivel mundial (Arroyo *et al.*, 2006; Ipinza *et al.*, 2021).

En paralelo, el aumento de las temperaturas medias, olas de calor, y sequías que ocurren con mayor frecuencia en la zona central de nuestro país, repercuten directamente en la calidad de vida y bienestar de las personas (Seneviratne *et al.*, 2021; Ramajo, 2022). Dicho fenómeno se intensifica en ciudades que carecen en su planificación y gestión de un enfoque dirigido a responder efectivamente a estas externalidades y la incertidumbre asociada (Kim y Lim, 2016).

Ahora bien, existe un elemento clave para hacer frente a estos desafíos, la “Infraestructura Verde” (IVe) (Vásquez, 2016), es decir, una red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población humana (Benedict y McMahon 2002). La infraestructura verde considera diversos elementos del paisaje que entregan distintos servicios ecosistémicos, pero uno en particular requiere especial atención al ser un componente estructural del paisaje urbano como conector crítico de los procesos ecológicos que se desarrollan en las urbes, los bosques urbanos (Vásquez, 2016).

Los bosques naturales han sido históricamente reducidos y fragmentados en la ciudad de Santiago, encontrando refugio en sectores reducidos de la periferia y algunos cerros islas (Fernández, 2011; Schulz, *et al.*, 2011). Por aquello, fomentar la restauración de bosques dentro de la ciudad de Santiago mediante la búsqueda de metodologías que permitan la implementación efectiva de este tipo de IVe es vital si se pretende potenciar la conectividad ecológica y fomentar la adaptación y mitigación al cambio climático para aumentar los niveles de resiliencia de los sistemas socio-ecológicos y cumplir con los objetivos de la IVe (Vásquez, 2016; Valladares *et al.*, 2017).

Un método de restauración de bosques en contextos urbanos que está ganando interés

internacional es el método Miyawaki o “bosques de bolsillo” (Lewis, 2022). Este método se basa en principios que buscan aumentar la resiliencia y velocidad de desarrollo en comparación a otro tipo de arbolado urbano o método de reforestación (Urban Forest Company [UFC], 2020). Como característica de la IVE, los bosques desarrollados bajo este método poseen una alta multifuncionalidad derivada de los diversos procesos ecológicos que en ellos ocurren. A modo de ejemplo, algunos de los servicios que estos aportan son: una reducción de las temperaturas a escala local; mejorar la calidad del aire y secuestro de carbono; mejorar la capacidad de infiltración y percolación del agua en los suelos; y aportar en la conservación de la biodiversidad (UFC, 2020).

Por tales razones, en el marco del proyecto Stgo+ para generar un sistema de infraestructura verde en Santiago de Chile, y con el objetivo de generar alternativas para hacer frente a los múltiples desafíos que enfrentamos como sociedad, es que surge la idea de desarrollar una propuesta para la implementación de bosques de bolsillo Miyawaki. Para esto, se realizó una descripción de lineamientos claves con el fin de servir como guía para la implementación de proyectos que busquen crear bosques de bolsillo en este contexto socio ecológico. Además, usando como piloto la comuna de Ñuñoa, se identificaron sitios potenciales donde poder implementar estos bosques y se detallaron ciertos lineamientos respecto a las condiciones comunales. Realizando, por último, una síntesis, de las condiciones locales y la gestión municipal para el desarrollo de la propuesta mediante un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), y de recomendaciones claves que pueda servir como modelo a los tomadores de decisiones para su eventual replicación en otras comunas del país.

Objetivo general

Desarrollar una propuesta para la implementación de bosques urbanos bajo el método Miyawaki en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana.

Objetivos específicos

1. Describir lineamientos claves para el éxito en la puesta en marcha y desarrollo de los bosques de bolsillo Miyawaki.
2. Identificar sitios potenciales de la comuna de Ñuñoa para la generación de bosques urbanos Miyawaki.
3. Sintetizar un análisis FODA de la comuna para la implementación de la propuesta.

MARCO CONCEPTUAL

Infraestructura Verde

Tradicionalmente, los espacios verdes en las ciudades han sido concebidos de forma aislada y mono funcional como elementos inconexos del paisaje, enfatizando casi exclusivamente en los beneficios sociales ligados a la recreación, ocio y belleza escénica, dejando de lado muchos otros beneficios ecológicos y sociales que podrían entregar (Thompson, 2002; Riveros *et al.*, 2015; Vásquez, 2016). Tal como se mencionó previamente, el concepto de infraestructura verde surge como una aproximación que pretende, al mejorar la articulación entre los sistemas naturales y los sistemas sociales, reconciliar el crecimiento urbano con la conservación y restauración de los procesos ecológicos, replanteándose la visión que se tiene de las áreas verdes urbanas y los espacios donde interactúan naturaleza y sociedad (Riveros *et al.*, 2015; Vásquez, 2016).

Una de las propiedades fundamentales de la IVE es que es entendida como un sistema, por lo cual debe ser planificada y gestionada como tal, implicando una preocupación por las propiedades inherentes de este sistema como la complementariedad y una distribución equitativa. Además, la IVE debe estar conectada, es decir, que los espacios verdes que componen este sistema deben estar vinculados espacialmente, permitiendo el movimiento de personas, especies de fauna, agua, viento y materia viva entre sus diversos elementos (Benedict y McMahon, 2006; Hansen y Pauleit, 2014). La IVE también es diversa, multiescalar y multifuncional, lo cual significa que los elementos que la componen tienen un origen y características singulares y, por tal, para cada elemento existen acciones apropiadas y modelos de gestión particulares según el detalle territorial al que pertenecen, cumpliendo cada cual diversas funciones y entregando simultáneamente diversos beneficios (Benedict y McMahon, 2006; Hansen y Pauleit, 2014; Vásquez, 2016; Cortés, 2022).

Bosques urbanos como elemento clave en un sistema de infraestructura verde

Uno de los elementos principales de una red de infraestructura verde que tiene efectos directo en la calidad de vida de las personas es el arbolado urbano (Townsend, 2006; Ministerio de Medio Ambiente [MMA], 2021; Cortés, 2022). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2016) define el arbolado urbano como “redes o sistemas que comprenden todos los bosques, grupos de árboles y árboles individuales ubicados en áreas urbanas, incluyendo, por tanto, los bosques, los árboles de las calles, árboles de parques y jardines y los árboles de rincones abandonados” (p. 2).

Se ha demostrado que un arbolado urbano sano y extenso tiene considerables efectos

positivos a niveles fisiológicos y sociológicos. La provisión de sombra, la reducción de temperatura, la purificación del aire y la belleza escénica son algunas de los beneficios que obtenemos de este tipo de IVE (Townsend, 2006; Ordóñez Y Duinker, 2013; UFC, 2020). Sin embargo, no todos los tipos de arbolado urbano poseen las mismas características y entregan las mismas funciones, la densidad de plantación, la biodiversidad y las características de las especies, son algunas de los factores que afectan en los beneficios, o bien en los costos y perjuicios ambientales, que recibimos las personas de este tipo de IVE (Cantón *et al.*, 2003; Fernández *et al.*, 2022). Por tal, los bosques urbanos desarrollados con el uso de especies nativas, complejos en sus dinámicas y estructuras, y con una notable capacidad de regeneración y resiliencia producto de sus múltiples mecanismos de adaptación, hacen de este tipo de arbolado urbano una de las soluciones basadas en la naturaleza más valiosas (UFC, 2020; “World Bank”, 2021).

Restauración ecológica como herramienta para el desarrollo de bosques urbanos

En base al estado de los bosques urbanos naturales en la ciudad de Santiago, la restauración ecológica (RE), entendida como una actividad deliberada que busca restablecer un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido en relación con su salud, integridad y sostenibilidad (“Society for Ecological Restoration” [SER], 2004), tiene el potencial de contribuir a crear este tipo de infraestructura verde, mejorar elementos preexistentes y potenciar la conexión entre ellos (Valladares *et al.*, 2017).

Ahora bien, la restauración de ecosistemas completamente naturales no es posible en las áreas urbanas, sin embargo, es posible la restauración de la integridad funcional y los procesos naturales de auto mantenimiento que potencien los servicios ecosistémicos de los ecosistemas naturales, sin la necesidad de recuperar necesariamente la estructura original del ecosistema (Miyawaki *et al.*, 1987), lo cual, bajo ciertos preceptos, es entendido como un tipo de RE, conocida como “rehabilitación ecológica” (Mola *et al.*, 2018). A grandes rasgos, esta rehabilitación ecológica debe dar una perspectiva de futuro, considerando en esto las dimensiones sociales, políticas, económicas y éticas (SER, 2004; Corporación Nacional Forestal [CONAF], 2015). Para esto debe ser flexible y pragmática, teniendo en cuenta los cambios de clima y de uso del suelo, al mismo tiempo que promueve mecanismos de participación ciudadana que validen antes, durante, y después cualquier proyecto (Valladares *et al.*, 2017).

Principios rectores del método Miyawaki como bosques urbanos de bolsillo

Este método de restauración de bosques nativos fue elaborado por el botánico japonés Akira Miyawaki (1928 - 2021) a comienzos de la década de los 80, desarrollando desde entonces más de 550 proyectos de bosques urbanos en variados suelos y climas a lo largo de Japón y

otros países (Miyawaki, 1999). Bosques desarrollados en sitios de diversa índole, desde fábricas y servicios públicos, como aeropuertos y centrales eléctricas, hasta recintos educativos, hospitalarios y lugares ligados a elementos naturales como bordes de ríos y montes (Miyawaki *et al.*, 1987). La particularidad de este método, por lo cual ha generado tal interés internacional (Lewis, 2022), es la velocidad de crecimiento en su desarrollo y la capacidad que poseen de auto sustentarse luego de los primeros años de vida (Miyawaki *et al.*, 1987; Miyawaki 1998, 1999; UFC, 2020).

Pese a los múltiples proyectos de bosques de bolsillo Miyawaki, existen pocos resultados en un largo plazo que respaldan el éxito de este método en climas áridos o mediterráneos. Schirone *et al.* (2011), son los autores del único estudio que ha evaluado la efectividad del método Miyawaki en un clima árido, específicamente en la isla Sardinia, Italia, ubicada dentro de la cuenca del mediterráneo. En este estudio, los autores comparan dos proyectos de reforestación convencionales con el método Miyawaki luego de 2 y 11 años de su creación, concluyendo que este último podría ofrecer un enfoque de reforestación más rápido y efectivo en un clima árido que los métodos convencionales, vislumbrando una serie de resultados que dan hincapié a potenciales adaptaciones del método para potenciar resultados exitosos en estos contextos climáticos, los cuales se mencionan debidamente en los resultados de este estudio. Ahora bien, pese a estas adaptaciones los principales rasgos que rigen al método siguen siendo los mismos, por aquello, para una mayor comprensión de este, a continuación, se presentan sus principales principios rectores.

Sucesión ecológica

Una de las bases para comprender el método es el concepto de la sucesión ecológica. Este es definido como un proceso en el cual la estructura, composición y funcionamiento de una comunidad de especies de plantas cambia a través del tiempo (Smith y Smith, 2007). En la visión convencional, una sucesión comenzaría con un terreno yermo que es colonizado por plantas anuales, que luego son sucedidas por pastos perennes y posteriormente por arbustos y árboles tolerantes al sol de rápido crecimiento, que finalmente dan paso a especies de plantas tolerantes a la sombra (Clements, 1916).

De modo contraintuitivo, Miyawaki comprobó en climas templados que al plantar directamente especies de una sucesión tardía se pueden restaurar bosques cuasi-naturales auto sustentados en entornos urbanos en un plazo de 15 a 20 años, es decir, sin requerimientos de insumos externos a partir de los primeros 2 a 3 años de crecimiento (Miyawaki, 1998, 1999; UFC, 2020). Este hecho lo diferencia de los métodos convencionales de restauración de bosques adoptados en climas áridos que han demostrado que requieren largos periodos de tiempo y costos de gestión para la restauración completa de ecosistemas boscosos (Schirone *et al.*, 2011; UFC, 2020).

Vegetación natural potencial

Akira Miyawaki nombró Vegetación Natural Potencial (VNP) a la vegetación clímax que sería capaz de sostener un sitio en particular en el caso teórico que no existiera intervención antrópica, siendo por tal aquella vegetación más adaptada a las condiciones locales (Miyawaki, 1999). Para determinar la VNP de cada sitio en el cual desarrolló un proyecto, el botánico japonés realizó un detallado estudio sobre parches de bosques conocidos como “Chinju no Mori”, bosques santuarios ubicados alrededor de templos sintoístas “Shinto shrines” en Japón. Estos parches de vegetación nativa son zonas que no han sufrido intervención antrópica por décadas, y por tal, guardianas de comunidades de la VNP. Estos estudios buscaban comprender las relaciones interespecíficas y las condiciones físicas del sitio con el objetivo de reconstruir los patrones potenciales en el desarrollo de la vegetación, los cuales se utilizaban como guías en el diseño de la restauración de bosques (Miyawaki y Golley, 1993).

Restauración de suelo

A lo largo del proceso de sucesión ecológica la vegetación modifica las condiciones previas del suelo. La adición de materia orgánica proveniente de la vegetación que es reemplazada, los efectos generados por la penetración de las raíces en el suelo, la actividad de la fauna edáfica que se desarrolla, etc., modifican las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, generando las condiciones idóneas que permiten el desarrollo de una nueva vegetación que finalmente se convertirá en un bosque (Miyawaki, 1999).

El método Miyawaki comprende la importancia de las condiciones del suelo que permiten el crecimiento y desarrollo de la vegetación natural potencial y, por tal, uno de los principios elementales en el desarrollo de bosques bajo el método Miyawaki consiste en la recuperación y restauración de los suelos (Miyawaki *et al.*, 1987; Miyawaki, 1999; Schirone *et al.*, 2011; Bruns *et al.*, 2019). En los resultados de esta investigación se detallan diversos aspectos sobre este punto, pero en términos generales, esta restauración se basa en la descompactación de la primera capa de suelo, la adición de insumos orgánicos, y la utilización de mantillo o “mulch” (Miyawaki, 1999; Schirone *et al.*, 2011; Bruns *et al.*, 2019), entendido este último como una capa de material vegetal usado como cobertura de suelo (FAO, 2023a).

Cooperación, estratificación y densidad

El método Miyawaki aboga por la cooperación entre especies vegetales como forma de aumentar la resiliencia y velocidad de desarrollo (Miyawaki, 1999). En base a este concepto, el método propone una plantación estratificada en alta densidad. Esto quiere decir el plantar diversas especies de árboles en una densidad de plantación entre 2 a 7 por m², considerando que estas especies pertenezcan a diversas capas en relación con el espacio que ocupan de forma altitudinal dentro del bosque, lo cual se conoce como estratificación (UFC, 2020). Este tipo de plantación, según UFC (2020) y Miyawaki (1999), genera bosques aproximadamente 30 veces más denso o bien con 30 veces más de superficie de áreas verdes que un césped mono estrato.

Servicios ecosistémicos de los bosques de bolsillo

Como característica de la IVE, los bosques de bolsillo desarrollados bajo el método Miyawaki poseen una alta multifuncionalidad derivada de los diversos procesos ecológicos que en ellos ocurren. Algunos de los servicios ecosistémicos que entregan los bosques Miyawaki se detallan a continuación.

Protección de la biodiversidad

Según la UFC (2020) la biodiversidad en un bosque Miyawaki es en promedio 18 veces mayor que en otro tipo de arbolado urbano. Ottburg y Lammertsma (2021), en el monitoreo de 11 bosques Miyawaki de aproximadamente 250 m², ubicados en los Países Bajos, encontraron más de 298 especies diferentes de plantas de las 40 plantadas en un inicio, además de 636 especies de animales. En un estudio preliminar realizado por Ottburg *et al.* (2018) se destacó un incremento significativo de la biodiversidad edáfica, igualando los niveles de biodiversidad de un bosque maduro de la zona. Por otro lado, Long *et al.* (2019), mencionan que los árboles establecidos en bosques urbanos albergan menos parásitos que árboles aislados.

A nivel local, Héctor Valenzuela (comunicación personal, 4 de junio, 2023), presidente de la agrupación del Parque San Mateo, lugar de desarrollo de un proyecto de bosques de bolsillo, comenta: “en los núcleos de bosques Miyawaki he observado Loicas que hace más de 10 años no veía en el lugar”. Además, participantes de un proyecto del hospital Sotero Del Rio recalcan, “luego de la plantación hemos notado mayor presencia de aves de distinto tipo”.

Reducción de temperatura

La presencia de cobertura forestal en entornos urbanos influye directamente en las temperaturas mínimas en el verano en un radio de 500 metros (Howe *et al.*, 2017). En esta línea, al interior de fragmentos de bosques urbanos de *Acer rubrum* la temperatura es en promedio 1,3 °C menor que el entorno inmediato (Long *et al.*, 2019). Específicamente en bosques Miyawaki, la temperatura del aire en un parche de 250 m² es un 1 °C más frío que la temperatura del aire sobre una calle. Respecto a la temperatura del suelo, en el centro de un bosque puede ser incluso 20 °C menor que en un entorno pavimentado adyacente un día de verano (Ottburg y Lammertsma, 2021).

Reducción de contaminación atmosférica

Los árboles son capaces de reducir la contaminación de CO, NO₂, O₃, PM_{2.5} y SO₂, ya sea a través de procesos metabólicos como por intercepción de estos contaminantes mediante sus hojas y cortezas (Nowak *et al.*, 2018). Simultáneamente, las copas de los bosques pueden limitar que el aire de la capa superior al dosel se mezcle con la capa del aire bajo el dosel, mejorando significativamente la calidad del aire a nivel de suelo. Sin embargo, puede producirse el efecto contrario en caso de existir contaminación bajo el dosel (Nowak *et al.*, 2018).

Secuestro y almacenamiento de carbono

Según la UFC (2020) los bosques Miyawaki de 100 m² tienen la facultad de absorber 50,7 kg de CO₂ al año, lo equivalente a 2/3 del consumo de una persona europea al año. Ottburg y Lammertsma (2021) determinaron un secuestro promedio de 127,5 kg CO₂ para bosques entre 1 a 5 años de una superficie de 250 m², secuestro que debería aumentar de forma continua hasta incluso 50 años después de la siembra a un nivel estable de 250 kg de CO₂ anuales.

La mayor parte de absorción de carbono en un bosque ocurre en los bordes, debido probablemente, a una mayor disponibilidad de nitrógeno, luz, y un microclima más cálido. Producto de este efecto, los bosques pequeños, como los bosques de bolsillo Miyawaki, al poseer una proporción perímetro/área mayor en comparación a grandes bosques tienden a absorber más carbono por unidad de superficie (“Ghent University”, 2021).

Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo

En palabras de la FAO (2023a) “la cubierta vegetal previene la erosión del suelo y garantiza la fertilidad del suelo mediante procesos biológicos naturales como la fijación del nitrógeno”. Además, entre más parecido un sistema a un bosque natural en tanto a su estructura de cubierta, espaciado de árboles y cubierta vegetal, menos posibilidades hay de erosión del suelo.

Regulación de los flujos de agua

Según la FAO (2023b), los bosques influyen en la cantidad de agua disponible y en el ciclo temporal del suministro de agua. Esta regulación ejercida por los bosques se debe a diversos procesos que se desarrollan tanto en la cubierta de copas como en la superficie y bajo la superficie del suelo. A su vez, la mejora estructural del suelo genera efectos positivos en la capacidad de infiltración y percolación del agua. Por consiguiente, la gestión forestal sostenible es fundamental para la regulación de los flujos de agua, permitiendo la recarga de las fuentes de suministro en casos de escasez hídrica. En el estudio realizado por Ottburg y Lammertsma (2021) se midió que en el total de los 11 “Tiny Forest”, se habían recibido e infiltrado más de 6 millones de litros de aguas lluvias.

Moderación de fenómenos extremos y estabilizadores de suelo

“Los ecosistemas y los organismos vivos crean amortiguadores contra las catástrofes naturales. Reducen los daños causados por inundaciones, tormentas, tsunamis, avalanchas, desprendimientos de tierras y sequías” (FAO, 2023b). El mismo Miyawaki (2014) comprobó en los terremotos y tsunamis ocurridos en Japón el año 2011 que aquellas edificaciones rodeadas de coberturas forestales con especies nativas, en especial aquellas plantadas bajo este método, presentaban considerablemente menos daños estructurales que aquellas edificaciones cercanas a plantaciones de coníferas. Buriló *et al.* (2011) respaldan esta conclusión al señalar que una vegetación diversificada conforma un sistema matriz complementario al incluir diversas raíces del tipo adventicia y pivotantes, aspecto importante con relación a la estabilidad del suelo.

Reducción de ruido, salud y bienestar

Según Ow y Ghosh (2017) un bosque maduro en condiciones óptimas, es decir, cuando existe una densidad media alta, de un espesor de 20 m y troncos de unos 20 cms, puede llegar a reducir el ruido del entorno en 10 db, al igual que barreras convencionales.

Por otro lado, el contacto con espacios verdes dentro de la urbe tiene un efecto positivo en el bienestar y salud de las personas. A niveles físicos, los espacios verdes fomentan el incremento de la actividad cardiovascular y otorgan la oportunidad de respirar “aire fresco” generando efectos positivos en el sistema respiratorio. Al mismo tiempo, el estar en contacto con entornos verdes genera una disminución significativa del cortisol, hormona relacionada con el estrés, con efectos positivos significativos en casos de depresión y ansiedad (Tyrväinen *et al.*, 2005; European Environmental Agency, 2011). Además, los espacios verdes son potenciales sitios de interacción y encuentros sociales, y el compartir un espacio de recreación, generar círculos sociales y sentirse parte de un grupo genera diversos beneficios físicos, sociales y espirituales (Townsend, 2006). Aspecto destacado por Héctor Valenzuela (comunicación personal, 4 de junio, 2023) respecto al aumento de visitas e instancias de encuentro a raíz de la restauración del Parque San Mateo.

Principal limitante de los bosques de bolsillo

Los proyectos de bosques de bolsillo son usualmente más costosos que una plantación convencional producto de la alta densidad de plantas y la mano de obra requerida (Miyawaki, 1999; Schirone *et al.*, 2011). No obstante, Miyawaki (1993), sugiere en un análisis preliminar que el retorno de la inversión promedio es de \$2,25 por cada \$1 invertido, retorno que no incluye todos los servicios ecosistémicos potenciales.

Respecto a los costos específicos en el contexto del estudio, Héctor Valenzuela (comunicación personal, 4 de junio, 2023) proporcionó los valores evaluados por el mismo en el desarrollo de un bosque de bolsillo. En específico, un parche de 550 m², sin cierre perimetral, considerando 4 bancas y una densidad aproximada de 2 plantas por m², más las enmiendas orgánicas para mejorar el suelo (20 m³ de guano de caballo), tiene un costo aproximado de \$4.000.000, es decir, \$7.272 por m². Schirone *et al.*, (2011) comentan que, si este nuevo enfoque de reforestación resulta ser más caro, será importante tomar medidas para hacerlo económicamente ventajoso, producto de la necesidad y la oportunidad del método para reducir los tiempos para una restauración ecológica.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio del proyecto es la comuna de Ñuñoa, una de las 32 comunas de la provincia de Santiago de la Región Metropolitana en la zona central de Chile (Figura 1). Posee una superficie de 16,9 km², dentro de la cual conviven 255.823 personas de un total de 8.242.459 que viven en la Región Metropolitana. De estas, 124.749 son hombres y 131.074 son mujeres, concentrando más del 50 % de la población el grupo etario entre 30 y 64 años. En cuanto a aspectos sociales, la comuna tiene una tasa de pobreza por ingresos de un 0,9 %, muy inferior a la media regional y país de un 5,4 % y 8,6 % respectivamente (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN], 2021).

En cuanto a las áreas verdes, al año 2014 existían 6 m²/habitante de áreas verdes consolidadas dentro de la comuna, valor por debajo del estándar de 10 m²/habitante para la Región Metropolitana (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago [GOREMS], 2014). Las principales áreas verdes de Ñuñoa son los parques Ramon Cruz, Pucará, Juan Moya, Juan XXIII y San Eugenio.

En cuanto a la vegetación natural potencial, la comuna de Ñuñoa es parte de la formación vegetacional del Bosque esclerófilo andino, ubicada dentro de la región del matorral y osque esclerófilo, según la caracterización hecha por Gajardo (1994). En la misma línea, respecto a los pisos vegetacionales caracterizados por Luebert y Pliscoff (2017), dentro de la comuna de Ñuñoa podemos encontrar los pisos de Bosque espinoso mediterráneo andino de *Acacia caven* - *Baccharis paniculata* y del Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* – *Prosopis chilensis*. Puede afirmarse que, producto del alto grado de urbanización de la comuna, actualmente no existen áreas donde persistan comunidades vegetales nativas intactas (GOREMS, 2014).

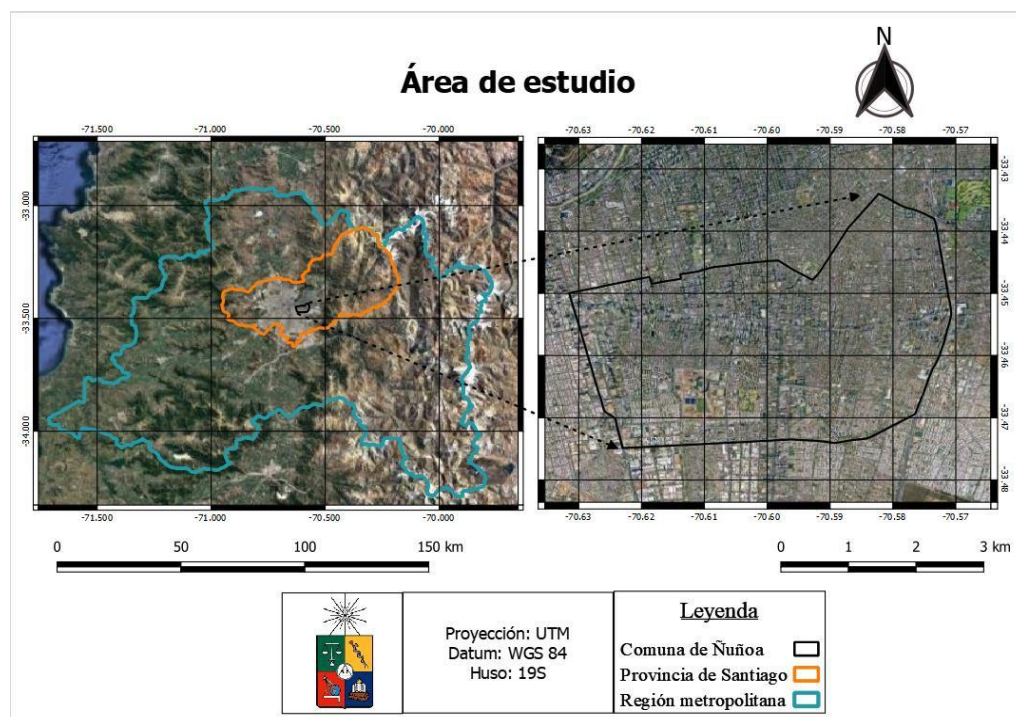


Figura 1. Área de estudio.

Respecto al clima, según la clasificación climática actualizada de Köppen-Geiger (Sarricolea *et al.*, 2016), la zona central de Chile, desde los 32°30'S a los 39°32'S, presenta predominantemente climas templados del tipo mediterráneo con inviernos lluviosos (Csb y Csc) con sus variantes de altura e isotérmicos (Csb (h) y Csb'), destacándose además la presencia de climas áridos con precipitaciones del mismo tipo (BSk (s)) en la zona norte y precordillerana de Santiago. En cuanto a las variables que definen este tipo climático, en base a los datos de la estación meteorológica de Quinta Normal, durante el periodo comprendido entre 1972 y 2011 la temperatura media anual de Santiago fue de 15,7 °C, con un promedio anual de temperaturas máximas y mínimas de 34,5 °C y -1,9 °C respectivamente (Fernández *et al.*, 2022). En relación con las precipitaciones, durante el periodo registrado entre 1957 y 2006, Santiago presentaba un promedio anual de 323,7 mm (Fernández *et al.*, 2022). En específico a la comuna de Ñuñoa, durante el periodo histórico entre 1980 y 2010 la precipitación promedio anual registrada consta de 353 mm y la temperatura media del periodo estival e invernal corresponde a 20,2 °C y 9 °C, respectivamente (MMA, 2016). Ahora bien, desde el año 2009 el clima de Santiago se puede definir más como un clima semiárido cálido (BSH) que un clima templado mediterráneo, registrándose en el periodo entre 2012 y 2021 precipitaciones medias anuales de 188,4 mm y temperaturas máximas anuales en promedio de 36 °C (Fernández *et al.*, 2022). Periodos secos y de altas temperaturas que probablemente se acentúen en el futuro (Ramajo, 2022).

Descripción lineamientos claves y formulación de criterios

Se describieron los principales lineamientos claves según aspectos técnicos, ecológicos y sociales que rigen el éxito del método Miyawaki, adaptado según el contexto bioclimático del área de estudio. Además, se formularon criterios para la identificación de sitios potenciales para el desarrollo de este tipo de arbolado urbano. La metodología para ambos se basó en lo propuesto por Guix (2008) y Seid (2016) como procedimientos para el análisis cualitativo de entrevistas y el análisis de contenido.

En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica de una serie de documentos de carácter científico que hayan aplicado o estudiado algún aspecto del método Miyawaki, con especial énfasis en aquéllos aplicados en un clima del tipo árido o semiárido que tuvieran, idealmente, resultados exitosos en un plazo superior a los 10 años. Además, se consideraron estudios que analizaran la funcionalidad del arbolado urbano en su generalidad, así como proyectos, programas, estudios y manuales que abordan las temáticas de infraestructura verde y de restauración ecológica, en sentido amplio. De esta revisión bibliográfica se extrajo el marco general de la investigación, así como preguntas esenciales y los tópicos principales abordados en las fases posteriores (Guix, 2008).

Las principales fuentes analizadas consistieron en 4 entrevistas del tipo semiestructurada. Por un lado, se entrevistó a tres expertos dedicados a la generación de proyectos de restauración de bosques basados en los principios del método Miyawaki en entornos urbanos o periurbanos y a un especialista encargado de desarrollar líneas de investigación relacionadas a temas de urbanismo, espacios públicos e infraestructura verde en la ciudad de Santiago.

Los entrevistados fueron 1) Gabriel Orrego, ingeniero forestal de la Universidad Católica, magíster en ecología y conservación de bosques de la Universidad de British Columbia, cofundador de Symbiotica; 2) Juan Gueneau, ingeniero agrónomo de la Universidad Católica, miembro de Bosko; 3) Francisca Fernández Cano, profesora de la Escuela de Arquitectura y Paisaje, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Central de Chile, profesional a cargo del proyecto Jardín Biodiverso; y 4) Paola Velásquez Betancourt, académica de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile, doctora en urbanismo de la “Universite Paris XII” que desde el año 2016 se encuentra trabajando en el proyecto Stgo+ para la creación de una red de infraestructura verde en la ciudad de Santiago. Tanto Symbiotica como Bosko son empresas que se encuentran trabajando actualmente en proyectos relacionados al método Miyawaki en la ciudad de Santiago y, por tal, agentes idóneos para poder dilucidar el conocimiento pragmático en torno al método. Por su parte, Jardín Biodiverso tiene como objetivo generar una vinculación con el medio y la conservación de la biodiversidad a través de la creación de módulos experimentales de vegetación en un sitio eriazo frente al Parque Almagro en el corazón de Santiago, donde se han probado diversas técnicas de plantación y restauración, entre ellas una adaptación del método Miyawaki. Las entrevistas realizadas se detallan en los Apéndices I y II respectivamente.

El análisis de estas entrevistas consistió en lo siguiente: Primero se realizó una grilla separada por ejes temáticos sobre los principales tópicos extraídos de la revisión bibliográfica, los cuales sirvieron también en un principio para elaborar la guía de las entrevistas. Luego, cada entrevista fue grabada y posteriormente transcrita lo más literal posible, considerando en conjunto anotaciones del entrevistador consideradas de relevancia. Ya con los registros textuales, se procedió a identificar los fenómenos considerados significativos, asignándole un código específico a frases textuales según al eje temático relacionado. Cabe mencionar que se utilizó el método de la codificación abierta, es decir, si bien se partió de una serie de categorías previamente establecidas, estas fueron ampliadas según lo que surgió del análisis de la información que no se viera reflejado en las categorías previamente establecidas (Guix, 2008; Seid 2016). Lo cual permitió una mejora continua de la guía de la entrevista y su posterior análisis. Finalmente, se realizó un análisis de la grilla por eje temático, identificando los aspectos principales y las recurrencias y divergencias de cada cual, con el objetivo de generar una síntesis sistematizada como conclusiones de las interrogantes de la investigación.

Por otro lado, y de forma complementaria a las entrevistas, se realizó una observación en terreno de diversos proyectos en la ciudad de Santiago donde se han implementado bosques de bolsillo Miyawaki, o bien adaptaciones de este, con la intención de obtener información tanto de las observaciones propias como de las observaciones de las personas vinculadas directamente con la mantención y cuidado de los bosques. Esta última información se obtuvo mediante preguntas dirigidas con el objetivo de resolver controversias o bien respaldar conclusiones del análisis previo (ver Apéndice III). En específico, se visitaron 5 proyectos, 2 de ellos pertenecientes a recintos hospitalarios, el hospital Sótero del Río, con un bosque de 6 meses, y el hospital Calvo Mackenna, de una antigüedad de casi 2 años, donde se desarrolló una adaptación del método con la inclusión de especies ornamentales florales, con un enfoque más paisajístico. Se visitó también los bosques presentes en el Parque San Mateo de Curacaví, a cargo de la organización comunitaria Corporación Ecológica San Mateo, con una superficie total intervenida de más de 1000 m² en espacio público; el bosque desarrollado en el Parque Mahuida, con un bosque principal de 600 m² de casi 1 año de antigüedad, a cargo de trabajadores del parque y abierto al público del parque; y, por último, el bosque del Liceo Bicentenario de niñas de Maipú de alrededor de 6 meses.

Formación vegetal de referencia y selección de especies

Según Marino *et al.* (2011), los principales aspectos que determinan la distribución y la adaptabilidad de las especies son la temperatura estival, el régimen térmico invernal y el déficit hídrico. Con el objetivo de considerar la potencial influencia del cambio climático, producto de su efecto sobre la alteración de estas variables, en la distribución de las formaciones de referencias, y por tal las especies de la zona de estudio, se siguió la siguiente metodología.

Se obtuvieron desde la base de datos de la grilla climática, desarrollada en el proyecto

ARCLIM del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), los promedios históricos (1980-2010) de las temperaturas medias máximas del periodo estival, las temperaturas medias mínimas del periodo invernal y las precipitaciones acumuladas promedio para todo Chile. Luego, con el uso de la misma grilla, se obtuvieron los cambios de estos parámetros climáticos para la comuna de Ñuñoa según las proyecciones futuras al año 2060 bajo el escenario climático RCP8.5. Utilizando esta información, se identificaron aquellos píxeles relacionados a los promedios históricos que presentaran valores similares a las proyecciones futuras de la comuna para estas variables. Posteriormente, con el uso de las capas de pisos vegetacionales de Luebert y Pliscoff (2017) y las formaciones vegetacionales de Gajardo (1994), se procedió a identificar a qué formaciones naturales y pisos vegetacionales corresponden cada uno de estos píxeles, obteniendo una serie preliminar de formaciones vegetacionales de referencia y las especies que en estos se desarrollan.

Por otro lado, se identificaron especies aptas para la comuna según el estudio de CONAF (2023), donde, usando una metodología similar del presente estudio para la identificación de variables climáticas, los autores identificaron la tolerancia bioclimática actual y futura de 100 especies nativas para cada comuna nacional, diferenciando variables dentro de áreas urbanas consolidadas. Por último, como complemento, se identificaron las especies que han sido utilizadas en los proyectos de bosques Miyawaki visitados dentro de la ciudad de Santiago.

Dentro del total de especies identificadas se seleccionaron aquellas que apunten a incorporar la multifuncionalidad que debe otorgar la infraestructura verde (Valladares *et al.*, 2017), cumpliendo los criterios planteados por Arcos-LeBert *et al.* (2021) como aspectos claves que deberían presentar las especies vegetales plantadas en la ciudad de Santiago, ordenados a continuación según importancia relativa: presentar follaje del tipo perenne; bajo requerimiento hídrico y, por ende, tolerantes a condiciones de climas áridos y cálidos que presenten eventos de temperaturas extremas y sequías prolongadas; arquitectura del follaje que suministre sombra de calidad; propiciar la fertilidad y calidad del suelo; ser fuente de alimento para polinizadores nativos, que otorguen alimento y/o hábitat para especies de fauna nativa; que no presenten perjuicios ambientales que afecten el bienestar de la población; y, por último, el suministro de otro tipo de servicios ecosistémicos, tales como producción de alimento o fuente de materias primas.

Finalmente, se elaboraron cuadros resúmenes con las principales funciones ecológicas, las condiciones ambientales que propician el establecimiento y desarrollo de cada especie, y los atributos biológicos fundamentales de cada una, tales como altura, tipo de follaje y estrato forestal. La información a partir de la cual se elaboraron estos cuadros resúmenes se obtuvo principalmente de las siguientes fuentes: Alfaro *et al.* (2023); Hoffman (2012); de la página web del MMA (<http://especies.mma.gob.cl>, visitado el 4 de octubre del 2023); Fuentes-Castillo *et al.* (2012); Badano *et al.* (2005); y de las páginas web del Ministerio de Educación [MINEDUC] (<https://www.curriculumnacional.cl/estudiantes/Aprendo-de-Flora-y-Fauna/Plantas/308975:Plantas>, visitado el 5 de octubre del 2023) y del vivero Pumahuida (<https://www.pumahuida.cl/>, visitado el 5 de octubre del 2023). Para cada aspecto descrito se consideró la información consensuada entre estas fuentes, en caso contrario, de no existir consenso, o bien que algún aspecto no fuera considerado por la totalidad de estos, se

consideró la información brindada en el orden de autores recién listado. Cabe mencionar que no todas las especies se encontraban descritas en la totalidad de fuentes revisadas.

Identificación de sitios potenciales de la comuna de Ñuñoa

La metodología empleada para la identificación de sitios potenciales para la generación de bosques de bolsillo Miyawaki se desarrolló en cuatro etapas: formulación de criterios; selección preliminar; selección y caracterización de los sitios; y, por último, la jerarquización de estos en cuanto a su potencialidad, entendida esta como la factibilidad de que los bosques Miyawaki sean puestos en marcha y desarrollados con éxito en un largo plazo (Rivas, 2005). A continuación, se describen los 3 últimos pasos aplicados.

Selección preliminar

Se seleccionaron como sitios disponibles para bosques bolsillos aquellos con un ancho mínimo de 4 m, no pavimentados, con suelo desnudo y escasa cobertura arbórea. La selección se realizó mediante la interpretación de imágenes de alta resolución espacial de la plataforma Google Earth Pro, obtenidas a través de la fuente Maxar Technologies con fecha de las imágenes del 9/5/2022, y a una escala mínima de 1:2000, conforme al rango de superficie de los sitios a evaluar, determinado entre 50 a 5000 m².

Los sitios preseleccionados se convirtieron en polígonos de una capa de información geográfica mediante el software QGIS y se calcularon las superficies aproximadas de cada uno de estos. Como complemento, se utilizaron capas de información geográfica sobre infraestructuras de servicios y red vial para obtener un acercamiento preliminar de ciertas características de los sitios tales como propietario, ubicación y tipo de infraestructura a la que pertenecen.

Selección y caracterización de sitios

Para la selección y caracterización de los sitios se construyó una ficha que permitiera evaluar de manera expedita el valor de cada sitio para la creación de bosques de bolsillo en base a los parámetros obtenidos en la formulación de criterios. Estos criterios evaluaron condiciones de gestión, condiciones de localización, condiciones físicas y condiciones ambientales de cada sitio (Rivas, 2005).

Posterior a la confección de la ficha se visitó en terreno cada sitio preseleccionado y, en primera instancia, se seleccionaron aquellos que cumplieran con los criterios expresados a continuación en el Cuadro 1. Luego, los sitios que cumplieran con estos criterios se caracterizaron según las variables indicadas en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Criterios para la selección de sitios.

Criterios	Descripción y justificación
Usos actuales y futuros	Se seleccionaron aquellos sitios con usos compatibles o bien que la competencia por el uso del espacio no fuera suficiente para descartarlos según el criterio del autor.
Elementos obstaculizantes	Se descartaron aquellos sitios con presencia de cables aéreos y aquellos cercanos a infraestructura vial como señales de tránsito, esquinas y cruces. Se volvió a evaluar aquellos sitios preseleccionados que fueran parte de bandejones, platabandas o similares.
Superficie y dimensiones	Mediante el registro de coordenadas y el uso de QGIS se ajustaron los límites de cada sitio, obteniendo una estimación de la superficie, descartándose aquellos que debido a esto no cumplieran con los criterios de superficie (50 a 5000 m ²) y dimensiones (4 m de ancho) previamente establecidos.
Vegetación actual y cobertura arbórea	Se descartaron aquellos sitios con una cobertura arbórea superior al 30%, o bien, que ya presentarán iniciativas de plantación de individuos arbóreos y arbustivos en el total de su superficie. La cobertura arbórea se estimó en base a las ilustraciones de Etienne y Prado (1982).

Cuadro 2. Variables para la caracterización de sitios.

Variables	Descripción
Propiedad del sitio	Se clasificaron los sitios en 3 regímenes de propiedad: privados, públicos y colectivos.
Ubicación y entorno	Se caracterizó el sitio en relación con su entorno, es decir, si se encuentra inmerso en zonas residenciales, comerciales o bien mixtas. Se consideró además si estos se encuentran cercano a áreas verdes y se anotó la dirección vial del mismo.

(Continúa).

Cuadro 2. (Continuación).

Variables	Descripción
Infraestructuras de servicios y comunidades asociadas	Se caracterizó el sitio según era parte o no de alguna infraestructura asociada a un tipo de servicio, en un caso positivo, se anotó el tipo y nombre de ésta. Se consideró, además, si estas infraestructuras estaban o no vinculadas a comunidades consolidadas, por ejemplo, juntas de vecinos, cuerpo de bomberos, escuelas, entre otros.
Asolamiento	Relativo a la cantidad de radiación solar que recibe cada sitio, categorizados en sol directo (más de 6 horas de luz directa), sombra parcial (menos de 6 horas de luz o filtrada) o sombra (sin exposición directa) (Musalem, 2019). Considerando para la correcta estimación de estas horas la época donde se llevó a cabo la evaluación y otras condiciones del terreno tales como infraestructuras cercanas, pendiente o vegetación presente.
Acceso	En relación si el sitio contaba con elementos protectores que eviten el ingreso indiscriminado de personas o mascotas. Se diferencia entre sitios abiertos y sitios cerrados.
Fotografías y observaciones	Se tomaron fotografías y se anotaron observaciones generales consideradas de relevancia.
Criterios de selección	Cabe mencionar que los criterios usados para la selección de sitios también fueron considerados en la caracterización de estos.

Jerarquización de sitios

Para la jerarquización de sitios se utilizó el método “Scoring”, el cual consiste en la asignación de puntajes de acuerdo con una serie de criterios que tienen un peso determinado. La fórmula incorpora aquellos atributos de cada variable que se consideran más importantes, y, al mismo tiempo, cada variable se pondera para reflejar su importancia relativa a otras variables (Salazar *et al.*, 2019).

La ponderación de atributos, y el peso relativo de cada variable, entendiendo 1 como una variable de importancia muy baja, y 5 aquella de importancia muy alta, fue determinada por el autor del presente estudio y posteriormente validado por Gabriel Orrego (ver Cuadro 3).

Cabe mencionar que aspectos tales como cobertura arbórea y asolamiento no fueron considerados en la jerarquización, producto que los atributos de estos criterios no determinan en mayor o menor medida el potencial para la creación de bosques de bolsillo, sino que más bien determinan aspectos técnicos importantes de considerar (ver apartado Estructura forestal).

Cuadro 3. Valoración de variables y atributos.

Variable	Peso relativo	Atributos variables	Puntos
Propiedad	4	Colectiva	3
		Público	2
		Privado	1
Infraestructura	5	Recintos educativos y de salud	3
		Infraestructura asociada a comunidades	2
		Infraestructura no vinculada a comunidades	1
		No es parte	0
Usos	3	Área verde subutilizada	3
		Usos que no compiten	2
		Usos que compiten	1
Entorno	2	Residenciales	3
		Mixtas	2
		Comerciales	1
		Cercano a área verde	-2
Superficie	2	Entre 50 - 250 m ²	3
		Entre 250 - 1000 m ²	2
		Entre 1000 - 2000 m ²	1
		Más de 2000 m ²	0
Acceso	4	Cerrado	3
		Abierto	1

Finalmente, con los pesos de cada atributo y variable, se obtuvo la evaluación de cada sitio mediante una suma ponderada utilizando la siguiente ecuación (1).

$$Vs = \sum_{i=1}^n Pc_i * Pa_i$$

Ecuación 1

Donde:

Vs : Valor del sitio
 n : Cantidad total de variables
 Pc : Peso relativo de cada variable
 Pa : Puntaje de cada atributo

Sintetizar un análisis FODA de la comuna para la implementación de la propuesta

Esta síntesis pretende identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas mediante la herramienta del análisis FODA, la cual permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización determinada, en este caso la comuna desde un enfoque del municipio (Ruth *et al.*, 2015). Para esta síntesis se realizó una entrevista a Gustavo Jara y Carlos Maturana, ingenieros forestales de la Universidad Católica pertenecientes al Departamento de Aseo y Ornato de la municipalidad, encargados de diversos aspectos relacionados a la mantención de áreas verdes y arbolado (ver Apéndice IV). Como complemento, se realizó una revisión bibliográfica de planes, ordenanzas, actas de comisiones, proyectos o algún otro tipo de documento que tenga relación con el arbolado urbano y el desarrollo de áreas verdes de la comuna.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Lineamientos claves para una implementación exitosa de los bosques de bolsillo

De la investigación realizada se identificaron 9 lineamientos claves respecto a aspectos ecológicos, técnicos y sociales: Interés y compromiso de las partes interesadas; evaluación de la idoneidad y factibilidad de un sitio potencial; formación vegetal de referencia y selección de especies, estructura del bosque, diseño de un bosque de bolsillo; viverización y plantación; restauración de suelo; mantención; y monitoreo, evaluación y adaptación. Es importante notar que ciertos lineamientos son una guía a nivel general, es decir, que podrían ser aplicados a cualquier contexto independiente del área de estudio, y otros, son recomendaciones específicas para el área de estudio en 2 escalas, por un lado, respecto a las condiciones de la ciudad de Santiago y, por otro, de manera más específica, en relación con la comuna de Ñuñoa. A continuación, se describe en específico cada lineamiento.

Interés y compromiso de las partes interesadas.

El éxito en la consolidación a largo plazo de proyectos relacionados al desarrollo de infraestructura verde, la rehabilitación ambiental y el manejo forestal urbano, depende en gran parte del interés y compromiso de las partes involucradas y, por tal, de la capacidad del equipo a cargo de involucrar y articular diversos actores, desde la fase de planificación hasta la implementación, financiamiento, mantención y monitoreo de la IVE (Keenan, 2015, Valladares *et al.*, 2017; Ordóñez y Duinker, 2013; Gantt *et al.*, 2019; Cortés, 2022).

El municipio, al ser por normativa la entidad pública con la responsabilidad del desarrollo y mantenimiento de infraestructura verde urbana (MMA, 2021), es uno de los principales actores en la creación de bosques de bolsillo como ente articulador. Igualmente, la participación de la ciudadanía, en específico el grado de vinculación y compromiso de las personas relacionadas a cada sitio en particular, lo cual se ve potenciado con una participación desde fases tempranas de cada proyecto, posee un rol relevante en la validación, el éxito, y la sostenibilidad de estos en el tiempo, especialmente de aquellos proyectos inmersos en sitios públicos (entrevistados Francisca Fernández, Gabriel Orrego, Paola Velázquez y Juan Gueneau).

Por otro lado, la generación de alianzas público-privadas, que apunten a una gestión urbana del territorio, poseen el potencial de generar estrategias para la superación de diversas debilidades en la creación y transformación de áreas verdes (Ilustre municipalidad de Coronel, 2012; Cortés, 2022). Parte de los actores relevantes para la creación de estas alianzas son: propietarios de terrenos, con el fin de apadrinamiento de sitios para la creación de nuevas áreas verdes; instituciones gubernamentales para la creación de fondos, herramientas normativas, programas de capacitaciones y creación de instancias de diálogo y colaboración; empresas que aporten asistencia técnica en la implementación y mantención; privados como fuentes de financiamiento o recursos materiales (enmiendas orgánicas, plantas, etc.); instituciones académicas que fomenten la investigación; organizaciones no gubernamentales (ONGs) que aporten en temas de educación ambiental y un enfoque territorial a los proyectos; grupos voluntarios para la implementación de los bosques de bolsillo, entre otros (Ilustre municipalidad de Coronel, 2012; Cortés, 2022, Héctor Valenzuela, comunicación personal, 4 de junio, 2023).

Por último, vinculado a la participación ciudadana, los entrevistados destacan especialmente el potencial en la creación de bosques en espacios asociados a comunidades consolidadas, es decir, comunidades con un alto grado de organización vinculadas con un espacio. Los actores destacados especialmente por los entrevistados respecto a este punto son las instituciones educativas y recintos de salud, al poseer los bosques de bolsillo un potencial en la integración a la educación y terapias que en estos se realizan. Otros actores destacados son las juntas de vecinos e iglesias (ver apartado Comunidades organizadas e infraestructuras de servicios).

Evaluación de la idoneidad y factibilidad de un sitio potencial

Independiente de la versatilidad del método Miyawaki en cuanto a los sitios potenciales donde poder ser implementados, existen diversos factores que intervienen al momento de determinar la factibilidad e idoneidad de un sitio para convertirse en un bosque de bolsillo. Entre ellos, los entrevistados destacaron: régimen de propiedad y ubicación del sitio; disponibilidad de riego; usos actuales y futuros; presencia de elementos obstaculizantes; protección del sitio; vegetación y cobertura arbórea actual; y superficie a intervenir. El detalle de estos factores y otros aspectos considerados, extraídos de la recopilación bibliográfica, se pueden revisar en el apartado Criterios formulados para la selección de sitios.

Formación vegetacional natural de referencia y selección de especies

El entrevistado Juan Gueneau destacó la importancia de contar con un ecosistema de referencia que represente la imagen objetivo que se desea alcanzar en un proceso de restauración ecológica asociado a la creación de bosques de bolsillo. Este ecosistema generalmente se define en función de una versión del ecosistema potencial que existiría en caso de no haberse producido la degradación (Gantt *et al.*, 2019). Cabe mencionar que, existiendo diversos aspectos utilizados como atributos de referencia para un ecosistema (Gantt *et al.*, 2019), en la presente investigación se destacan como atributos claves para el desarrollo de bosques de bolsillo la diversidad estructural (principalmente estratos y diversidad espacial) y la composición de especies, centrándose en el concepto de formación vegetacional natural de referencia (VPN).

En esta investigación se determinaron para la comuna de Ñuñoa dos principales formaciones vegetacionales de referencia, los pisos vegetacionales del Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* - *Lithrea caustica* y el Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* - *Prosopis chilensis* (Luebert y Plischoff, 2017). Además, se determinaron tres formaciones complementarias, el Bosque espinoso abierto, el Bosque esclerófilo andino y el Bosque esclerófilo costero (Gajardo, 1994). Ahora, pese a considerarse como formaciones vegetacionales distintas, estudios recientes sugieren que el bosque espinoso es una etapa sucesional posterior a la degradación que bajo ciertas trayectorias pueden conducir al establecimiento de bosques esclerófilos (Root-Bernstein *et al.*, 2017). Considerándose por tal, más que formaciones de referencia aisladas, formaciones representativas de distintos estadios sucesionales.

Respecto a las formas de vida de las especies de los bosques de bolsillo, Miyawaki (1998) propone plantar aquellas de una sucesión intermedia y tardía de la VPN. Por su parte, Schirone *et al.* (2011), en vista de las dificultades que presenta la reforestación en ambientes áridos, proponen una adaptación que consiste en plantar, tanto especies de estadios sucesionales tardíos, como especies de un estado sucesional temprano, lo cual mejoraría la resiliencia de la comunidad vegetal. Ahora bien, acorde a una visión contemporánea, la dinámica de la vegetación se considera en su esencia cinética, es decir, no se asume la estabilidad de largo plazo del sitio ni la existencia de estados finales de la sucesión (Drury y

Nisbet, 1971). En esta dinámica, las interacciones biológicas, las características de vida de las especies, los gradientes de recursos y las fluctuaciones ambientales, así como la composición florística inicial, cobran relevancia en los componentes de una masa forestal de un estado sucesional relativamente estable (Egler, 1954; Drury y Nisbet, 1971; Glenn-Lewin y Van Der Maarel, 1992; Veblen *et al.*, 2010). Por tales razones, en el presente estudio no se clasifican las especies según un estado sucesional definido, sino como parte de los elementos bióticos y abióticos que interactúan en un estadio vegetacional a la vez dinámico y cambiante en su esencia.

Por otra parte, Miyawaki utilizaba principalmente árboles del dosel superior al comprobar que la vegetación de sotobosque colonizaba por sí sola los parches de bosques (Miyawaki *et al.*, 1987; Miyawaki y Golley 1993). Sin embargo, con el fin de aumentar la resiliencia y ofrecer mayores servicios ecosistémicos, tanto los entrevistados como Afforest (2021) y el “World Bank” (2021) recomiendan que los bosques urbanos estén compuestos de una mezcla de especies de árboles del dosel superior y especies del sotobosque, tanto arbustivas como herbáceas perennes. Esto es especialmente relevante en el contexto de la región Metropolitana, ya que las especies arbustivas, y especialmente las herbáceas, representan gran parte de la diversidad del bosque esclerófilo (entrevistada Francisca Fernández).

Respecto a la selección de especies vegetales, tanto Bruns *et al.* (2019) como Ottburg y Lammertsma (2021) recomiendan una riqueza inicial de 25 a 40 especies de plantas distintas para un bosque de una superficie entre 200 a 250 m². En el caso de Santiago, los proyectos visitados se componen desde 21 a 51 especies de plantas en el caso del bosque del Parque Mahuida. A continuación, en el Cuadro 4, se presentan las 60 especies vegetales seleccionadas como idóneas para la creación de bosques de bolsillo dentro de la comuna de Ñuñoa, junto a los requerimientos y tolerancias ambientales de cada una. Listado que también puede ser usado por quienes deseen desarrollar este tipo de infraestructura verde en la ciudad de Santiago en áreas con condiciones climáticas similares a la comuna. Los rasgos morfológicos, atributos funcionales, así como las preferencias y tolerancias de suelo de cada especie pueden verse en los Apéndices V, VI y VII respectivamente.

Cuadro 4. Especies, requerimientos y tolerancias.

Nombre	Tolerancias	Requerimiento Hídrico	Asolamiento
<i>Adesmia confusa</i>	Sequía	Bajo	Pleno Sol
<i>Alonsoa meridionalis</i>	-	Bajo/ Medio	Pleno Sol / S. P.
<i>Alstroemeria angustifolia</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Alstroemeria ligtu</i>		Bajo/ Medio	Pleno Sol / S. P.
<i>Austrocedrus chilensis</i>	Sequía / Vientos	Medio	Pleno Sol
<i>Azara dentata</i>	-	Bajo/ Medio	Pleno Sol
<i>Azara petiolaris</i>		Medio	Pleno Sol/ S. P.
<i>Baccharis linearis</i>	-	Bajo	Pleno Sol

(Continúa).

Cuadro 4. (Continuación).

Nombre	Tolerancias	Requerimiento Hídrico	Asolamiento
<i>Baccharis paniculada</i>	Sequía	Bajo	Pleno Sol
<i>Baccharis rhomboidalis</i>	-	Medio	Pleno Sol
<i>Beilschmiedia miersii</i>	-	Medio/ Alto	Pleno Sol / S. P.
<i>Caesalpinia espinosa</i>	Sequía / Vientos	Bajo	Pleno Sol
<i>Centaurea chilensis</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Cestrum parqui</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Cissus striata</i>	-	Medio	Pleno Sol / S. P.
<i>Colliguaja odorífera</i>		Bajo	Pleno Sol / S. P.
<i>Cryptocaria alba</i>	-	Medio	Pleno Sol / S. P.
<i>Cynara cardunculus</i>	-	-	-
<i>Eccremocarpus scaber</i>	-	Bajo/ Medio	Pleno Sol
<i>Ephedra andina</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Eryngium paniculatum</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Escallonia illinita</i>	-	Medio	Pleno Sol
<i>Escallonia pulverulenta</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Fabiana imbricata</i>	-	Medio	Pleno Sol
<i>Gochnatia foliolosa</i>	Se/ Vi / He	Bajo	Pleno Sol / S. P.
<i>Jubaea chilensis</i>	Heladas / Nieve	Medio/ Alto	Pleno Sol / S. P.
<i>Kageneckia oblonga</i>	Sequía	Medio	Pleno Sol / S. P.
<i>Lithraea caustica</i>	Sequía / Altas T°	Bajo	Pleno Sol/ S. P.
<i>Lobelia excelsa</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Lobelia tupa</i>	-	Bajo	Pleno Sol / S. P.
<i>Maytenus boaria</i>	-	Medio	Pleno Sol
<i>Monttea chilensis</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Mutisia retusa</i>	-	-	-
<i>Myrceugenia correifolia</i>	-	Medio	S. P.
<i>Nassella chilensis</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Pasithaea coerulea</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Peumus boldus</i>	-	Medio	Pleno Sol / S. P.
<i>Podanthus mitiqui</i>	-	Bajo/ Medio	Pleno Sol
<i>Porlieria chilensis</i>		Bajo	Pleno Sol / S. P.
<i>Prosopis chilensis</i>	Sequía	Bajo	Pleno Sol
<i>Proustia cuneifolia</i>	Sequía	Bajo	Pleno Sol
<i>Puya berteroniana</i>	Sequía	Bajo	Pleno Sol
<i>Puya chilensis</i>	Sequía	Bajo	Pleno Sol

(Continúa).

Cuadro 4. (Continuación).

Nombre	Tolerancias	Requerimiento Hídrico	Asolamiento
<i>Quillaja saponaria</i>	-	Bajo/ Medio	Pleno Sol / S. P.
<i>Satureia gilliesii</i>	Sequía	Bajo	Pleno Sol
<i>Schinus latifolius</i>	-	Bajo/ Medio	Pleno Sol / S. P.
<i>Schinus polygamus</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Senna candolleana</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Senna cumingii</i> <i>var.coquimbensis</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Solanum crispum</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Solenomelus pedunculatus</i>	-	-	-
<i>Sophora macrocarpa</i>	S/ V / H	Medio	Pleno Sol / S. P.
<i>Sphaeralcea obtusiloba</i>	-	Bajo	Pleno Sol
<i>Teucrium bicolor</i>	-	Bajo	Pleno Sol / S. P.
<i>Trevoa quinquinervia</i>	-	Bajo	Pleno Sol / S. P.
<i>Trevoa trinervis</i>	-	Bajo	Pleno Sol / S. P.
<i>Trichocereus chiloensis</i>	Sequía	Bajo	Pleno Sol
<i>Triptilion spinosum</i>	-	-	Pleno Sol
<i>Vachellia caven*</i>	Sequía	Bajo	Pleno Sol

S/ V/ H: Sequía, Vientos, Heladas; S. P: Sombra parcial; *: sinónimo de *Acacia caven*.

Si bien las especies seleccionadas cumplen en su mayoría los criterios propuestos por Arcos-Lebert *et al.* (2021), especies claves de las formaciones de referencia tales como *Acacia caven*, *Prosopis chilensis* y *Lithraea caustica*, que poseen gran potencial de resistencia a la sequía, entre otras características deseables a nivel ecológico, como la fijación de nutrientes (Peña-Rojas *et al.*, 2018; Alfaro *et al.*, 2023), aspectos morfológicos como la presencia de espinas, o bien la emisión de compuestos alérgenos, pueden presentar perjuicios ambientales poco valorados por la población (Bown y Fuentes 2021; Alfaro *et al.*, 2023). Esto puede presentar una limitante al uso de estas especies en el espacio público, sin embargo, producto de los múltiples beneficios e importancia de estas especies, se recomienda no limitar su uso y considerar aspectos de diseño que disminuyan el potencial efecto indeseado de estas.

Por último, los entrevistados destacan que la composición de especies de cada bosque variará según las características específicas del sitio a ser plantado como también producto de la oferta de plantas disponibles.

Estructura del bosque

Respecto a la estructura de los bosques de bolsillo se destacan 4 factores a considerar: la estratificación; la densidad de plantación; la abundancia de estratos y especies; y los patrones

de distribución.

En primer lugar, el bosque esclerófilo presenta mosaicos vegetacionales heterogéneos en cuanto a sus estratos, coberturas, y disposición de la vegetación, en función de las diferencias altitudinales y de exposición del espacio geográfico donde se desarrolla (Salinas *et al.*, 2018; Arancibia-Fortes *et al.*, 2020). Por tal, en base a las observaciones de Salinas *et al.* (2018), y en vista de una diversidad estructural funcional para los bosques de bolsillo (entrevistada Francisca Fernández), en el Cuadro 5 se pueden apreciar los estratos propuestos para estos bosques en la ciudad de Santiago. Cabe mencionar que especies clasificadas como xerófitas se clasifican dentro de los estratos catalogados como arbustivo alto y arbustivo bajo según corresponda.

Cuadro 5. Estratos propuestos para bosques de bolsillo.

<u>Estrato</u>	<u>Altura</u>
	m
Arbóreo alto	> 8
Arbóreo bajo	4 - 8
Arbustivo alto	2 - 4
Arbustivo bajo	< 2
Herbáceas perennes	-
<u>Enredaderas</u>	<u>-</u>

Respecto a los patrones de distribución de cada estrato y especie, en contraste con otros estudios que recomiendan seguir patrones aleatorios, o bien en fajas, lo cual podría ser útil en sitios con pendiente (Miyawaki *et al.*, 1987; Miyawaki, 1999; Schirone *et al.*, 2011; Bruns *et al.*, 2019), en base a lo enunciado por los entrevistados y Afforest (2021), se recomienda procurar que las especies de un mismo estrato y de la misma especie queden lo más separadas entre sí para disminuir la competencia intra e interespecífica y optimizar recursos escasos. Para esto, se recomienda ir distribuyendo desde el estrato superior y desde las especies más abundantes, con especial cuidado que las especies de mayor tamaño, y aquellas con aspectos morfológicos como presencia de espinas, queden principalmente en las zonas centrales o bien alejados de los caminos para evitar posibles intervenciones posteriores. Además, se recomienda generar zonas de semilleros con especies herbáceas producto de su escasez en viveros (entrevistada Francisca Fernández).

Respecto a la densidad de plantación, Donoso (1981) enuncia que el bosque espinoso fluctúa en densidades de 100 a 300 árboles y el bosque esclerófilo entre 100 a más de 5000 individuos leñosos por hectárea, considerando solo las especies más frecuentes, con una cobertura de copas del 100% al considerar el total de estratos, presentando menor nivel de cobertura en zonas más áridas y en sitios de ecotonos con el espinal. En contraste, la mayoría de los proyectos trabajan con densidades entre 2 a 3 plantas por m² (Miyawaki *et al.*, 1987; Miyawaki y Golley, 1993; Miyawaki, 1999; Schirone *et al.*, 2011; Ottburg *et al.*, 2018). En el estudio realizado en un clima templado mediterráneo, se probaron con éxito densidades de

0,86 y 2,1 plantas por m² (Schirone *et al.*, 2011). A su vez, en cuanto a los proyectos visitados, se han probado densidades entre 1,2 a 4 plantas por m².

Reforzando estas propuestas, pese a que usualmente en ambientes áridos se ha plantado en bajas densidades para evitar la competencia por el recurso hídrico, el proceso de facilitación que se puede lograr en plantaciones diversas, por ejemplo, follajes más densos que proporcionan frescura y sombra al suelo, podría prevalecer sobre los efectos de los procesos competitivos, teniendo un efecto positivo en la sobrevivencia y resiliencia de la comunidad (Schirone *et al.*, 2011; “Ghent University”, 2022). Sin embargo, según Vergara (2023), al parecer los bosques más similares al matorral arborescente, de densidades menores, se han podido adaptar mejor al contexto de sequía y olas de calor que parches de bosque esclerófilo húmedos y densos.

En torno a la abundancia de estratos y especies, el bosque espinoso, en comparación al esclerófilo, se caracteriza por presentar menor riqueza de especies y una mayor proporción de especies arbustivas respecto a las arbóreas (Gómez *et al.*, 2009; Letelier *et al.*, 2017). Por su parte, la vegetación esclerófila presenta mayor riqueza y abundancia de especies en aquellos sitios más sombríos y húmedos en contrario a aquellos sitios con una mayor radiación (Armesto y Martínez, 1978). Este aspecto es clave si consideramos que dentro de las urbes existe una heterogeneidad de condiciones micro climáticas producto de la forma urbana, es decir, la orientación de calles, altura de los edificios, materiales de construcción, la existencia de arbolado, entre otros aspectos, rigen variables climáticas como el régimen de temperaturas, viento, humedad relativa, radiación solar e iluminación, e inclusive las precipitaciones dentro de las ciudades en una microescala, entendida como espacios horizontales menores a 1 km (Cordero, 2014; Therán *et al.*, 2019).

A modo de aproximación, en base a Arancibia-Fortes *et al.* (2020) y Sandoval (2016) se recomiendan en sitios de mayor aridez una proporción del estrato arbustivo/ xerófito / arbóreo entre un 65 al 82 %, 5 al 10 % y 12 al 34 % respectivamente. En caso de sitios más húmedos y sombríos, esta proporción podría variar desde un 15 a un 60 %, de un 0 al 7 % y de un 35 a un 80 %.

En resumen, se proponen densidades entre 1 a 3 plantas por m², siempre y cuando se considere la composición de los diversos estratos y especies distribuidas de forma tal de optimizar los recursos económicos y la disponibilidad de plantas viverizadas (entrevistada Francisca Fernández). Además, se deben tomar en cuenta las particularidades de cada sitio que influirán en la densidad óptima, abundancia y composición del bosque.

Diseño de un bosque de bolsillo

En torno a este lineamiento clave se consideran cuatro aspectos fundamentales: el uso de elementos estructurales, dimensiones, la presencia de una comunidad marginal, y la presencia de elementos obstaculizantes, último aspecto desarrollado en el apartado Criterios formulados para la selección de sitios.

En relación con la inclusión de elementos estructurales, el diseñador puede considerar distintos elementos de relevancia según el contexto donde se implemente este bosque (Bruns *et al.*, 2019). En específico, se recomienda la inclusión de infografía educativa en bosques inmersos en espacios públicos o escuelas. En este último caso podría considerarse además la creación de un aula al aire libre inmersa dentro del bosque, potenciando los efectos físicos, psicológicos y sociales benéficos del contacto con la naturaleza (Tyrväinen *et al.*, 2005; Townsend, 2006; entrevistado Gabriel Orrego). Otros aspectos para considerar puede ser la inclusión de zona de juegos para niños o zonas de descanso (entrevistados Gabriel Orrego y Francisca Fernández).

Otros elementos de relevancia son aquellos que permiten la creación de nichos ecológicos que fomenten una mayor diversidad de ambientes, atrayendo diverso tipo de fauna (entrevistados Gabriel Orrego y Francisca Fernández). Microhábitats como montículos, estructuras de madera tipo perchas, estanques, acumulación de troncos y acumulaciones de piedras, pueden servir como albergues temporales o sitios de paso para fauna nativa (ver Figura 2), favoreciendo la dispersión por zoocoría y, por tanto, acelerando la recuperación y extensión del bosque (Ríos, 2011; Bruns *et al.*, 2019). En el proyecto Jardín Biodiverso se han observado especies del género *Liolaemus* en estos microhábitats (entrevistada Francisca Fernández). Otro tipo de estructuras que pueden considerarse son aquellos lugares estructurales propicios para el desarrollo de especies tipo enredaderas o semi trepadoras.



Figura 2. Elementos estructurales de proyectos visitados para la creación de microhábitats. Estanque (superior izquierda), restos de troncos (superior derecha), restos de troncos y reja para enredaderas (inferior izquierda) y acumulación de troncos (inferior derecha).

En cuanto a las dimensiones se recomienda un ancho mínimo ideal a lo largo de todo el bosque de cuatro metros, lo cual fomentaría el efecto de plantación en nucleación y entregaría la densidad y estructura de un bosque natural, fomentando la sensación de inmersión en la naturaleza por parte de las personas (Bruns *et al.*, 2019; Afforest, 2021; entrevistado Gabriel Orrego).

Por último, se propuso la consideración de lo que Afforest (2021) denomina comunidad marginal, es decir, un perímetro alrededor del bosque de mínimo un metro, compuesto generalmente de pastos perennes, que cumpla el rol de protección del sotobosque frente a temperaturas extremas y la entrada de animales o personas no deseadas al recinto. Esto se alinea con lo enunciado por López-Barrera (2004) respecto a qué, bordes de bosques más suaves, generan mayor flujo de organismos y menor flujo de variables físicas. Para mejores resultados se recomienda que esta comunidad sea plantada luego de unos 8 a 10 meses de la plantación del bosque para evitar posibles efectos adversos en el crecimiento de las especies plantadas inicialmente (Afforest, 2021).

Viverización y plantación

Por lo general, la cantidad de plantas utilizadas es el principal recurso en la creación de bosques de bolsillo, y, por ende, el principal costo y limitante producto de su disponibilidad (Afforest, 2021). Además de la cantidad, la calidad de plantas también es importante, el contar con un excelente stock de plantas con aspectos morfológicos específicos es fundamental para el éxito de una plantación en entornos hostiles, como es el caso de zonas de climas áridos con eventos de temperatura extremas, más aún dentro de entornos urbanos (Miyawaki, 1999; Schirone *et al.*, 2011; entrevistado Gabriel Orrego). No obstante, protocolos ineficientes en la producción de plantas en viveros se presenta como uno de los 3 principales cuellos de botella para cumplir con los objetivos de restauración del paisaje forestal en Chile (Bannister *et al.*, 2018).

En consideración de la escasez de plantas nativas viverizadas, tanto en cantidad y calidad, los entrevistados coinciden como estrategia para superar estas limitantes la arborización y creación de viveros comunitarios y/o municipales. Estrategia desarrollada actualmente en el plan de infraestructura verde de Coronel (Ilustre Municipalidad de Coronel, 2012). Su importancia radica en que, el montaje de viveros locales, en conjunto con las comunidades vinculadas al área a restaurar, da continuidad a los procesos en escalas temporales mayores, asegurando una propagación y crecimiento permanente del material requerido, promoviendo además el comercio justo y la visibilidad de las comunidades (Ríos, 2011; Cortes, 2022). Lo cual, a su vez, disminuye de forma drástica el costo de los proyectos y la dependencia de insumos externos, fomentando el desarrollo sustentable y la eficiencia en el desarrollo de áreas verdes (Ilustre Municipalidad de Coronel, 2012; Afforest, 2021). Ahora bien, el elevado costo inicial para la creación de viveros puede ser una limitante para el desarrollo de esta estrategia (entrevistado Gustavo Jara).

Por otro lado, respecto al momento de la plantación, Martínez-Herrera *et al.* (2023) enuncian

que las plantaciones forestales realizadas en invierno en Chile Central aumentan las probabilidades de sobrevivencia de las plantas establecidas. Para este momento, además, debe considerarse: no dañar las raíces de las plantas, direccionar el haz de las hojas en dirección norte para evitar el gasto energético para la planta que implican los movimientos fotonásticos y el uso de tutores (Bruns *et al.*, 2019; entrevistado Gabriel Orrego).

Restauración de suelo

Tal como se ha mencionado previamente, la restauración de suelos es una de las principales estrategias y probablemente uno de los principales factores de éxito del método (Miyawaki *et al.*, 1987; Miyawaki, 1999; Schirone *et al.*, 2011; Bruns *et al.*, 2019). Por ejemplo, en los parches de bosques desarrollados en el Parque San Mateo de Curacaví existe un claro contraste en el desarrollo y estado fitosanitario de individuos con y sin remediación de suelo (ver Figura 3) (Héctor Valenzuela, comunicación personal, 4 de junio, 2023).

El primer paso respecto a este proceso es realizar un estudio lo más acabado posible respecto a la presencia de elementos obstaculizantes, tales como cables y tuberías subterráneas (ver apartado Elementos obstaculizantes), y estudios sobre propiedades del suelo en cuestión. Entre estas destacan: textura, nivel de compactación (entrevistado Gabriel Orrego), presencia y cantidad de nutrientes, y presencia de sustancias tóxicas, especialmente si se considera el uso de especies comestibles (Bruns *et al.*, 2019). Ahora, pese a la importancia de este aspecto, el no contar con esta información no debería ser una limitante a la creación de bosques de bolsillo, factor comprobado en los parches del Parque San Mateo.



Figura 3. Contraste entre individuos de edades similares, plantados en fechas cercanas y en el mismo sitio, sin remediación de suelo (izquierda) y con remediación de suelos (derecha).

El siguiente factor clave es la correcta elección e incorporación de enmiendas orgánicas. Se destaca que la adición de materia orgánica a los suelos en los procesos de restauración en Chile central ha generado buenos resultados en la sobrevivencia y el crecimiento de diferentes especies leñosas, especialmente en regiones semiáridas (Becerra *et al.*, 2018). A continuación, en el Cuadro 6, se muestran la cantidad estimada de insumos según la clase textural de suelo en base a lo propuesto por Afforest (2021). Respecto a este último, se destaca que los materiales más usados en los proyectos visitados fueron compost maduro y estiércol de ganado o caballos.

Cuadro 6. Cantidad de enmiendas orgánicas según clase textural de suelo.

Textura de suelo	Enmienda de retención hídrica	Enmienda de aireación
	kg m ⁻²	kg m ⁻²
Arenoso	8	4
Arena arcillosa	6	4
Franco Arenoso	8	4
Franco limoso	6	6
Franco	5	5
Franco arcillo arenoso	6	7
Franco arcillo limoso	7	6
Franco arcilloso	7	6
Arcilla arenosa	7,5	7
Arcilla limosa	8	8
Arcilla	9	10

Fuente: Afforest, 2021

Gabriel Orrego (entrevistado) destaca, además, el potencial en el uso de micorrización para proyectos de bosques de bolsillo. En ámbitos agrícolas se ha demostrado que estos: aumentan la disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno, el potasio, el calcio, el zinc, el magnesio y especialmente el fósforo; mejoran el transporte y la absorción de agua en el vegetal, así como la resistencia de la planta huésped a la sequía; disminuye la presencia de plagas y, en general, aumenta la productividad (Noda, 2009; Arroyo, 2018).

Otro aspecto clave es el uso de mantillo como cobertura del suelo. El uso de mantillo protege a las plantas de la pérdida de humedad del suelo por el viento y la radiación; mejora las tasas de infiltración del agua; disminuye la temperatura del suelo, y por tal la evaporación de agua, reduciendo los requisitos de riego; controla la erosión eólica e hídrica por el impacto de gota de lluvia y escorrentía; aporta materia orgánica al descomponerse en humus, mejorando las propiedades químicas y físicas del suelo; reduce el crecimiento de hierbas no deseadas; previene plagas y enfermedades; y, además, puede determinar la organización y estructura de las comunidades vegetales a través de la germinación de las semillas, la sobrevivencia de

plántulas y el desarrollo de retoños vegetales (Sydes y Grime 1981, Guzmán-Grajales y Walker 1991; Yimer, 2020; Yépez, 2022).

Respecto del tipo de cobertura idónea, Schirone *et al.* (2011), afirman que el acolchado con material verde no parece efectivo mientras que el acolchado con material seco, al contener más contenido de lignina, permanecen más tiempo y forman más humus que el material verde o succulento, resultado útil en ambientes semiáridos (Galo y Flores, 1998). Se recomienda el uso entre un rango de 15 a 30 cm (Schirone, 2011; Bruns *et al.*, 2019; Afforest, 2021). El principal material usado son restos de trigo o algún otro cereal. Sin embargo, el uso de este material conlleva el riesgo de estar contaminado con semillas que eventualmente crecerán y conllevarán una amenaza al desarrollo del bosque, tal cual sucedió en los bosques del Parque Mahuida y del Liceo de Niñas de Maipú, lo cual se observó en la visita a terreno. En ambos bosques crecieron plantas de trigo donde en el primer caso pudo controlarse con constante mantención (cortes 1 vez por semana) y en el segundo implicó, junto a otros factores, la muerte de varios individuos en ciertos parches del bosque (ver Figura 4).

Cabe destacar, además, el gran potencial en el uso de hojas secas y/o restos triturados de las podas y residuos municipales como mantillo, lo cual implicaría una reutilización de los residuos y una disminución de los costos, aportando a la sustentabilidad económica y ecológica del proyecto, y disminuyendo las probabilidades de contaminación por semillas (entrevistado Gabriel Orrego). Esto ha sido aplicado por la Dirección de Medio Ambiente y de Aseo y Ornato de la municipalidad de Maipú en el bosque desarrollado en el liceo antes mencionado.

Finalmente, según lo observado en terreno, para el momento de preparación del suelo se recomienda una labranza mínima de 40 cms y máxima 1 m (Bruns *et al.*, 2019; Afforest, 2021). La profundidad óptima de descompactación variará según las condiciones particulares del suelo del terreno en específico. Se debe procurar mezclar de forma homogénea, tanto en altura y ancho, las enmiendas utilizadas (Afforest, 2021).



Figura 4. Contraste entre un parche contaminado con trigo con muerte de individuos (izquierda) y un parche sin contaminación (derecha).

Mantenición

Como ya se ha mencionado, los resultados de diversos estudios concuerdan que luego de 2 a 3 años de la plantación de un bosque de bolsillo, este no debería requerir mantención alguna (Miyawaki *et al.*, 1987; Miyawaki, 1999; Bruns *et al.*, 2019). Como regla general, la mantención ideal es aquella que requiera la menor intervención para permitir que el bosque crezca lo más naturalmente posible, lo cual conlleva también un ahorro de tiempo, recursos, energía y costos (Bruns *et al.*, 2019; entrevistado Juan Gueneau). En esta línea, la participación ciudadana cobra especial relevancia, ya que, una mantención independiente, es decir, aquella a cargo de comunidades organizadas (juntas de vecinos, comunidades educativas, ONGs, entre otras), disminuye los costos asociados a la mantención por parte de los municipios, lo cual aumenta la factibilidad para la implementación de nuevas áreas verdes (entrevistada Paola Velázquez). Dicho esto, en caso de un proyecto no vinculado a una comunidad, o bien en comunidades con dificultades para la mantención del bosque, el contar con gente específicamente a cargo de las actividades, por ejemplo, personal de la empresa a cargo de la mantención de áreas verdes municipales, es clave para facilitar la constancia en el cuidado (Héctor Valenzuela, comunicación personal, 4 de junio, 2023). En los proyectos visitados se corrobora que aquellos asociados a comunidades consolidadas, o bien con personas específicamente a cargo del cuidado del bosque, se encontraban en mejores condiciones y con una mayor tasa de supervivencia de los individuos plantados.

Es clave determinar qué actividades de mantención serán indispensables y cuales potencialmente podrían surgir (Gantt *et al.*, 2019). Afforest (2021) menciona dos aspectos claves para cumplir con estas actividades: generar acuerdos claros entre las personas que conforman la comunidad responsable de la mantención del bosque, para determinar quién será el responsable de cada actividad; y generar un calendario de manejo como forma de organización. A continuación, se detallan las dos principales actividades de mantención que son necesarias los primeros años de la plantación para asegurar su sobrevivencia y desarrollo.

En contextos semiáridos el riego es la principal actividad para asegurar la sobrevivencia de un bosque de bolsillo y cualquier proceso de restauración en los primeros años de desarrollo, y, por lo general, aquel que implica las mayores restricciones logísticas y altos costos, así como la principal limitante en el crecimiento, composición y distribución de las especies que se desarrollan (Donoso *et al.*, 2011; Becerra *et al.*, 2018; entrevistados Gabriel Orrego y Juan Gueneau). Sin embargo, un aspecto muy poco conocido en Chile es la cantidad o frecuencia de riego que se requiere para determinada especie y ambiente (Becerra *et al.*, 2018). Debido a estos antecedentes, se plantea como una buena alternativa desarrollar coeficientes que estimen el consumo hídrico de los bosques de bolsillo mediante, por ejemplo, la metodología de evapotranspiración de referencia (entrevistado Juan Gueneau).

A modo de guía general, en el Parque Mahuida se ha aplicado un riego por goteo aproximadamente entre 17 a 23 litros por m² a la semana, riego a cargo del personal del parque a cargo específicamente de la mantención del bosque. En el caso del Parque San Mateo en Curacaví, este ha sido regado vía gravedad con un aproximado de 15 litros por m²

a la semana en invierno y el doble en época estival. Respecto al momento ideal de riego, se recomienda que esté comprendido durante las primeras horas de la noche para aumentar su eficiencia, de modo tal que las plantas ya hayan asimilado el agua para iniciar la fotosíntesis durante el día (Ilustre Municipalidad de Coronel, 2012). Ahora bien, tanto Francisca Fernández (entrevistada) cómo Becerra *et al.* (2018) concuerdan que el riego debe ir en disminución hasta detenerse en algún momento si se quiere generar un ecosistema que no esté permanentemente subsidiado. No obstante, este aspecto debe ser cuidadosamente evaluado para evitar un aumento en la mortalidad producto de plantas aclimatadas a la presencia constante de humedad, aspecto hasta el momento no evaluado en Chile (Becerra *et al.*, 2018).

La otra principal actividad de mantención realizada en bosques de bolsillo es el desbroce de malezas. En contraste con otros estudios sobre el método Miyawaki, Schirone *et al.* (2011) llegaron a la conclusión que evitar el desbroce de todas las malezas parece ser oportuno en ambientes mediterráneos. Ramírez *et al.* (2010) respaldan esta conclusión al recomendar que, en proyectos de restauración en la zona mediterránea de Chile que opten por plantación directa, se debiera dejar las hierbas presentes en el sitio para evitar la insolación de los individuos plantados.

En conclusión, se recomienda deshierbar solo aquellas hierbas no deseadas que interfieran directamente en el crecimiento de algún individuo previamente plantado, es decir, aquellas que crezcan en el mismo espacio horizontal o vertical de estos y que les puedan generar algún tipo de problemas en el crecimiento. Respecto a esto, es clave identificar qué hierbas son consideradas “malezas” y cuales son deseadas, tales como hierbas nativas que pueden aportar en alimento para polinizadores y aportar para el ecosistema en general (Bruns *et al.*, 2019). A la vez, aquellas hierbas arrancadas se deberán incorporar como mantillo alrededor de los árboles, procurando que estas no tengan semillas formadas que puedan provocar la aparición de más hierbas de este tipo, en tal caso deberían ser descartadas (Miyawaki, 1999; entrevistado Gabriel Orrego). La periodicidad de deshierre recomendada por Bruns *et al.* (2019) es de al menos 1 vez cada dos meses, lo cual puede variar dependiendo de las condiciones específicas de cada sitio y la evaluación pertinente del ente a cargo de la mantención.

Monitoreo, evaluación y adaptación

Los entrevistados coinciden en la importancia de contar con procesos de monitoreo y evaluación de los bosques basados en un manejo adaptativo. Este tipo de manejo es una alternativa a la gestión convencional que permite una acción efectiva en sistemas socio ecológicos complejos. Es un proceso que puede mejorar las prácticas de gestión maximizando el aprendizaje de la experiencia al considerar las consecuencias de las acciones emprendidas en búsqueda de mejorarlas en un futuro, contribuyendo a mejores resultados para cumplir con los objetivos y metas propuestas, o modificar estos objetivos de ser necesario. En este proceso, se busca integrar además la incertidumbre asociada a estos sistemas, crucial en el contexto actual respecto a componentes como el cambio climático, la

administración comunitaria o la contribución pública (Ríos, 2011; Ordóñez y Duinker, 2013; Gantt *et al.*, 2019).

En un manejo adaptativo es clave realizar monitoreos participativos, ya que las comunidades asociadas a proyectos de restauración son quienes por lo general interactúan de manera constante con estos espacios, y, por tal, quienes poseen mayor facilidad en tomar datos (Ríos, 2011; entrevistado Gabriel Orrego). Gantt *et al.* (2019), destacan que las instancias de monitoreo de este tipo fomentan el encuentro, enseñanza y consolidación del tejido social, fortaleciendo a la vez la capacidad y el empoderamiento de las partes interesadas. Ottburg *et al.* (2018) y Ottburg y Lammertsma (2021) demostraron que es posible aplicar ciencia ciudadana en el monitoreo de bosques de bolsillo asegurando la constancia y veracidad de los datos. No obstante, pese al reconocimiento de su importancia, en la actualidad existen pocos casos de monitoreo de bosques de bolsillo a nivel mundial, menos aún a nivel país. En consideración de esto, los entrevistados concuerdan en la importancia de generar esquemas de monitoreo estandarizados respecto a la periodicidad y método de evaluación de los datos. Dicho esto, el rol de investigadores de diversas disciplinas es clave para la creación e implementación de estos monitores participativos. (Ríos, 2011; entrevistada Francisca Fernández). Ahora bien, Gantt *et al.* (2019), plantean que los monitoreos participativos suelen ser más beneficiosos cuando estos métodos son relevantes para la ciudadanía involucrada más que estar basados en enfoques científicos convencionales.

Algunas consideraciones importantes respecto al monitoreo que caben mencionar son: los objetivos del programa de monitoreo deben definirse al mismo tiempo y en concordancia con los objetivos de cada proyecto; deben definirse escalas temporales; los indicadores y la metodología deben estar claramente establecidos y ser fácilmente implementados mediante procesos participativos; ser reproducibles a futuro; contar con registro fotográfico y una bases de datos digital; y, por último, tener sitios de referencia como criterios de comparación (Ríos, 2011; Gantt *et al.*, 2019). Ottburg *et al.* (2018) sugieren en específico para los bosques de bolsillo contar, además, con un grupo grande de voluntarios y contar con un buen manual de orientación y asistencia técnica.

A continuación, se proponen una serie de indicadores para la evaluación de los bosques de bolsillo en la ciudad de Santiago en base a lo propuesto por Ottburg *et al.*, (2018) y por Gabriel Orrego y Juan Gueneau (entrevistados) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Potenciales indicadores de monitoreo.

Indicadores de rendimiento	Indicadores de biodiversidad
1. Crecimiento en altura de arbustos y árboles.	1. Aumento en diversidad de plantas.
2. Tasa de supervivencia general.	2. Abundancia y diversidad de aves.
3. Tasa de supervivencia por especie.	

(Continúa).

Cuadro 7. (Continuación).

Indicadores de rendimiento	Indicadores de biodiversidad
4. Diámetro a la altura del pecho (DAP).	3. Diversidad de fauna edáfica.
Indicadores de provisión de servicios ecosistémicos	Indicadores de aspectos sociales
1. Secuestro de carbono.	1. Valoración de las comunidades asociadas.
2. Reducción de temperatura del aire.	2. Aumento en la frecuencia de visitas y uso del espacio.
3. Infiltración de agua.	3. Cuidado e involucramiento de la comunidad con el bosque.

Criterios formulados para la selección de sitios

Se formularon 9 criterios relevantes para la selección de sitios con el objetivo de desarrollar bosques de bolsillo Miyawaki: propiedad y ubicación del sitio; usos actuales y seguridad de la tenencia a futuro; comunidades asociadas e infraestructuras de servicio; disponibilidad de riego; presencia de elementos obstaculizantes; superficie a intervenir; protección del sitio y seguridad pública; cobertura arbórea y sombramiento; y vegetación actual del sitio. Además, se identificaron otros aspectos, en base a Afforest (2021).

Ahora bien, pese a su importancia, debido a la complejidad que implica evaluar estos aspectos, así como la imposibilidad de acceder a muchos de los sitios, no se evaluaron los criterios de disponibilidad hídrica, el compromiso de las potenciales partes interesadas, la vegetación actual, y aspectos ligados a la calidad de suelo.

Régimen de propiedad y entorno.

Un aspecto clave que determinará en gran medida las estrategias y acciones potenciales para implementar un bosque de bolsillo está relacionado con el régimen de propiedad y el entorno circundante del sitio a evaluar (entrevistada Paola Velázquez). Aspectos tales como: fuentes de financiamiento, actividades de mantención, y el compromiso de partes interesadas, están ligadas a este aspecto, que a su vez tendrán repercusión en otros factores como las especies a utilizar y el diseño del bosque.

En primer lugar, si el sitio está en manos de privados, tal como menciona Rivas (2005), podría

implicar la realización de un esfuerzo adicional para adquirir dichos terrenos. En sitios de propiedad pública, el estar inmerso en una zona comercial dificultará el contar con una participación y compromiso de las comunidades, y se estaría más expuestos a mayores amenazas en comparación con lugares públicos inmersos en zonas residenciales. A la vez, sitios de propiedad colectiva, tales como aquellos dentro de conjuntos residenciales, se facilita el lograr un compromiso frente a este tipo de proyectos y, usualmente, son espacios subutilizados (entrevistada Paola Velázquez). Por otro lado, la cercanía a parques o plazas disminuye el deseo de las comunidades de participar en la creación de nuevas áreas verdes, no obstante, bosques de bolsillo entre áreas verdes podría potenciar la conectividad entre las mismas (entrevistada Paola Velázquez).

Usos actuales y evaluación de la seguridad de la tenencia del sitio

Antes de invertir en un proyecto de restauración ecológica o de infraestructura verde se requiere identificar la seguridad en la tenencia del sitio en el largo plazo y permitir el acceso continuo apropiado para el monitoreo y la gestión (Gantt *et al.*, 2019; entrevistada Paola Velázquez).

Existen diversos usos que serán incompatibles o serán una potencial amenaza o limitante para el desarrollo de bosques de bolsillo. Particularmente, sitios que estén en plan de edificación no serán viables para el desarrollo directo de bosques de bolsillo. Otros usos, como zonas usadas parcialmente como estacionamientos o zonas de uso recreativo, pueden ser una limitante al existir competencia por el uso del espacio. Por otro lado, pese a la dificultad con relación al diseño e intervención que implica transformarlas en bosques de bolsillo, las áreas verdes subutilizadas, tanto públicas como privadas, usualmente poseen elementos estructurales que representan una oportunidad para el desarrollo de este tipo de IVE (entrevistados Gabriel Orrego y Paola Velázquez).

Comunidades asociadas e infraestructuras de servicios

Los entrevistados destacan especialmente el potencial en la creación de bosques de bolsillo en infraestructuras de servicios al estar usualmente asociados a comunidades consolidadas y al ser estructuras e instalaciones de larga vida útil al constituir la base en la prestación de servicios (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2000). Dentro de este trabajo se consideraron estructuras asociadas a cuerpo de bomberos, carabineros, escuelas, recintos hospitalarios, juntas de vecinos y espacios asociados al transporte y energías.

Disponibilidad de riego

Uno de los factores más relevantes que determina inmediatamente la posibilidad de generar cualquier proyecto relacionado a la creación de áreas verdes en un contexto árido es la disponibilidad de agua para riego (entrevistada Paola Velázquez). Por esto, y las razones

previamente esgrimidas en cuanto a la necesidad de riego en procesos de restauración, es clave evaluar el acceso y la cantidad de agua disponible para cada proyecto (entrevistados Gabriel Orrego y Paola Velázquez).

Elementos obstaculizantes

Se destacan 4 principales tipos de elementos obstaculizantes: cableado eléctrico, edificaciones cercanas, cables o tuberías subterráneas y elementos del tránsito.

En primer lugar, se recomienda no implementar bosques de bolsillo bajo cableado eléctrico, ya que, “los operadores de instalaciones eléctricas deberán podar los árboles que puedan afectar la seguridad de sus instalaciones utilizando técnicas adecuadas para esto” (Decreto N° 327). No obstante, el principal factor de agresión que experimentan los árboles en el ambiente urbano son las podas drásticas o mal efectuadas (Fernández *et al.*, 2022). Lo cual amenaza la sobrevivencia de los individuos y no concuerda con el objetivo de los bosques de bolsillo de necesitar intervención nula o mínima en el largo plazo (entrevistado Juan Gueneau). No obstante, una alternativa es la plantación de vegetación nativa de baja altura en alta densidad, principalmente de un estrato arbustivo bajo, xerófitas y herbáceas, asegurándose de que la altura máxima del árbol sea menor que la del cableado (Ojeda *et al.*, 2014). Aspecto considerado en el proyecto ley de arbolado urbano e infraestructura verde donde se menciona que, en áreas bajo tendido eléctrico, se plantarán sólo ejemplares de especies pequeñas, prohibiendo complementariamente la plantación de especies monopodiales y de copa piramidal bajo estas redes (Allende *et al.*, 2021).

Otro aspecto de relevancia es el estudio del suelo en búsqueda de tubos o cañerías subterráneas (Bruns *et al.*, 2019). La presencia de estos elementos puede tener efectos negativos en el crecimiento de los árboles y generar complicaciones durante la ejecución del proyecto, especialmente en las actividades que implican la labranza del suelo. Esto puede ocasionar daños en las infraestructuras existentes, lo cual afectaría los servicios públicos derivados de dichas infraestructuras y, además, representa un factor de riesgo para los trabajadores involucrados en el proyecto (Bruns *et al.*, 2019; entrevistado Gabriel Orrego). Por tal, es esencial contar con un conocimiento preciso de la ubicación de estos elementos para evitarlos durante la etapa de diseño del bosque, o bien, para tomar precauciones especiales al utilizar maquinaria u otros equipos que pudieran dañar estas infraestructuras.

Por otra parte, en caso de que exista una edificación cercana se recomienda una distancia mínima a esta estructura equivalente a la mitad del diámetro de la copa de la especie arbórea más próxima. La normativa vigente en este aspecto establece en el artículo 941 del Código Civil que el dueño de casa particular tiene derecho para impedir que se planten árboles a menor distancia que la de 1,5 m (Ojeda *et al.*, 2014).

Por último, en el caso de bosques implementados en el espacio público, se debe considerar la presencia de semáforos, luminarias, señaléticas, postes de luz o teléfono, cercanía a la calle, bermas y cruces o esquinas. La ley de tránsito en su artículo 105 (Ley N°18290) indica

que se debe retirar todo elemento que altere la señalización oficial, dificulte la percepción, o reduzca la visibilidad para conductores o peatones. El diseñador debe evaluar en cada caso si un bosque de bolsillo es compatible con estos elementos sin que perjudique la seguridad en la movilidad (Ojeda *et al.*, 2014). Cabe mencionar que no existe normativa vigente que determine distancias específicas en torno a estos elementos, no obstante, en el proyecto de ley de arbolado urbano e infraestructura verde en su artículo 32° se detallan distancias mínimas que podrían ser de consideración en un futuro (Allende *et al.*, 2021).

Superficie a intervenir

Lewis (2022) enuncia que el método puede ser aplicado a cualquier superficie. Se ha comprobado el éxito del método en un clima templado en parcelas de 400 y 250 m² (Alias *et al.*, 1998). A su vez, Schirone *et al.* (2011), probaron casos exitosos en climas áridos en superficies de 1000 y 4500 m². Ahora bien, bosques de una superficie aproximada entre 200 - 250 m² son aquellos con más casos de estudio y seguimiento y, por lo tanto, es la superficie que se recomienda en general para la creación de un bosque de bolsillo (Ottburg *et al.*, 2018; Bruns *et al.*, 2019; Afforest, 2021; Lewis, 2022). Pese a aquello, incluso pequeños parches nativos de 100 m² son paisajes valiosos como fuentes de semilla y catalizadores del establecimiento de plantas nativas en sitios cercanos (Sullivan *et al.*, 2009). Existen incluso proyectos que han probado el método Miyawaki en superficies menores a 40 m² (Szabó *et al.*, 2021). Por tal, en base a estos antecedentes, y sumado a la alta demanda de recursos humanos, técnicos y económicos que exige la implementación del método, y por lo cual se ha aplicado y tiene mayor nivel de factibilidad en sitios de una superficie reducida (entrevistado Juan Gueneau), se recomienda principalmente la intervención de sitios cercanos a un rango de 50 a 250 m², con un máximo de superficie a intervenir de 4500 m².

Protección del sitio y seguridad pública

En bosques de bolsillo localizados en sitios de libre tránsito se debe proteger la plantación con algún tipo de elemento que haga de resguardo frente a un acceso indiscriminado de personas y animales domésticos que podrían dañar las plantas y desencadenar procesos perjudiciales como la erosión (Afforest, 2021; entrevistado Gabriel Orrego). Ejemplo de aquello fue lo ocurrido en el proyecto del Parque San Mateo de Curacaví, donde se destaca que, en unos de los núcleos de reforestación, el 33% de la mortalidad de individuos se produjo directamente por alteración de niños y mascotas (Héctor Valenzuela, comunicación personal, 4 de junio, 2023).

Otro aspecto relevante es la compatibilidad del método con la seguridad pública. Esto tiene relación directa con la densidad de plantación y posterior frondosidad del bosque, factor que desde los municipios puede verse como una limitante para la aplicación del método por falta de luminosidad, y, por ende, el peligro que esto conlleva. Pese a esto, según Gabriel Orrego (entrevistado) existe un proceso cambio de perspectiva hacia una mayor valoración por parte de las instituciones a los corredores biológicos y parques frondosos.

En definitiva, se recomienda que los sitios se encuentran protegidos de las potenciales amenazas mediante un cierre perimetral y que, idealmente, cuenten al menos con un cierre nocturno para compatibilizar estos bosques con la seguridad pública. Otra alternativa potencial en sitios abiertos es disminuir este riesgo mediante medidas de diseño (entrevistado Gabriel Orrego).

Cobertura arbórea y sombramiento

Diversas investigaciones han demostrado que, en zonas áridas y semiáridas, los beneficios del mejoramiento de las condiciones térmicas e hídricas debido a la sombra son más significativos y superan posibles efectos negativos causados por la reducción de la luminosidad. Se ha comprobado que la presencia y abundancia de plántulas de varias especies leñosas del bosque esclerófilo y el matorral de Chile central aumenta a medida que aumenta la cobertura vegetal. Ahora bien, este sombramiento puede, o bien ser generado por las mismas plantas, o bien por estructuras artificiales (Becerra *et al.*, 2018). Por otro lado, existen ciertas especies que facilitan el establecimiento de plántulas de otras especies bajo o entre su dosel, debido a una alteración de los componentes abióticos del hábitat, proceso conocido como facilitación por efecto nodriza, tal es el caso de *Acacia caven* y *Baccharis linearis* (Olmos, 2019).

Dicho aquello, se espera que los sitios con presencia de especies nativas de las que se ha comprobado su efecto nodriza, o bien aquellos sitios con un nivel bajo de cobertura arbórea, independiente su origen, promuevan la supervivencia de plantaciones bajo su protección. Ahora bien, en contraste, Gabriel Orrego (entrevistado) menciona que establecer bosques de bolsillo en sitios degradados sin la presencia de otros elementos ni cobertura arbórea facilita el diseño y la preparación del terreno para su instalación. En definitiva, se define entonces qué una cobertura arbórea igual o menor al 20% facilitará el establecimiento del bosque. Del mismo modo, cobra relevancia para la evaluación de sitios la presencia de infraestructuras como edificios que pueden usarse a favor para potenciar el efecto de sombramiento.

Vegetación actual del sitio

El conocimiento de la composición de especies, así como de las funciones y características de estas, pueden entregar una aproximación a la dinámica futura del sistema producto de las sinergias propias de las asociaciones entre plantas, siendo una guía para los tomadores de decisiones del proyecto (Gantt *et al.*, 2019). A modo de ejemplo, en presencia de una especie caracterizada por presentar una alta tasa de establecimiento en suelos labrados con aporte de enmiendas orgánicas, se podría intuir que existe una probabilidad considerable que esta especie colonice el sitio intervenido y, por tal, se deberá considerar este aspecto en las actividades de mantención del bosque (Gantt *et al.*, 2019).

Otros aspectos

Según Afforest (2021), existen otros aspectos útiles de evaluar al momento de escoger un sitio para convertirse en un bosque de bolsillo, entre ellos: un lugar de descanso y reunión para las personas que participen de la planeación e implementación del proyecto; un lugar donde almacenar herramientas; superficie extra destinada para la descarga de biomasa y plántulas; y, una buena ruta de acceso para el transporte de maquinarias.

Sitios potenciales de la comuna de Ñuñoa para la generación de bosques Miyawaki de bolsillo.

Preselección de sitios

Se preseleccionaron un total de 93 sitios de los cuales la mayoría están ubicados en la zona poniente de la comuna (ver Figura 5). De los sitios preseleccionados se destaca que 38 de estos fueron descartados porque son sitios eriazos que, o bien están en proceso, o bien serán edificados próximamente. Se descartaron 8 sitios que presentaban una cobertura vegetal sobre el porcentaje establecido como óptimo. Otros varios sitios fueron descartados al presentar usos incompatibles, tales como ser usados como estacionamientos, canchas deportivas, presentaban infraestructura gris, juegos infantiles, entre otros. La dirección vial, el estado o uso y régimen de propiedad de cada sitio puede observarse en el Apéndice VIII.

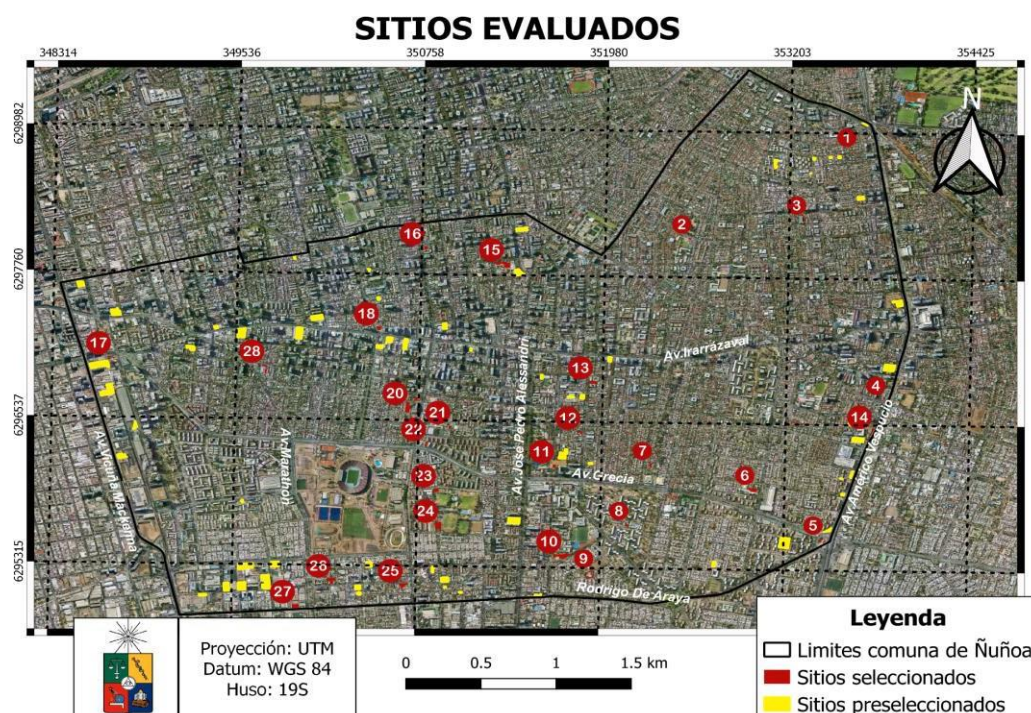


Figura 5. Sitios evaluados.

Selección y caracterización sitios

En total se seleccionaron y caracterizaron 28 sitios. De estos se identificaron sitios en calidad de eriazos, áreas verdes subutilizadas, ventilaciones de metros y zonas dentro de recintos residenciales e infraestructuras asociadas a servicios. El detalle de la caracterización puede apreciarse a continuación en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Caracterización y jerarquía de sitios seleccionados.

id	I. Servicio	Com.	Superficie m ²	Acceso	Entorno	Cob. %	Asol.	Puntaje
9	Salud	Si	844	Cerrado	Res.	20	Sol	53
6	Educativa	Si	1302	Cerrado	Res.	1	Sol	50
8	Educativa	Si	325	Cerrado	Res.	10	Sol	48
23	Educativa	Si	842	Cerrado	Res.	5	Sol	48
24	Educativa	Si	2391	Cerrado	Res.	0	Sol	47
11	Educativa	Si	525	Cerrado	Mixto	0	S. P.	46
28	Educativa	Si	832	Cerrado	Mixto	3	Sol	45
10	Educativa	Si	2768	Cerrado	Mixto	3	Sol	44
22	-	Si	457	Cerrado	Res.	1	S. P.	43
27	D. y S.	Si	1316	Cerrado	Mixto	0	Sol	43
16	Transporte	No	613	Cerrado	Mixto	3	Sol	39
3	-	No	298	Cerrado	Res.	10	Sol	37
21	-	Si	226	Cerrado	Res.	5	Sol	37
18	Transporte	No	792	Cerrado	Mixto	0	S. P.	36
19	Transporte	No	675	Cerrado	Mixto	3	Sol	36
15	Energía	No	2730	Cerrado	Res.	-	Sol	33
2	D. y S.	Si	233	Abierto	Res.	0	Sol	30
13	-	No	1070	Cerrado	Res.	5	Sol	30
26	-	No	1861	Cerrado	Res.	3	Sol	30
4	-	No	162	Abierto	Comer.	0	Sol	29
5	-	No	148	Abierto	Comer.	0	Sol	29
12	-	No	501	Cerrado	Res.	7	Sol	29
17	-	No	434	Abierto	Mixto	0	Sol	29
20	-	No	2256	Cerrado	Res.	5	Sol	28
1	-	No	100	Abierto	Res.	10	Sol	27
14	-	No	487	Abierto	Comer.	5	S. P.	27
25	-	No	1473	Cerrado	Res.	10	Sol	27
7	-	No	466	Cerrado	Res.	3	Sol	23

I. servicio: Infraestructura de servicio; Com: Comunidad asociada; Cob: Cobertura; Asola: Asolamiento; Res: Residencial; Comer: Comercial; S. P: Sombra parcial.

Otros sitios que no fueron incluidos en el análisis fueron los actuales parques de la comuna y las inmediaciones del Estadio Nacional, pero bien podrían ser considerados para la incorporación de mayor diversidad y densidad de plantas nativas en reemplazo de pasto de contemplación, idea planteada por Felipe Macaya en la Tercera sesión de la Comisión de Medio Ambiente de la Comuna [CMA] (2022). Uno de los parques con potencial a ser transformado es la Rotonda Rodrigo de Araya, ya que, al poseer riego tecnificado, se facilitaría la mantención de estos bosques (CMA, 2022). Ahora bien, debiera evaluarse cuidadosamente estos sitios en base a los criterios señalados en esta memoria si se piensan incorporar en el diseño de bosques de bolsillo.

Jerarquización

De la metodología aplicada se obtuvieron distintos puntajes de jerarquización para cada sitio seleccionado, ordenados de mayor a menor puntaje en el Cuadro 8.

Se destaca lo siguiente: El sitio con más puntaje corresponde a un terreno de la junta de vecinos N°23 de Ñuñoa, este es un sitio eriazo, cerrado y colindante con un recinto educativo. Los 7 sitios siguientes, es decir, el sitio 9, 8, 23, 24, 11, 28 y 10 corresponden a sitios educativos o recintos de salud cerrados, diferenciados principalmente por la superficie o el estado o uso actual del sitio. El resto de los sitios de 33 o más puntos corresponden, o bien a infraestructuras sin comunidades consolidadas asociadas, o bien a sitios de gestión colectiva.

El sitio N°2, pese a estar bajo en la lista con 30 puntos, posee gran potencial a estar asociado a una comunidad, en específico a la Cuarta Compañía del Cuerpo de Bomberos de Ñuñoa, ser un área verde subutilizada y poseer una superficie reducida, sin embargo, su limitante corresponde a ser un sitio abierto y encontrarse frente al Parque Pucará. El resto de los sitios, de 30 o menos puntos, se destacan por ser principalmente sitios, o bien privados, o sitios públicos abiertos.

Estos 17 sitios destacados corresponden a los de mayor puntaje, y por tal, aquellos con el mayor potencial para la creación de bosques de bolsillo. En su conjunto corresponden a una superficie de 17.169 m², lo cual, en caso de concretarse la propuesta, corresponderían a un área verde de mayor tamaño que el Parque Pucará, uno de los principales parques de la comuna con una superficie estimada de 14.600 m².

Por último, cabe mencionar que, según Felipe Macaya (CMA, 2022), existen más árboles en la zona norte de la comuna en comparación a la zona sur en una proporción de 3:1, así como zonas desprovistas de áreas verdes. Si bien este aspecto no fue considerado en el análisis previo, se deberían priorizar aquellos sitios ubicados en la zona sur de la comuna, así como aquellos ubicados en zonas con notoria ausencia de arbolado urbano.

Análisis FODA para la implementación de la propuesta en la comuna de Ñuñoa

A continuación, en el Cuadro 9, se presenta el análisis FODA para la implementación de la propuesta en la comuna de Ñuñoa.

Cuadro 9. Análisis FODA.

Fortalezas
1. Interés por parte de la municipalidad de transformar el arbolado urbano para potenciar los servicios ecosistémicos.
2. Valoración de especies nativas por parte del equipo técnico.
3. Visión de apertura por parte de la administración hacia nuevas ideas relacionadas al cuidado del medio ambiente.
4. Presencia de organizaciones ambientales comprometidas con el cuidado del medio ambiente y que demandan la misma visión a la administración municipal.
5. Proactividad ciudadana. Interés en el uso de las áreas verdes y apropiación de los espacios.
6. Espacios de vinculación y participación ciudadana en distintas áreas y escalas.
7. Restos de poda son seleccionados, chipeados, y reincorporados como mantillo en áreas verdes.
8. Aplicación de hojas como mantillo en tazas de árboles.
9. Intención de crear nuevas áreas verdes en ventilaciones de metro.
10. Objetivo de contar con riego tecnificado en actuales áreas verdes.
11. Contratos para el riego y mantención de áreas verdes.
12. Riego mediante camiones aljibes. Facilitando el acceso a riego para nuevas áreas verdes.
Oportunidades
1. Proceso de creación de nueva ordenanza ambiental.
2. Campaña en trámite sobre puntos de acopio de residuos orgánicos domiciliarios para su posterior tratamiento.
3. Posibilidad de destinación de fondos a espacios colectivos a partir de ley de copropiedad.
4. Creación de áreas verdes por parte de inmobiliarias de forma voluntaria que luego pasan a gestión municipal. Existencia de un caso.
5. Remodelación y creación de áreas verdes como medidas de compensación por medio de Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) por parte de inmobiliarias.
6. Cambio en el organigrama municipal en el cual el equipo de Arbolado se separe de Ornato para la obtención de más recursos económicos.
7. Idea actual sobre proyecto de vivero municipal.

(Continúa).

Cuadro 9. (Continuación).

Debilidades
1. Ausencia de protocolos respecto a podas. 2. Cultura organizacional respecto a atender las solicitudes de los vecinos en desmedro de aspectos técnicos para el correcto tratamiento del arbolado urbano. 3. Escasa vinculación con los vecinos respecto al cuidado del arbolado urbano. 4. Ausencia de especialistas en el municipio dedicados exclusivamente a la educación ambiental. 5. Falta de personal y presupuesto para realizar proyectos complejos como un vivero municipal.
Amenazas
1. Visión utilitarista del arbolado. Dificultad en implantar visión sobre la provisión de servicios ecosistémicos a los vecinos. 2. Nuevas plagas. Caso cinche del arce (<i>Boisea trivittata</i>.) 3. Escasa viverización de especies nativas. Caso Litre, no se produce ya que los municipios no lo compran. 4. Vecinos ponen trabas al uso de ciertas especies. 5. Depósito de residuos domiciliarios en restos de hojas usadas como mantillo 6. Imposibilidad de competir con inmobiliarias para adquirir nuevos sitios para la creación de áreas verdes. 7. Dificultad en la proyección de vegetación en instalaciones de metro por baldosas subterráneas. 8. Visión utilitarista de Metro al uso de ventilaciones. 9. Imposibilidad de intervenir en terrenos privados desde el municipio. 10. Mayor preponderancia a aspectos relaciones a seguridad pública.

Recomendaciones claves para tomadores de decisiones

De esta investigación se desprenden las siguientes recomendaciones claves:

- Vincular diversos actores sociales, especialmente la ciudadanía a través de comunidades consolidadas, con el fin de asegurar la prosperidad de cada bosque en el largo plazo y generar un proceso de mejora continua en la creación de este tipo de IVe.
- Generar acuerdos entre entes público-privado para la obtención de: nuevos sitios para la creación de áreas verdes, financiamiento, enmiendas orgánicas, plantas nativas y otros materiales para aminorar los costos de los proyectos.
- Vincularse con instituciones académicas o empresas especializadas como apoyo en

aspectos técnicos y el desarrollo de procesos de monitoreos participativos y estándares en volúmenes de riego idóneos.

- Crear fondos e incentivos desde los organismos gubernamentales pertinentes.
- Evaluar cuidadosamente cada sitio potencial en base a los criterios claves formulados.
- Procurar que la selección de especies propicie la propiedad multifuncional de los bosques en cuanto a la entrega de servicios ecosistémicos.
- Incentivar microhábitats para fauna nativa mediante elementos estructurales.
- La densidad de plantación, la composición de especies y la proporción de los diversos estratos debe ser acorde a las condiciones micro climáticas de cada sitio en particular. A la vez, la composición de especies debe considerar las condiciones de suelo, así como las preferencias y tolerancias de cada especie respecto a este.
- Superar las barreras para crear viveros municipales y/o comunales especializados en especies nativas para aumentar la cantidad y calidad de plantas disponibles.
- Uso de desechos municipales (podas, hojas, entre otros) para fomentar la sustentabilidad de los proyectos y disminuir el uso de recursos externos.
- Una restauración de suelos debe ser acorde a las condiciones de cada sitio, con las enmiendas orgánicas correspondientes, e incentivando aspectos como la micorrización y aspectos funcionales de ciertas especies que fomenten una mejora constante en la calidad del suelo.
- Desarrollar bosques de bolsillo dentro de nuevos planes de edificación como oportunidad para aumentar la superficie disponible para este tipo de infraestructura verde.
- Incentivar aspectos ligados a la educación ambiental como oportunidad de aprendizaje sobre servicios ecosistémicos y arbolado nativo para fomentar la vinculación y el cuidado de la ciudadanía hacia los bosques de bolsillo.
- Potenciar la creación de bosques de bolsillo dentro de infraestructuras de servicios ligados a comunidades consolidadas como recintos educativos, hospitalarios, juntas de vecinos, entre otros, y dentro de espacios de propiedad colectiva como conjuntos residenciales.

CONCLUSIONES

La participación ciudadana, en específico el vínculo con comunidades consolidadas, así como la vinculación con diversos actores tanto públicos como privados, son un factor preponderante para superar las principales limitantes en el desarrollo de este tipo de infraestructura verde, especialmente para la mantención y monitoreo de los proyectos.

La evaluación y adaptación de diversos aspectos técnicos, tales como abundancias y densidades de plantación, que, si bien corresponden a una aproximación útil a las condiciones socio ecológicas del área de estudio, no están completamente determinados, pudiendo ser continuamente mejorados.

Se seleccionaron 60 especies útiles para el desarrollo de bosques de bolsillo en la comuna, con sus características y necesidades ambientales. Dicho listado también puede ser usado por quienes deseen desarrollar este tipo de infraestructura verde en la ciudad de Santiago. Además, se desarrollaron factores relacionados al diseño, restauración de suelo y la estructura forestal de los bosques.

Se deben desarrollar lineamientos más específicos en torno a la determinación de volúmenes de riego idóneos para bosques de bolsillo y la estandarización de indicadores y métodos de monitoreo participativos.

Se seleccionaron 28 sitios potenciales para la creación de estos bosques. Respecto de estos sitios, se identificaron al menos 17 sitios con un potencial considerable para la creación de bosques de bolsillo dentro de la comuna de Ñuñoa, equivalentes a 17.169 m² de nuevas áreas verdes.

La comuna de Ñuñoa presenta considerables fortalezas para la creación de bosques de bolsillo, destacándose la valoración del uso de especies nativas y la creación de nuevos tipos de arbolado desde el municipio, y una ciudadanía activa en temas relacionados al medio ambiente.

Los principales desafíos y amenazas de la comuna tienen relación con la falta de recursos humanos y presupuestarios, y a la dificultad de compatibilizar la seguridad pública con la salud ecosistémica.

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, E., Pérez-Tello, V., Acevedo, M., Ovalle, J., Segovia, R., y Craven, D. (2023). Rasgos-CL: A functional trait database of Chilean woody plants. *Global Ecology and Biogeography*, 00, 1–13. doi: 10.1111/geb.13755.

Afforest. (2021). *Methodology Afforest*. Recuperado de <https://www.afforestt.com/methodology>.

Alias, M., Hamzah, M., Fujiwara, K., y Meguro, S. (1998). Rehabilitation of tropical rainforest based on potential natural vegetation species for degraded áreas in Sarawak, Malaysia. *Tropics* 7(3/4), 223-239. Recuperado de https://www.academia.edu/65467366/Rehabilitation_of_tropical_rainforests_based_on_potential_natural_vegetation_species_for_degraded_areas_in_Sarawak_Malaysia?from_sitemap=true&version=2.

Allende, I., Órdenes, X., De Urresti, A., Prohens, R., y Durana, J. (2021). Proyecto de ley sobre arbolado urbano e infraestructura verde. (Bol. N° 14.213-12), Senado. Santiago, Chile. 36p. Recuperado de <https://www.diarioconstitucional.cl/wp-content/uploads/2022/03/14213-12-urbano-Boletin.pdf>.

Arancibia-Fortes, J., Araya, J., y Zunino, D. (2020). Análisis vegetacional del bosque nativo en la región mediterránea de la zona central de Chile: zona de estudio valle de Colliguay. *Investigaciones Geográficas*, 59, 105-119. doi: 10.5354/0719-5370.2020.55371.

Arcos-LeBert, G., Aravena-Hidalgo, T., Figueroa, J., Jaksic, F.M., y Castro, S.A. (2021). Los árboles nativos proporcionan más beneficios que los árboles exóticos cuando los servicios ecosistémicos se ponderan en Santiago, Chile. *Árboles* 35, 1663-1672. doi: 10.1007/s00468-021-02144-5.

Armesto, J. J., & Martínez, J. A. (1978). Relations Between Vegetation Structure and Slope Aspect in the Mediterranean Region of Chile. *Journal of Ecology*, 66(3), 881–889. doi: 10.2307/2259301.

Arroyo, E. (2018). El uso de micorrizas en una finca agroecológica: incremento de producción, mecanismos de defensa y capital económico y minimizar estrés. *Perspectiva en asuntos ambientales* 6, 29-30. Recuperado de https://documento.uagm.edu/cupey/perspectivas/p_perspectivas_6_eluso_ea.pdf.

Arroyo, M., Marquet, P., Marticorena, C., Simonetti, J., Cavieres, L., Squeo, F., Rozzi, R., y Massardo, F. (2006). *El hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación*. En Comisión Nacional de Medio Ambiente, Biodiversidad de Chile Patrimonio y Desafíos (pp. 94-97). Santiago, Chile: Ocho Libros. Recuperado de Microsoft Word - biodiversidad.doc

(uchile.cl).

Badano, E. I., Cavieres, L. A., Molina-Montenegro, M. A., y Quiroz, C. L. (2005). Slope aspect influences plant association patterns in the Mediterranean matorral of central Chile. *Journal of Arid Environments*, 62(1), 93-108. doi: 10.1016/j.jaridenv.2004.10.012.

Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2000). “*Un nuevo impulso para la integración de la infraestructura regional en América del Sur*”. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/40ddd168-38e6-40e7-acfd-86d0c99c39f8/content>.

Bannister, J. R., Vargas-Gaete, R., Ovalle, J. F., Acevedo, M., Fuentes-Ramirez, A., Donoso, P. J., Promis, A., y Smith-Ramírez, C. (2018). Major bottlenecks for the restoration of natural forests in Chile: Bottlenecks for forest restoration. *Restoration Ecology*, 26(6), 1039-1044. doi: 10.1111/rec.12880.

Becerra, P., Smith-Ramirez, C., y Arellano, E. (2018). Evaluación de técnicas pasivas y activas para la recuperación del bosque esclerófilo de Chile central. Santiago, Chile. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Pablo-Becerra/publication/337927152_EVALUACION_DE_TECNICAS_PASIVAS_Y_ACTIVAS_PARA_LA_RECUPERACION_DEL_BOSQUE_ESCLEROFILO_DE_CHILE_CENTRAL/links/5df440c34585159aa47bfbe/EVALUACION-DE-TECNICAS-PASIVAS-Y-ACTIVAS-PARA-LA-RECUPERACION-DEL-BOSQUE-ESCLEROFILO-DE-CHILE-CENTRAL.pdf.

Benedict, M. y McMahon, E. (2002). Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. *Renewable Resources Journal*, 20(3), 12-17. Recuperado de <https://www.merseyforest.org.uk/files/documents/1365/2002+Green+Infrastructure+Smart+Conservation+for+the+21st+Century..pdf>.

Benedict, M., y McMahon, E. (2006). Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Washington: Island Press. Recuperado de https://books.google.cl/books?hl=en&lr=&id=2xTJvYqzFNkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=BE NEDICT,+M.+%26+MCMAHON,+E.+Green+Infrastructure:+Linking+Landscapes+and+Communities.+Washington:+Island+Press,+2006.&ots=3pZcdI_LRr&sig=IiwuRvEcCY38OAJ1tVqEEAjXYOA#v=onepage&q&f=false.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN]. (s.f.). Información Territorial: BCN. Recuperado de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region13/clima.htm>.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN]. (2021). Reportes estadísticos comunales 2021: BCN. Recuperado de Reporte Comunal - Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (bcn.cl).

Burylo, M., Hudek, C., y Rey, F. (2011). Soil reinforcement by the roots of six dominant

species on eroded mountainous marly slopes (Southern Alps, France). *CATENA*, 84(1–2), 70–78. doi: 10.1016/j.catena.2010.09.007.

Bruns, M., Bleichrodt, D., Laine, E., Toor, K., Dieho, W., Postma L., y Groot, M. (2019). Handbook: Tiny forest planting method. Holanda. IVN natuur educatie: Merel den Otter and Lieke Kragt. Recuperado de <https://www.ivn.nl/aanbod/tiny-forest/handbook-tiny-forest-planting-method/>.

Cantón, M., Rosa, C., y Kasperidus, H. (2003). Sustentabilidad del bosque urbano en el área metropolitana de Mendoza. Análisis y diagnóstico de la condición de las arboledas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 7(1): 29–34. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/80662/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Centro de Información de Recursos Naturales [CIREN]. (2010). Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Recuperado de PC13910.pdf (ciren.cl).

Clements, F. (1916). Plant Succession: Analysis of the Development of Vegetation. *Carnegie Institution of Washington Publication Sciences*, 242, 1–512. doi: 10.5962/bhl.title.56234.

Comisión de Medio Ambiente de Ñuñoa [CMA]. (2022). *Acta comisión de medio ambiente*. Recuperado de <https://www.nunoa.cl/wp-content/uploads/2022/06/ActaComisiondeMedioAmbiente03-05-2022.pdf>

Cordero, X. (2014). *Microclima y Confort Térmico Urbano: Análisis sobre la influencia de la morfología del cañon urbano, caso de estudio en los barrios El Raval y Gracia, Barcelona*. Barcelona, España (Tesis para optar al Título de Máster en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona) Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/23637/XimenaCordero_TFM.pdf.

Corporación Nacional Forestal [CONAF]. (2015). *Restauración ecológica en Áreas Silvestres Protegidas del Estado: Experiencias y desafíos que contribuyen a la conservación de la diversidad biológicas del país*. Santiago, Chile. Recuperado de https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1432677983RestauracionecologicaenelSNASPEGASP2015.pdf.

Corporación Nacional Forestal [CONAF]. (2023). *Especies apropiadas para ser producidas por lo viveros CONAF en escenario de cambio climático*. Recuperado de <https://oirs.conaf.cl/>.

Cortés, C. (2022). *Propuestas para la implementación de una red de infraestructura verde en el gran Santiago*. Santiago, Chile (Memoria para optar al Título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables, Universidad de Chile, Santiago) Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/196334>.

Decreto N°327. Fija reglamento de la ley general de servicios eléctricos. (10 de septiembre de 1998) En Biblioteca del Congreso Nacional [en línea]. Recuperado el 12 de septiembre de 2023, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=124102&f=2016-12-30>.

Departamento de Geofísica. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile (2006). *Estudio de la variabilidad climática en Chile para el Siglo XXI: Informe final, Comisión Nacional de Medio Ambiente*. Recuperado de CaratulaAnexo.doc (uchile.cl).

Escobedo, F.J., Adams, D.C., y Timilsina, N. (2015). Urban forest structure effects on property value. *Ecosyst. Serv.* 12, 209–217. doi: 10.1016/j.ecoser.2014.05.002.

Donoso, C. (1981). *Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile*. Santiago, Chile: Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003.

Donoso, S., Peña, K., Pacheco, C., Luna, G., y Aguirre, A. (2011). Respuesta fisiológica y de crecimiento en plantas de *Quillaja saponaria* y *Cryptocarya alba* sometidas a restricción hídrica. *Bosque* 32(2), 187-195. Recuperado de <https://www.scielo.cl/pdf/bosque/v32n2/art09.pdf>.

Drury, W.H. Y Nisbet, Y. (1971). Inter-relations between developmental models in geomorphology, plant ecology, and animal ecology. *General Systems* 16, 57-68. Recuperado de <https://archive.org/details/drury-nisbet-1971/mode/1up>.

Egler, F. E. (1954). Vegetation science concepts I. Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development with 2 figs. *Vegetation Acta Geobotanica*, 4(6), 412–417. doi: 10.1007/bf00275587.

Etienne G., Prado, C. (1982). Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Conceptos y manual de uso práctico. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales.

European Environment Agency [EEA]. (2011). *Green infrastructure and territorial cohesion: The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems* (Informe n° 18). Recuperado de <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0632842.pdf>.

Fernández, I. (2011). Los cerros islas como hábitats de fauna y generadores de servicios ambientales para la ciudad de Santiago de Chile. *Ciencia ambiental*, 1(1), 9-15. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/33049/Cerros%20islas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Fernández, M. P., Vargas, M. A., y Allamand, N. (2022). *Arbolado urbano: desafíos y propuestas para la Región Metropolitana de Santiago*. Recuperado de <https://www.enel.cl/content/dam/enel-cl/sostenibilidad/medio->

ambiente/biodiversidad/proyectos/Arbolado-Urbano-desafios-y-propuestas-rm.pdf.

Ferrando, F. (2008). Santiago de Chile: antecedentes demográficos, expansión urbana y conflictos. *Revista de urbanismo*, 18(1). Recuperado de https://web.uchile.cl/vignette/revistaurbanismo/CDA/urb_simple/0,1310,SCID%253D21159%2526ISID%253D734%2526IDG%253D2%2526ACT%253D0%2526PRT%253D21158,00.html.

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2016). Guidelines on urban and peri-urban forestry by F. Salbitano, S. Borelli, M. Conigliaro and Y. Chen. *FAO Forestry Paper*, 128, 2. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i6210e/i6210e.pdf>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. *Mulching in organic agricultura*. (2023)a. Recuperado de <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1617795/>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2023)b. Servicios ecosistémicos y biodiversidad. Servicios de regulación [en línea]. Recuperado de <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/regulating-services/es/>.

Fuentes-Castillo, T., Miranda, A., Rivera-Hutinel, A., Smith-Ramírez, C., y Holmgren, M. (2012). Nucleated regeneration of semiarid sclerophyllous forests close to remnant vegetation. *Forest Ecology and Management*, 274, 38-47. doi: 10.1016/j.foreco.2012.02.019.

Fundación Mi Parque. (2017). *La gestión municipal de áreas verdes en el gran Santiago: Problemáticas, inversión y resultados a nivel comunal*. Santiago: Fundación Mi Parque. Recuperado de https://www.miparque.cl/wp-content/uploads/2017/11/171026-Gestion_Municipal_AV-Informe_Final.pdf.

Gajardo, R. (1994). *La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.

Galo, J., C. Flores. (1988). *Evaluación del efecto de diferentes tipos y niveles de rastrojo (mantillo) y diferentes dosis de nitrógeno en el rendimiento del maíz (Zea mays L.) Var NB-12* (Trabajo para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/35165459.pdf>.

Gantt G.D., McDonald T., Walder B., Aronson J., Nelson C.R., Jonson J., Hallett J.G., Eisenberg C., Guariguata M.R., Liu J., Hua F., Echeverría C., Gonzales E., Shaw N., Decler K., y Dixon K.W. (2019) International principles and standards for the practice of ecological restoration. Society for ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology* 27(S1), 1–46. Recuperado de https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/Spanish_SER_International_St.pdf.

Gámez, V. (2005). Sobre sistemas, tipologías y estándares de áreas verdes en el planeamiento

urbano *Diseño urbano y paisaje*, 2(6), 2-22. Recuperado de <http://dup.ucentral.cl/pdf/000002.pdf>.

Ghent University. (2021). *The great importance of small woods*. Bélgica Ghent University. Recuperado de <https://www.durfdenken.be/en/research-and-society/great-importance-small-woods>.

Ghent University. (2022). *Ghent University developing the climate adaptative forest of the future*. Bélgica Ghent University. Recuperado de <https://www.durfdenken.be/en/research-and-society/ghent-university-developing-climate-adaptive-forest-future>.

Glenn-Lewin, D.C. y Van Der Maarel, E. (1992). Patterns and processes of vegetation dynamics. En D.C, Glenn-Lewin, R.K. Peet y T.T. Veblen (Eds.) *Plant Succession: Theory and Prediction* (1ª ed., pp. 11-59) London: Chapman & Hall. Recuperado de <https://search.worldcat.org/es/title/plant-succession-theory-and-prediction/oclc/26975216>.

Gobierno Regional Metropolitano de Santiago [GOREMS]. (2014). *Política Regional de Áreas Verdes. Santiago, Chile*. Recuperado de https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/doc/estrategia/Politica_Regional_de_Areas_Verdes,_2014.pdf.

Gómez, P., Hahn, S., y San Martín, J. (2009). ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN MATORRAL BAJO PLANTACIONES DE *PINUS RADIATA* D.DON EN CHILE CENTRAL. *Gayana. Botánica*, 66(2), 256-268. doi: 10.4067/S0717-66432009000200010.

Guix, J. (2008). El análisis de contenidos: ¿qué nos están diciendo? *Calidad Asistencial* 23, (1), 26-30. doi: 10.1016/S1134-282X(08)70464-0.

Guzman-Grajales, S., y Walker, L. (1991). Differential Seedling Responses to Litter After Hurricane Hugo in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Biotropica*, 23(4), 407–413. doi: 10.2307/2388259.

Hamin, E., y Gurran, N. (2009). Urban Form and Climate Change: Balancing Adaptation and Mitigation in the US and Australia. *Habitat International*, 33(3), 238- 245. Recuperado de (PDF) Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia | Elisabeth Hamin Infield - Academia.edu.

Hansen, R., y Pauleit, S. (2014). From Multifunctionality to Multiple Ecosystem Services? A Conceptual Framework for Multifunctionality in Green Infrastructure Planning for Urban Areas. *AMBIO* 43, 516–529. doi: 10.1007/s13280-014-0510-2.

Hernández, A., Miranda, M., Arellano, E., Saura S. y Ovalle, C. (2015) Landscape dynamics and their effect on the functional connectivity of a Mediterranean landscape in Chile. *Ecological Indicators* 48, 198-206. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.08.010.

Hoffmann, A. (2012) *Flora silvestre de Chile zona central quinta edición*. Santiago, Chile: Ediciones Fundación Claudio Gay.

Howe, D.A., Hathaway, J.M., Ellis, K.N., y Mason, L.R. (2017). Spatial and temporal variability of air temperature across urban neighborhoods with varying amounts of tree canopy. *Urban Forestry & Urban Greening*, 27, 109-116. doi: 10.1016/j.ufug.2017.07.001.

Ilustre Municipalidad de Coronel. (2012). Plan Verde Coronel 2050: Plan Maestro de Áreas Verdes y Espacios Públicos Coronel. Coronel. Recuperado de <https://biblioteca.cehum.org/bitstream/CEHUM2018/1639/1/IM%20Coronel.%20Plan%20verde%20Coronel%202050%2C%20Plan%20maestro%20de%20areas.pdf>.

Ipinza, R., Barros, S., de la Maza, C., Jofré, P., y González, J. (2021). Bosques y Biodiversidad. *Ciencia & Investigación Forestal*, 27(1), 101-131. Recuperado de Bosques y Biodiversidad | Ciencia & Investigación Forestal (infor.cl).

Jorquera-Jaramillo, C., Vega, A., Aburto, J., Martínez, K., Leon, M., Pérez, M., Gaymer, C., y Squeo, F. (2012). Conservación de la biodiversidad en Chile: Nuevos desafíos y oportunidades en ecosistemas terrestres y marinos costeros. *Revista chilena de historia natural*, 85, 267-280. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0716-078X2012000300002&script=sci_arttext&tlng=en.

Keenan, R.J. (2015). Climate change impacts and adaptation in forest management: A review. *Annals of Forest Science*, 72, 145-167. doi: 10.1007/s13595-014-0446-5.

Kim, D. y Lim, U. (2016). Resiliencia urbana en la adaptación al cambio climático: un marco conceptual. *Sostenibilidad*, 8, 405. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/4/405>.

Letelier, L., Valderrama, A., Stoll, A., García-González, R., y González-Rodríguez, A. (2017). Patterns of composition, richness and phylogenetic diversity of woody plant communities of Quillaja saponaria Molina (Quillajaceae) in the Chilean sclerophyllous forest. *Gayana Botánica*, 74(1). Recuperado de: https://revistas.udec.cl/index.php/gayana_botanica/article/view/3828.

Ley N°18.290. Ley de tránsito. (7 de febrero de 1984). En Biblioteca del Congreso Nacional. [en línea]. Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=29708>.

Ley N°19.300. Ley sobre bases generales del medio ambiente. (1 de marzo de 1994). En Biblioteca del Congreso Nacional. [en línea]. Recuperado el 10 de julio de 2023, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667>.

Lewis, H. (2022) *Mini-Forest Revolution: Using the Miyawaki Method to rapidly rewild the world*. 1° edición. London, UK: Chelsea Green Publishing. 210p.

Long, L.C., V. D'Amico y Frank, S.D. (2019). Urban forest fragments buffer trees from warming and pests. *Science of The Total Environment*, 658, 1523-1530. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.293.

López-Barrera, F. (2004). Estructura y función en bordes de bosques. *Ecosistemas* 13(1), 67-77. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/16362127.pdf>.

Luebert, F., y Pliscoff, P. (2017). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Chile, Santiago: Editorial Universitaria.

Lucio-Palacios, Ramírez, A., Villa, B., Sheseña, I., Trujillo, O., Rodríguez, R., Landa, L., Gutiérrez, G., Najib, F., y García, M. (2016). *Alternativas para la restauración ecológica de los bosques nublados de México: capitalizando la experiencia para un mayor impacto*. (6). En: Experiencia Mexicana en la restauración de ecosistemas. 1ª edición. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1433/Experiencias%20mexicanas_compressed.pdf?sequence=3#page=153.

Marino, J., Bennett, M., Cossios, D., Iriarte, A., Lucherini, M., Pliscoff, P., Sillero-Zubiri, C., Villalba, L., y Walker, S. (2011), Bioclimatic constraints to Andean cat distribution: a modelling application for rare species. *Diversity and Distributions*, 17(2): 311-322. doi: 10.1111/j.1472-4642.2011.00744.x.

Martínez-Herrera, E., Bravo, V., Grez, I., Vaswani, S., Toro, N., Yáñez, M. A., Espinoza, S. E., Abarca, B., Faundez, Á., Quiroz, I., y Magni, C. R. (2023). The Use of Mulch and Shading Improves the Survival of Sclerophyllous Species Established in Island Plots in Central Chile. *Applied Sciences*, 13(14), Article 14. doi: 10.3390/app13148333.

Ministerio del Medio Ambiente [MMA]. (2016). *Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050*. Recuperado de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/Clima-Comunal_Informe_Final_29_08_2016-web.pdf.

Ministerio del Medio Ambiente [MMA]. (2021). *Infraestructura verde urbana*. Recuperado de 9- infraestructura-verde-urbana.pdf (mma.gob.cl).

Miranda Cerpa, A., Lara, A., Altamirano, A., Di Bella, C., González, M. y Camarero, J. (2020). Forest browning trends in response to drought in a highly threatened mediterranean landscape of South America. *Ecological Indicators*, 11. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/177622>.

Miyawaki, A., Box, E., y Kazue, F. (1987). Towards Harmonious Green Urban Environment in Japan and Other Countries. *Science and Technology*, 14, 67-82. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/43650028_Towards_Harmonious_Green_Urban_Environments_in_Japan_and_Other_Countries.

Miyawaki, A. y Golley, F. (1993). Forest reconstruction as ecological. *Ecological Engineering*, 2(4), 333-345. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092585749390002W>.

Miyawaki, A. (1998). Restoration of urban green environments based on the theories of vegetation ecology. *Ecological Engineering* 11, 157–165 Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857498000330>.

Miyawaki, A. (1999). Creative Ecology: Restoration of Native Forests by Native Trees. *Plant Biotechnol.* 16, 15–25. doi: 10.5511/plantbiotechnology.16.15.

Miyawaki, A. (2014). The Japanese and Chinju-no-mori Tsunami-protecting forest after the Great East Japan Earthquake 2011. *Phytocoenologia* 44, 235–244. doi: 10.1127/0340-269X/2014/0044-0571.

Mola, I., Sopena, A. y de Torre, R. (2018). Guía Práctica de Restauración Ecológica. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 77 pp Recuperado de <https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/content/guia-practica-de-restauracion-ecologica>.

Musalem, M. (2019). FLORA NATIVA, UN APOORTE PARA EL DISEÑO DE PAISAJE SOSTENIBLE. Rehabilitación de paisajes en ambiente urbanos. Recuperado de <https://www.pumahuida.cl/wp-content/uploads/2020/08/TALLER-DE-ARBOLADO-URBANO-PARA-MEJORES-CIUDADES-MONICA-MUSALEM-VIVERO-PUMAHUIDA-LTDA-OCT-2019.pdf>.

Noda, Y. (2009). Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. *Pastos y Forrajes*, 32(2), 1. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000200001&lng=es&tlng=es.

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

Ojeda, A.A., Becchi, F.G., y Cartes, S. D. (2014). *Manual de plantación de árboles en áreas urbanas*. Recuperado de https://www.conaf.cl/cms/editorweb/institucional/Manual_de_Plantacion_de_Arboles_en_Areas_Urbanas.pdf.

Olmos, N. (2019) Importancia de perchas y especies nodriza en la restauración del bosque esclerófilo de la Región de Valparaíso. Quillota, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas y de los Alimentos, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Recuperado de http://opac.pucv.cl/pucv_txt/Txt-8500/UCC8880_01.pdf.

Ordóñez, C., y Duinker, P.N. (2013). An analysis of urban forest management plans in Canada: Implications for urban forest management. *Landscape and Urban Planning*, 116, 36-47. doi: 10.1016/j.landurbplan.2013.04.007.

Ottburg, F., Lammertsma, D., Bloem, J., Dimmers, W., Jansman, H., y Wegman, R. (2018). *Tiny Forest Zaanstad: Citizen Science and determining biodiversity in Tiny Forest Zaanstad*. Recuperado de <https://research.wur.nl/en/publications/tiny-forest-zaanstad-citizen-science-and-determining-biodiversity>.

Ottburg, F., Y Lammertsma, D. (2021) *Tussentijdse resultaten Tiny Forests 2017-2020*. Recuperado de <https://www.ivn.nl/aanbod/tiny-forest/onderzoek/tussentijdse-resultaten-2017-2020/>.

Ow, L.F., y Ghosh, S. (2017). Urban cities and road traffic noise: Reduction through vegetation. *Applied Acoustics*, 120, 15-20. doi: 10.1016/j.apacoust.2017.01.007.

Peña-Rojas, K., Donoso, S., Pacheco, C., Riquelme, A., Gangas, R., Guajardo, A., y Durán, S. (2018). Respuestas morfo-fisiológicas de plantas de *Lithraea caustica* (Anacardiaceae) sometidas a restricción hídrica controlada. *Bosque (Valdivia)*, 39(1), 27-36. doi: 10.4067/S0717-92002018000100027.

Pliscoff, P. (2008). *Análisis de representatividad ecosistémica de las áreas protegidas públicas y privadas de Chile*. Recuperado de https://www.academia.edu/4175598/An%C3%A1lisis_de_representatividad_ecosist%C3%A9mica_de_las_%C3%81reas_Protegidas_P%C3%BAblicas_y_Privadas_en_Chile.

Ramajo, L. (2022). *Análisis CR2: Ahondando en el nuevo reporte del IPCC: impactos, vulnerabilidad y posibilidades de adaptación en Chile (1ra parte)*. Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR)2. Recuperado de <https://www.cr2.cl/analisis-cr2-ahondando-en-el-nuevo-reporte-del-ipcc-impactos-vulnerabilidad-y-posibilidades-de-adaptacion-en-chile-1ra-parte/>.

Ramírez, C., Becerra, P., Vázquez I., Miranda, A., Del Piano, C., y Seguel. O. (2010). *Implementación de un estudio a largo plazo del potencial de restauración pasiva del bosque esclerófilo de Chile central* (pp. 57-59). En: Ministerio de Agricultura; Conaf. Resúmenes proyectos financiados por Fondo de Investigación del Bosque Nativo: Periodo 2010-2011. Volumen 1. Fondo de investigación de Bosque Nativo - Departamento de Bosque Nativo. Santiago, Chile. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/14579/CONAF-0062.pdf?sequence=2#page=59>.

Resolución exenta N° 259 de 2021 [SEREMI del Medio Ambiente RMS] *Aprueba programa de compensación de emisiones de mp10 equivalente del proyecto “Parque Los Reyes”*. 9 de diciembre de 2021.

Ríos, O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221-246. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-548X2011000200017&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

Rivas, C. (2005). *Evaluación territorial de sitios eriazos definidos para la implementación de parques urbanos en el gran Santiago* (Memoria para optar al Grado de Geógrafo, Universidad de Chile, Santiago) Recuperado de (uchile.cl)

Riveros, A., Vásquez, A., Ludeña, B., y Vergara, J. (2015). *Infraestructura verde urbana: tipos, funciones y oportunidades para el desarrollo de corredores verdes urbanos en Santiago de Chile*. En A. Carbonnel, *Ciudad y calidad de vida. Indagaciones y propuestas para un habitar sustentable* (1era ed., pp. 93-103). Santiago, Chile. Universidad de Santiago. Recuperado de [Ciudad-y-calidad-de-vida-Indagaciones-y-propuestas-para-un-habitar-sustentable.pdf](#) (researchgate.net).

Root-Bernstein, M., Valenzuela, R., Huerta, M., Armesto, J., y Jaksic, F. (2017). *Acacia caven* nurses endemic sclerophyllous trees along a successional pathway from silvopastoral savanna to forest. *Ecosphere* 8(2). doi: 10.1002/ecs2.1667

Ruth, R., González, S., y Ayres, N. (2015). Análisis FODA. Una herramienta necesaria. *Revista de la Facultad de Odontología*, 9(1), 17-20. Recuperado de: https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitaes/7320/sarlirfo-912015.pdf.

Salazar, J., Ramírez, J., Pinzón, L. y Rosemberg, C. (2019). *Estudio del modelo de "Scoring" de ruta N*. Recuperado de <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1426/Estudio%20del%20modelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Un%20m%C3%A9todo%20de%20evaluaci%C3%B3n%20cuantitativa,para%20cada%20proyecto%20bajo%20consideraci%C3%B3n>.

Salinas, R. G., Soto, M. C., Gozalvo, F. R., Alonso, A. V., Intveen, H. B., y Cerrillo, R. (2018). Remanentes del bosque esclerófilo en la zona mediterránea de Chile central: caracterización y distribución de fragmentos. *Interciencia*, 43(9), 655-663. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/339/33957801009/33957801009.pdf>.

Sandoval, N. (2016). *Capacidad de regeneración natural del bosque esclerófilo de Chile central después de distintas frecuencias de incendios* (Memoria para optar al título de Ingeniera en Conservación de Recursos Naturales, Universidad austral de Chile, Valdivia). Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fifs218c/doc/fifs218c.pdf>.

Sarricolea, P., Herrera-Ossandon, M., y Meseguer-Ruiz, Ó. (2017). Climatic regionalisation of continental Chile. *Journal of Maps*, 13(2), 66-73. Recuperado de doi: 10.1080/17445647.2016.1259592.

Scalia, S. (2021) *Efecto de la facilitación en el bosque esclerófilo, mediada por nodrizas de Peumus boldus y Cryptocaria alba en un escenario de incendios, Chile* (Seminario de título para optar al Título de Bióloga con mención en Medio Ambiente, Santiago) Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/183675/Efecto-de-la-facilitacion-en-el-bosque-esclerofilo.pdf;jsessionid=614131C15EC2372C8B7904E7C045D0CD?sequence=1>.

Schirone, B., Salis, A., y Vesella, F. (2011). Effectiveness of the Miyawaki method in Mediterranean forest restoration programs. *Landscape and Ecological Engineering and Springer*, 7, 81-92. Recuperado de http://lerf.eco.br/img/publicacoes/2011_1111%20Effectiveness%20of%20the%20Miyawaki%20method%20in%20Mediterranean%20forest%20restoration%20programs.pdf.

Schulz, J. J., Cayuela, J., Rey-Benayas, J., y Schroder, B. (2011). Factors influencing vegetation cover change in Mediterranean Central Chile (1975–2008). *Applied Vegetation Science* 14 (2011) 571–582. doi: 10.1111/j.1654-109X.2011.01135.x.

Seid, G. (Noviembre de 2016). Procedimientos para el análisis cualitativo de entrevistas. Una propuesta didáctica. *Métodos, metodologías y nuevas epistemologías en las ciencias sociales: desafíos para el conocimiento profundo de Nuestra América*. Simposio llevado a cabo en el V Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales, Memoria Académica, Mendoza, Argentina Recuperado de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8585/ev.8585.pdf.

Seneviratne, S.I., Zhang, X., Adnan, M., Badi, W., Dereczynski, C., Di Luca, A., Ghosh, S., Iskandar, I., Kossin, J., Lewis, S., Otto, F., Pinto, I., Satoh, M., Vicente-Serrano, S. M., Wehner, M., y Zhou, B. (2021). Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. En V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, y B. Zhou (Eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 869-898). Recuperado de https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter11.pdf.

Smith, T. y Smith, R., (2007). *Dinámica de las comunidades: Cambios en la estructura de la comunidad a través del tiempo. Ecología*. Recuperado de https://ele.chaco.gob.ar/pluginfile.php/724686/mod_resource/content/1/ECOLOG%C3%84%20PDF.

Society for Ecological Restoration (SER) (2004). *Principios de SER International sobre la restauración ecológica*. Recuperado de https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-spanish.pdf.

Sullivan, J. J., Meurk, C., Whaley, K. J., y Simcock, R. (2009). Restoring native ecosystems

in urban Auckland: Urban soils, isolation, and weeds as impediments to forest establishment. New Zealand. *Journal of Ecology*, 33, 12. Recuperado de https://newzealandecology.org/system/files/articles/NZJEcol33_1_60.pdf.

Sydes, C., y Grime, J.P. (1981). Effects of Tree Leaf Litter on Herbaceous Vegetation in Deciduous Woodland: II. An Experimental Investigation. *Journal of Ecology*, 69(1), 249–262. doi: 10.2307/2259829.

Szabó, V., Zsolnai, B., y Bajor, Z. (2021). *Preliminary data on the first year of first hungarian miyawaki-forest in Tabán, Budapest*. Trabajo presentado en la conferencia international Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management. doi: 10.5593/sgem2021V/3.2/s14.30.

Therán, K., Rodríguez, L., Mouthon, S., y Manjarres De León, J. (2019). Microclima y Confort Térmico Urbano. *Módulo Arquitectura CUC*, 23(1), 49-88. doi: 10.17981/mod.arq.cuc.23.1.2019.04.

Thompson, C.W. (2002). Urban open space in the 21st century. *Landscape and Urban Planning*, 60(2), 59-72. doi: 10.1016/S0169-2046(02)00059-2.

Townsend, M. (2006). Feel blue? Touch green! Participation in forest/woodland management as a treatment for depression. *Urban Forestry and Urban Greening*. 5, 111–120. doi: 10.1016/j.ufug.2006.02.001.

Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., y De Vries, S. (2005). Benefits and uses of urban forest and trees. En: Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T., Schipperijn, J., *Urban forest and trees* (pp. 81-114). Berlín, Alemania: Springer. doi: 10.1007/3-540-27684-X_5.

Tzoulas, K.; Korpela, K.; Venn, S.; Yli-pelkonen, V.; Kazmierczak, A.; Niemela, J. y James, P. (2007) Promoting Ecosystem and Human Health in Urban Areas Using Green Infrastructure: A Literature Review. *Landscape and Urban Planning* 81(3), 167-178. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204607000503>.

Urban Forest Company [UFC]. (2020). *Urban Forest*. Recuperado de <http://urban-forests.com/urban-forests-report-the-miyawaki-method-data-concepts/>.

Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 63, 63-86. Recuperado de scielo.cl.

Vásquez-Grandón, A., Donoso, P. J., y Gerding, V. (2018). Degradación de los bosques: Concepto, proceso y estado. En: P. Donoso, Á. Promis y D. Soto (eds.), *Un ejemplo de*

aplicación en bosques adultos nativos de Chile. Silvicultura en bosques nativos. Experiencias en silvicultura y restauración en Chile, Argentina y el oeste de Estados Unidos (175-196) Valdivia, Chile. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/324755800_Degradacion_de_los_bosques_concepto_proceso_y_estado_Un_ejemplo_de_aplicacion_en_bosques_adultos_nativos_de_Chile

Valladares, F., Gil, P. y Forner, A. (2017). *Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 357 pp. Recuperado de [basescientifico-tecnicasseeivcre_tcm30-479558.pdf](https://www.miteco.gob.es/basescientifico-tecnicasseeivcre_tcm30-479558.pdf) (miteco.gob.es).

Veblen, T., Kitzberger, T., Villalba, R. (2010) *Nuevos paradigmas en ecología y su influencia sobre el conocimiento de la dinámica de los bosques del sur de Argentina y Chile*. Recuperado de <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Veblen-et-al-.pdf>.

World Bank, (2021). *A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience*. Washington, D.C. World Bank Group. Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/c33e226c-2fbb-5e11-8c21-7b711ecbc725>.

Yépez, S. (2022). *Uso del mulch para el control de arvenses en florícolas. revisión bibliográfica sobre los beneficios del uso del mulch y su aplicación en florícolas en los principales países latinoamericanos exportadores de flores*. Quito, Ecuador: Escuela de ciencias biológicas, Facultad de ciencias exactas y naturales, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/20925/Monografia%20Samantha%20Yepez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Yimer, O. (2020) Different mulch material on growth, performance and yield of garlic: A Review. *International Journal of the Science of Food and Agriculture*, 4(1), 38-42. doi: 10.26855/ijfsa.2020.03.007.

APÉNDICES

Apéndice I. Entrevista enfocada a profesionales que trabajen en proyectos relacionados al método Miyawaki

Tipo de entrevista: Semiestructurada.

Tipo de preguntas: Interrogatorias.

Enfoque: Objeto – Sujeto.

Objetivos entrevista

1. Registrar la experiencia de profesionales que han trabajado en el desarrollo de proyectos donde se hayan aplicado el método Miyawaki en la ciudad de Santiago.
2. Reconocer criterios relevantes para la caracterización de potenciales sitios para el desarrollo de bosques urbanos Miyawaki.
3. Identificar aspectos claves para la implementación y el desarrollo de este tipo de infraestructura verde.

Estructura entrevista

1. Fase apertura.

- 1.1. Contextualización sobre memoria de título.
- 1.2. Porque el realizar una entrevista, objetivo principal de esta.
- 1.3. Solicitar grabar la sesión.
- 1.4 Sobre el entrevistado.
 - 1.4.1. ¿Qué carrera profesional estudio?
 - 1.4.2. ¿A qué se ha dedicado a lo largo de su vida profesional? ¿A qué se dedica actualmente?
 - 1.4.3. ¿Dentro de esta área, qué es lo que más lo mueve y apasiona? ¿Por qué?
 - 1.4.4. ¿Cuáles han sido los principales proyectos en los que ha trabajado con relación a la implementación de bosques de tipo Miyawaki?

2. Fase desarrollo.

- 2.1. En relación con los sitios potenciales
 - 2.1.1. ¿En qué sitios han realizado estos proyectos? ¿Por qué estos sitios en específico?
 - 2.1.2. ¿Qué características deberían cumplir estos sitios para ser considerados potenciales para la generación de bosques urbanos?
 - 2.1.3. ¿Cuáles son las principales limitantes para que un potencial sitio se convierta en un bosque urbano?
- 2.2. En relación a lineamientos claves para el desarrollo de bosques Miyawaki.
 - 2.2.1. ¿Qué aspectos técnicos del punto de vista ecológico son claves para el desarrollo con éxito de un bosque de bolsillo bajo el método Miyawaki? ¿Qué otros aspectos sería interesante considerar?
 - 2.2.2. En conocimiento de que el método utiliza especies consideradas como parte de la vegetación natural potencial del lugar, es decir, las especies que existirían en la zona si es que no hubiese intervención antrópica. Considerando que estas son especies que se adaptaron durante miles de años a un cierto tipo de clima, el cual está cambiando en la actualidad. ¿Consideras una buena idea el considerar tal vez especies autóctonas (que cumplan con ciertos criterios para considerarlas idóneas respecto al clima y el entorno urbano) o especies nativas de zonas más áridas del país? ¿Por qué?
 - 2.2.3. ¿Respecto al diseño general de estos espacios, que aspectos son importante a considerar para generar espacios armoniosos dentro del entorno urbano? ¿Qué otros aspectos podrían ser interesantes de considerar?

- 2.2.4. ¿En relación con el día de la plantación? ¿Qué elementos son claves para que sea éxitos? tanto del punto de vista ecológico como social
- 2.2.5. ¿Qué aspectos, según tu criterio, han sido claves para la prosperidad/óptimo desarrollo de estos bosques?
- 2.2.6. ¿Cuáles son las principales dificultades y limitantes en el desarrollo de bosques Miyawaki? Por otro lado, ¿cuáles serían las principales ventajas de este método?
- 2.2.7. ¿Consideras viable aplicar este método a una mayor escala, escala de paisaje tal vez?
- 2.2.8. ¿Han aplicado algún método de monitoreo de estos bosques, en relación a la biodiversidad o bien en aspectos sociales? ¿Han considerado en estos la participación ciudadana? Qué aspectos son claves para el éxito de este monitoreo.

3. Fase Conclusión.

- 3.1. ¿Qué oportunidades ves actualmente para el avance en materia de bosques urbanos?
- 3.2. ¿Qué hace falta para profundizar en este avance?
- 3.3. Aviso sobre la conclusión de la entrevista, oportunidad para que el entrevistado profundice o exprese ideas que no ha mencionado.

Apéndice II. Entrevista enfocada a profesionales relacionados al desarrollo de infraestructura y áreas verdes

Tipo de entrevista: Semiestructurada.

Tipo de preguntas: Interrogativas.

Enfoque: Objeto – Sujeto.

Objetivos entrevista

1. Registrar la experiencia de profesionales que han trabajado en el desarrollo de áreas e infraestructura verde en la ciudad de Santiago.
2. Reconocer criterios relevantes para la caracterización de potenciales sitios para el desarrollo de infraestructura verde- especialmente en bosques urbanos.
3. Identificar aspectos claves para la implementación y el desarrollo efectivo de infraestructura y áreas verdes.

Estructura entrevista

1. Fase apertura.
 - 1.1. Contextualización sobre memoria de título.
 - 1.2. Porque el realizar una entrevista, objetivo principal de esta.
 - 1.3. Solicitar grabar la sesión.
 - 1.4 Respecto al entrevistado.
 - 1.4.1 ¿Qué carrera profesional estudio?
 - 1.4.2 ¿A qué se ha dedicado a lo largo de su vida profesional? ¿A qué se dedica

actualmente?

1.4.3. ¿Cuáles han sido los principales proyectos en los que ha trabajado con relación al desarrollo de infraestructura y/o áreas verdes?

2. Fase desarrollo.

2.1. Sobre infraestructura y áreas verdes.

2.1.1. ¿En qué se diferencian los conceptos de Infraestructura y áreas verdes? ¿Cómo se evidencia esto en la práctica?

2.1.2. ¿Dentro de estos proyectos han trabajado en la implementación de bosques urbanos?

2.2. En relación con los sitios potenciales.

2.2.1. ¿Qué características deberían cumplir los sitios para ser considerados potenciales para la generación de IV del tipo bosque urbano?

2.2.2. ¿Cuáles son las principales limitantes para que un sitio se convierta en un bosque urbano?

2.2.3. ¿Respecto al diseño general de estos espacios, que aspectos son importante a considerar para generar espacios armoniosos dentro del entorno urbano?

2.2.4. ¿Qué aspectos, según tu criterio, han sido claves para la prosperidad/óptimo desarrollo de estas áreas verdes, en específico en el desarrollo de bosques?

2.2.5. ¿Cuáles son las principales dificultades y limitantes en el desarrollo de la IV? Y en específico en el desarrollo de bosques urbanos.

2.2.6 ¿Qué oportunidades ves actualmente para el avance en materia de IV y bosques urbanos?

3. Fase Conclusión.

3.1. ¿Qué hace falta para profundizar en el avance de infraestructura verde en el Gran Santiago?

3.2. Aviso sobre la conclusión de la entrevista, oportunidad para que el entrevistado profundice o exprese ideas que no ha mencionado.

Apéndice III. Preguntas realizadas en visita a proyectos

1. Biodiversidad. ¿Han observado un aumento de la frecuencia en la visita de especies como aves? ¿Han identificado alguna especie o aspecto en particular en torno a estas que les llame la atención?

2. Crecimiento. ¿Se ha observado un crecimiento acelerado de las plantas tal como propone el método? ¿En promedio cuánto ha sido este crecimiento? ¿Alguna especie o zonas donde destaque este ámbito? ¿A qué crees que se debe esto?

3. Uso del espacio ¿Han observado un aumento de la frecuencia en las visitas del lugar luego de la plantación de estos bosques? ¿Cómo es la relación de la gente con este espacio?

4. Mantenición. ¿Quién se encarga de la mantención? ¿Cómo se organizan? ¿Qué actividades se realizan en esta? ¿Cuánto es el riego promedio que aplican?
5. Aplicación del método. ¿Cuál es la densidad de plantas aplicada? ¿Aplicaron remediación de suelo (labranza y enmiendas)? ¿A qué profundidad y que enmiendas? ¿Qué errores se cometieron y cómo podrían mejorarse?
6. Amenazas. ¿Cuáles son las principales amenazas al bosque y cómo estás han afectado al crecimiento y supervivencia de este?
7. Actores ¿Que actores están involucrados en el bosque y como estos han aportado en la creación y mantención de los mismo? ¿Qué estrategias respecto a este punto crees que serían de utilidad en otros contextos?

Apéndice IV. Entrevista enfocada a integrantes del municipio de Ñuñoa

Tipo de entrevista: Semiestructurada.

Tipo de preguntas: Interrogatorias.

Enfoque: Objeto – Sujeto.

Objetivo entrevista: Identificar oportunidades, desafíos, fortalezas y amenazas o desafíos para la implantación de bosques de bolsillo en la comuna.

Estructura entrevista

1. Fase apertura.

1.1. Contextualización sobre memoria de título.

1.2. Porque el realizar una entrevista, objetivo principal de esta.

1.3. Solicitar grabar la sesión.

1.4 Respecto al entrevistado.

1.4.1 ¿Qué carrera profesional estudio?

1.4.2 ¿A qué se ha dedicado a lo largo de su vida profesional? ¿Cuánto tiempo lleva la comuna?

1.4.3. ¿Cuáles son sus principales responsabilidades en torno al arbolado urbano y la mantención de áreas verdes en la comuna?

2. Fase desarrollo.

2.1. Sobre participación ciudadana

2.1.1 ¿Cuál ha sido su experiencia en relación con la participación ciudadana en proyectos sobre arbolado urbano?

2.1.2. ¿En qué grado definiría el interés de los vecinos en torno a estas temáticas?

- 2.1.2. ¿Qué herramientas técnicas, profesionales y presupuestarias cuenta y destina el municipio en una participación ciudadana vinculante en el largo plazo?
- 2.2. ¿Cómo definirían el interés del municipio sobre transformar el arbolado urbano bajo métodos que potencien la provisión de SSEE? ¿Cuál es la postura o conversaciones que han surgido respecto a la compatibilidad de vegetación frondosa y la seguridad en espacios públicos?
- 2.3. ¿Existen intenciones de crear nuevas áreas verdes? ¿Cuáles son las principales limitantes para esto?
- 2.4. ¿Existe actualmente algún plan de uso para sitios como ventilaciones de metro o áreas verdes subutilizadas?
- 2.5. ¿Existen actualmente acuerdos públicos – privados para la obtención de sitios o recursos para la creación de nuevas áreas verdes o transformar las preexistentes? Si no existen ¿Hay intenciones o ideas respecto a aquello?
- 2.6. ¿Se han planteado la creación de un vivero municipal?
- 2.7. ¿Cuál es su postura respecto al uso de especies clave a nivel ecológico pero que pueden causar perjuicios a la población? Ejemplo litre, espino y algarrobos
- 2.8. Respecto al riego
- 2.8.1. ¿Cuál es el origen de estas aguas?
- 2.8.2 ¿Existe actualmente la reutilización de aguas grises?
- 2.8.3. ¿Quién es el ente a cargo del riego en la comuna?
- 2.9. ¿Qué tratamientos se aplican actualmente a los residuos orgánicos municipales? ¿Se ha planteado el uso de estos como enmiendas orgánicas para las áreas verdes?
- 2.10. ¿Tienen experiencia en torno al monitoreo ciudadano participativo?
3. Fase Conclusión.
- 3.1. ¿Cuáles son las principales limitantes para el desarrollo de nuevo arbolado urbano en la comuna y en específico a la creación de bosques de bolsillo?
- 3.2. Aviso sobre la conclusión de la entrevista, oportunidad para que el entrevistado profundice o exprese ideas que no ha mencionado.

Apéndice V. Rasgos morfológicos y funcionales de las especies seleccionadas

Nombre	Estrato	Alt. máx.	Diámetro copa	Régimen foliar	Espinas
		m	m		
<i>Adesmia confusa</i>	Arbusto alto	3	1,3	Deciduo	Si
<i>Alonsoa meridionalis</i>	Herbácea	0,6	-	Siempreverde	No
<i>Alstroemeria angustifolia</i>	Herbácea	0,85	-	Siempreverde	No
<i>Alstroemeria ligtu</i>	Herbácea	1	-	Siempreverde	No
<i>Austrocedrus chilensis</i>	Árbol alto	25	8	Siempreverde	No
<i>Azara dentata</i>	Arbusto bajo	2	-	Siempreverde	No

(Continúa).

Apéndice V. (Continuación).

Nombre	Estrato	Alt. máx.	Diámetro copa	Régimen foliar	Espinas
<i>Azara petiolaris</i>	Arbusto alto	4	-	Siempreverde	No
<i>Baccharis linearis</i>	Arbusto bajo	3	1,5	Siempreverde	No
<i>Baccharis paniculada</i>	Arbusto bajo	2	-	Siempreverde	No
<i>Baccharis rhomboidalis</i>	Arbusto bajo	2	1,2	Siempreverde	No
<i>Beilschmiedia miersii</i>	Árbol alto	25	15	Siempreverde	No
<i>Caesalpinia espinosa</i>	Árbol bajo	6	-	Siempreverde	Si
<i>Centaurea chilensis</i>	Arbusto bajo	2	-	Siempreverde	No
<i>Cestrum parqui</i>	Arbusto alto	3	-	Siempreverde	No
<i>Cissus striata</i>	Enredadera	5	-	Siempreverde	No
<i>Colliguaja odorífera</i>	Arbusto bajo	1,5	1,5	Siempreverde	No
<i>Cryptocaria alba</i>	Árbol alto	30	12	Siempreverde	No
<i>Cynara cardunculus</i>	Herbácea	1	-	Siempreverde	No
<i>Eccremocarpus scaber</i>	Enredadera	4	-	Vivaz	No
<i>Ephedra andina</i>	Arbusto bajo	1	-	Siempreverde	No
<i>Eryngium paniculatum</i>	Arbusto bajo	0,6	-	Siempreverde	No
<i>Escallonia illinita</i>	Arbusto alto	3	-	Siempreverde	No
<i>Escallonia pulverulenta</i>	Árbol bajo	10	6	Siempreverde	No
<i>Fabiana imbricata</i>	Arbusto bajo	2	1,3	Siempreverde	No
<i>Gochnatia foliolosa</i>	Arbusto bajo	2	1,5	Siempreverde	No
<i>Jubaea chilensis</i>	Emergente	35	-	Siempreverde	No
<i>Kageneckia oblonga</i>	Árbol bajo	4	4	Siempreverde	No
<i>Lithraea caustica</i>	Árbol alto	10	10	Siempreverde	No
<i>Lobelia excelsa</i>	Arbusto alto	3	-	Siempreverde	No
<i>Lobelia tupa</i>	Arbusto alto	4	1	Deciduo	No
<i>Maytenus boaria</i>	Árbol alto	15	12	Siempreverde	No
<i>Monttea chilensis</i>	Arbusto alto	3	-	Siempreverde	No
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	A. B. T.	2	2,5	Siempreverde	No
<i>Mutisia retusa</i>	A. B. T.	2	-	Siempreverde	No
<i>Myrceugenia correifolia</i>	Arbusto alto	4	3	Siempreverde	No
<i>Nassella chilensis</i>	Herbácea	1	-	Siempreverde	No
<i>Pasithea coerulea</i>	Herbácea	0,5	-	Vivaz	No
<i>Peumus boldus</i>	Árbol alto	20	10	Siempreverde	No
<i>Podanthus mitiqui</i>	Arbusto alto	4	1,5	Siempreverde	No
<i>Porlieria chilensis</i>	Árbol bajo	4	-	Siempreverde	Si
<i>Prosopis chilensis</i>	Árbol alto	14	-	Deciduo	Si

(Continúa).

Apéndice V. (Continuación).

Nombre	Estrato	Alt. máx. m	Diámetro copa m	Régimen foliar	Espinas
<i>Proustia cuneifolia</i>	Arbusto alto	3	-	Siempreverde	Si
<i>Puya berteroniana</i>	Xerófita alta	4	-	Siempreverde	Si
<i>Puya chilensis</i>	Xerófita alta	4	-	Siempreverde	Si
<i>Quillaja saponaria</i>	Árbol alto	20	12	Siempreverde	No
<i>Satureia gilliesii</i>	Arbusto bajo	1,5	-	Siempreverde	No
<i>Schinus latifolius</i>	Árbol alto	10	10	Siempreverde	No
<i>Schinus polygamus</i>	Arbusto alto	3	6	Siempreverde	Si
<i>Senna candolleana</i>	Arbusto alto	6	3	Siempreverde	No
<i>Senna cumingii</i> <i>var.coquimbensis</i>	Arbusto bajo	2	1,5	Siempreverde	No
<i>Solanum crispum</i>	Arbusto bajo	2	1	Siempreverde	No
<i>Solenomelus pedunculatus</i>	Herbácea	0,4	-	Siempreverde	No
<i>Sophora macrocarpa</i>	Arbusto alto	3	2,5	Siempreverde	No
<i>Sphaeralcea obtusiloba</i>	Arbusto bajo	1,5	1,4	Siempreverde	No
<i>Teucrium bicolor</i>	Arbusto bajo	1,5	-	Siempreverde	No
<i>Trevoa quinquinervia</i>	Arbusto alto	3	2	Deciduo	Si
<i>Trevoa trinervis</i>	Arbusto alto	3	-	Deciduo	Si
<i>Trichocereus chiloensis</i>	Xerófita alta	8	3	Siempreverde	Si
<i>Triptilion spinosum</i>	Herbácea	0,3	-	Siempreverde	No
<i>Vachellia caven</i>	Árbol bajo	6	8	Deciduo	Si

Alt. máx: Altura máxima; A. B. T: Arbusto bajo trepador; P.E: Presencia espinas

Apéndice VI. Atributos funcionales de especies seleccionadas

Nombre	Fijación Nitrógeno	Asociación micorrizas
<i>Adesmia confusa</i>	Si	Arbuscular
<i>Alonsoa meridionalis</i>	No	-
<i>Alstroemeria angustifolia</i>	No	-
<i>Alstroemeria ligtu</i>	No	-
<i>Austrocedrus chilensis</i>	Si	Arbuscular
<i>Azara dentata</i>	No	Arbuscular
<i>Azara petiolaris</i>	No	Arbuscular

(Continúa).

Apéndice VI. (Continuación).

Nombre	Fijación Nitrógeno	Asociación micorrizas
<i>Baccharis linearis</i>	No	Arbuscular
<i>Baccharis paniculada</i>	No	Arbuscular
<i>Baccharis rhomboidalis</i>	No	Arbuscular
<i>Beilschmiedia miersii</i>	No	Arbuscular
<i>Caesalpinia espinosa</i>	Si	-
<i>Centaurea chilensis</i>	No	-
<i>Cestrum parqui</i>	No	Arbuscular
<i>Cissus striata</i>	No	-
<i>Colliguaja odorífera</i>	No	Arbuscular
<i>Cryptocaria alba</i>	Si	Arbuscular
<i>Cynara cardunculus</i>	No	-
<i>Eccremocarpus scaber</i>	No	-
<i>Ephedra andina</i>	No	-
<i>Eryngium paniculatum</i>	No	-
<i>Escallonia illinita</i>	No	Arbuscular
<i>Escallonia pulverulenta</i>	No	Arbuscular
<i>Fabiana imbricata</i>	No	Arbuscular
<i>Gochnatia foliolosa</i>	No	Arbuscular
<i>Jubaea chilensis</i>	No	Arbuscular
<i>Kageneckia oblonga</i>	No	Arbuscular
<i>Lithraea caustica</i>	No	Arbuscular
<i>Lobelia excelsa</i>	No	-
<i>Lobelia tupa</i>	No	Orquídeomicorrizas
<i>Maytenus boaria</i>	Si	Arbuscular
<i>Monttea chilensis</i>	No	Arbuscular facultativa
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	No	Arbuscular facultativa
<i>Mutisia retusa</i>	No	-
<i>Myrceugenia correifolia</i>	No	Arbuscular
<i>Nassella chilensis</i>	No	-
<i>Pasithaea coerulea</i>	No	-
<i>Peumus boldus</i>	Si	Arbuscular
<i>Podanthus mitiqui</i>	No	Arbuscular
<i>Porlieria chilensis</i>	Si	Arbuscular facultativa
<i>Prosopis chilensis</i>	Si	Arbuscular
<i>Proustia cuneifolia</i>	No	Arbuscular
<i>Puya berteroniana</i>	No	-

(Continúa)

Apéndice VI. (Continuación).

Nombre	Fijación Nitrógeno	Asociación micorrizas
<i>Puya chilensis</i>	No	-
<i>Quillaja saponaria</i>	No	Arbuscular
<i>Satureia gilliesii</i>	No	-
<i>Schinus latifolius</i>	No	Arbuscular
<i>Schinus polygamus</i>	No	Arbuscular
<i>Senna candolleana</i>	Si	Arbuscular
<i>Senna cumingii</i> <i>var.coquimbensis</i>	Si	Arbuscular
<i>Solanum crispum</i>	No	Arbuscular
<i>Solenomelus pedunculatus</i>	No	-
<i>Sophora macrocarpa</i>	Si	Arbuscular
<i>Sphaeralcea obtusiloba</i>	No	-
<i>Teucrium bicolor</i>	Si	Arbuscular
<i>Trevoa quinquinervia</i>	Si	Arbuscular
<i>Trevoa trinervis</i>	No	-
<i>Trichocereus chiloensis</i>	No	-
<i>Triptilion spinosum</i>	No	-
<i>Vachellia caven</i>	Si	Ectomicorriza y Arbuscular

Apéndice VII. Tolerancias y preferencias de suelos de cada especie

Nombre	Tolerancia/preferencias suelo
<i>Adesmia confusa</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelos.
<i>Alonsoa meridionalis</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo / Requiere buen drenaje.
<i>Alstroemeria angustifolia</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Alstroemeria ligtu</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Austrocedrus chilensis</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas/ Requiere buen drenaje.
<i>Azara dentata</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.

(Continúa).

Apéndice VII. (Continuación).

Nombre	Tolerancia/preferencias suelo
<i>Azara petiolaris</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo / Requiere buen drenaje.
<i>Baccharis linearis</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Baccharis paniculada</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Baccharis rhomboidalis</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Beilschmiedia miersii</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo / Requiere buen drenaje / Preferencia presencia M.O.
<i>Caesalpinia espinosa</i>	-
<i>Centaurea chilensis</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Cestrum parqui</i>	Preferencia por suelos degradados.
<i>Cissus striata</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelos / Preferencia por presencia de M.O.
<i>Colliguaja odorífera</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Cryptocaria alba</i>	Requiere buen drenaje y alta presencia de M.O.
<i>Cynara cardunculus</i>	Terrenos degradados.
<i>Eccremocarpus scaber</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Ephedra andina</i>	Terrenos degradados.
<i>Eryngium paniculatum</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo / Preferencia terrenos degradados.
<i>Escallonia illinita</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo/ Preferencia por suelos pedregosos y arenosos.
<i>Escallonia pulverulenta</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Fabiana imbricata</i>	Terrenos áridos y a bordes de caminos o bien cerca de esteros o ríos.
<i>Gochnatia foliolosa</i>	Suelos secos y pedregosos.

(Continúa).

Apéndice VII. (Continuación).

Nombre	Tolerancia/preferencias suelo
<i>Jubaea chilensis</i>	Suelos arenosos / franco arenosos.
<i>Kageneckia oblonga</i>	Preferencia terrenos pobres en M.O. / Amplia gama de texturas y calidad de suelo / Requiere buen drenaje.
<i>Lithraea caustica</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Lobelia excelsa</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Lobelia tupa</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Maytenus boaria</i>	Requiere buen drenaje y alto contenido de M.O.
<i>Monttea chilensis</i>	Adaptable a una amplia gama de suelos con algo de materia orgánica / Requiere buen drenaje.
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Mutisia retusa</i>	-
<i>Myrceugenia correifolia</i>	Requiere suelos con buen contenido de materia orgánica, buen drenaje y pH neutro a moderadamente ácido.
<i>Nassella chilensis</i>	-
<i>Pasithea coerulea</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Peumus boldus</i>	Requiere buen drenaje y alto contenido de M.O.
<i>Podanthus mitiqui</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Porlieria chilensis</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo / Requiere buen drenaje.
<i>Prosopis chilensis</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo / Requiere buen drenaje.
<i>Proustia cuneifolia</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Puya berteroniana</i>	-
<i>Puya chilensis</i>	-
<i>Quillaja saponaria</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.

(Continúa).

Apéndice VII. (Continuación).

Nombre	Tolerancia/preferencias suelo
<i>Proustia cuneifolia</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Puya berteroniana</i>	-
<i>Puya chilensis</i>	-
<i>Quillaja saponaria</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Satureia gilliesii</i>	-
<i>Schinus latifolius</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo.
<i>Schinus polygamus</i>	Adaptable a una amplia gama de suelos con algo de M.O.
<i>Senna candolleana</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo / Requiere buen drenaje.
<i>Senna cumingii</i> var.coqui.	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo / Requiere buen drenaje / Tolera suelos salinos.
<i>Solanum crispum</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelo / Preferencia por suelos húmedos y con M.O.
<i>Solenomelus pedunculatus</i>	-
<i>Sophora macrocarpa</i>	Adaptable a una amplia gama de suelos con algo de M.O. / Ph neutro a levemente ácido y buen drenaje.
<i>Sphaeralcea obtusiloba</i>	Adaptable a una amplia gama de textura y calidad de suelos/ Requiere buen drenaje.
<i>Teucrium bicolor</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas / Requiere suelos buen drenaje y algo de M.O.
<i>Trevoa quinquinervia</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelos / Preferencia por terrenos degradados.
<i>Trevoa trinervis</i>	-
<i>Trichocereus chiloensis</i>	Adaptable a una amplia gama de texturas y calidad de suelos.
<i>Triptilion spinosum</i>	-
<i>Vachellia caven</i>	Adaptable a una amplia gama de suelos, tolera suelos pobres y salinos.

M.O: Materia orgánica; -: Sin información

Apéndice VIII. Estado, ubicación y régimen de propiedad de sitios preseleccionados.

id	Ubicación	Estado / usos	Régimen de propiedad
1	Amapolas 5333	Estacionamiento parcial	Público
2	Echeñique & Carlos Aguirre Luco	Área verde subutilizada	Público
3	Salitre 5102	Eriazo/ Jardín	Colectivo
4	Av. Ossa & Diagonal Oriente	Área verde subutilizada	Público
5	Rotonda Grecia	Área verde subutilizada	Público
6	Ramón Cruz 1077	Eriazo	Público
7	Pasaje Los Jardines 834a	Eriazo	Privado
8	Olmué 4017-Villa los presidentes	Jardín	Público
9	Pichidangui 3650 - Villa Los Alerces	Área verde subutilizada	Público
10	Av. Cap. Ignacio Carrera Pinto 1045	Recreativo / Escombros	Público
11	Av. José Pedro Alessandri 774	Recreativo	Público
12	Dr. Johow 635	Jardín	Privado
13	Dr. Johow & Doble Almeyda	Eriazo	Privado
14	Av. Ossa & Vasco de Gama	Área verde subutilizada	Público
15	Frente a Sucre 3020	Instalaciones eléctricas	Privado
16	Pedro de Valdivia & Hernán cortes	Eriazo	Público
17	San Eugenio & Av. Grecia	Área verde subutilizada	Público
18	Antonio Varas & Irarrazabal	Eriazo	Público
19	Cres. Errazuriz & Pedro de Valdivia	Eriazo / Escombros	Público
20	Cresciente Errazuriz 2415	Eriazo	Privado
21	Tres Antonios 581	Uso recreativo	Colectivo
22	Grecia 2510	Área verde subutilizada	Colectivo
23	Luis Bisquett 2765	Estacionamiento parcial	Público
24	Luis Bisquett 2765	Escombros	Público
25	Zañartu 2445	Estacionamiento parcial	Privado
26	Zañartu & Francisco de Paul	Eriazo	Privado
27	Stgo. Candelaria & Rodrigo de Araya	Estacionamiento parcial	Colectivo
28	José Domingo Cañas 1395	Jardín	Privado
29	Irarrázaval & Seminario	Edificio por construir	Privado
30	Brow norte & Irarrázaval	Edificio en construcción	Privado
31	Av. Ossa & Hannover	Edificio por construir	Privado
32	3 Antonios & Zañartu	No se pudo comprobar en terreno	Privado
33	Amapolas & Celerino Pereira	Área verde subutilizada	Público
34	Amapolas & Pasaje 9	Uso recreativo	Colectivo
35	La Aduana & Los Navaos	Estacionamiento	Público

(Continúa).

Apéndice VIII. (Continuación).

id	Ubicación	Estado / usos	R. P.
36	Amapolas & Rosita Renard	Estacionamiento	Colectivo
37	M. Montt & Leopoldo Urrutia	Próximo centro PDI	Público
38	Hamburgo & Pasaje 6	Área verde subutilizada	Público
39	General Boonen & P. de Valdivia	Edificio por construir	Privado
40	Caupolicán & Bustamante	Edificio por construir	Privado
41	Carlos Aldunate & Irarrázaval	Edificio por construir	Privado
42	G. Mann & Francisco meneses	Edificio por construir	Privado
43	Los 3 Antonios & Lyon	No se pudo comprobarse	Privado
44	Natalio Stein & Bremen	Edificio por construir	Privado
45	Rengo & Manuel Montt	Residencia por construir	Privado
46	Campo de deportes & D. Almeyda	Edificio por construir	Privado
47	Pedro rico & Exequiel Figueroa	Edificio por construir	Privado
48	San Eugenio & Av. Sur	Infraestructura vial	Público
49	Vasco de Gama & Exequiel Figueroa	Edificio por construir	Privado
50	Guillermo Mann & Calle 6	Edificio por construir	Privado
51	Irarrazabal & Monseñor Eyzaguirre	Edificio por construir	Privado
52	Capitán Orellana & P. Valdivia	Edificio por construir	Privado
53	Zañartu & Tiltill	Edificio por construir	Privado
54	Exequiel Figueroa & Vasco de Gama	Edificio por construir	Privado
55	Zañartu & Castillo Uruzar	Edificio por construir	Privado
56	Duble Almeyda & Macul	Construcción de residencia	Privado
57	Los 3 Antonios & Delfos	No se pudo comprobarse	Privado
58	Los alerces & C. Uruzar	Edificio en construcción	Privado
59	Los Avellanos & Las Dalias	Vegetación leñosa	Público
60	Vicuña Mackenna & Abel	Edificio por construir	Privado
61	Zañartu & 3 Antonios	Edificio en construcción	Privado
62	Mata oriente & Fernández Concha	Edificio por construir	Privado
63	Irarrázaval & Obispo Orrego	Edificio por construir	Privado
64	Los alerces & 3 Antonios	Edificio por construir	Privado
65	Zañartu & Francisco meneses	Edificio por construir	Privado
66	Zañartu & Castillo Urazar	Edificio por construir	Privado
67	Vicuña & Santa Elvira	Edificio en construcción	Privado
68	Pedro Hemrick	No pudo comprobarse	Privado
69	Zañartu & Rebolledo	Edificio por construir	Privado
70	Zañartu & William Rebolledo	Edificio por construir	Privado

(Continúa).

Apéndice VIII. (Continuación).

id	Ubicación	Estado / usos	R. P.
71	Hernán Cortes & General Artiga	Edificio por construir	Privado
72	Av. Matta & Vicuña Mackenna	Edificio en construcción	Privado
73	Doctor Johow 357	Uso recreativo	Privado
74	Pasaje 500 & J. P.	Edificio por construir	Privado
75	Calle vía 12 N° 1300	Zona juegos infantiles	Público
76	Av. Irarrázaval 2305	Edificio por construir	Privado
77	Doctor Johow 357	Uso recreativo	Privado
78	Av. Macul 774	Canchas de tenis	Público
79	Rosita Renard 1179	Uso recreativo	Público
80	Av. Grecia & Av. Américo Vespucio	Infraestructura vial	Público
81	Av. Ossa & Maria Celeste	Estacionamiento	Público
82	Av. Ossa & Salvador Reyes	Vegetación leñosa	Público
83	Ossa & Nuncio Laghi	Edificio por construir	Privado
84	Diagonal oriente & Valencia	Infraestructura vial	Público
85	Valencia 2430	Infraestructura gris	Privado
86	Valencia & Diagonal oriente	Estacionamiento	Público
87	Irarrázaval & Salvador	Centro de ventas	Público
88	Tobalaba & Av. Ossa	Infraestructura vial	Público
89	C. Dittbornn & Los jazmines	Juegos infantiles	Público
90	Pasaje 35	Cancha de futbol	Público

R. P: Régimen de propiedad