



Universidad
Central



Gabriela Saldías Peñafiel
Javier Figueroa Ortiz
Andrea Lemaitre Bailey



Manual de Manejo de Techos Verdes

Extensivos con especies
de plantas Nativas de Chile Central

Investigación financiada por:
FONDEF-CONICYT / CONCURSO IDeA I+D, código proyecto ID21110028



María Gabriela Saldías Peñafiel.

Ingeniero Agrónomo y Postítulo en Manejo del Paisaje, Pontificia Universidad Católica de Chile. Magister en Áreas Silvestres y conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. Con experiencia docente por más de 25 años. Participa en trabajos multidisciplinarios, estudios relativos a espacio público, paisaje y biodiversidad. Realiza asesorías botánicas y agronómicas para obras de paisajismo. Investiga en reproducción de especies amenazadas y conservación de la biodiversidad a través del uso de flora nativa en techos verdes. Publica en revistas científicas y es autora de varios libros. Profesora desde 2007 en la Escuela de Arquitectura y Paisaje, Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Central de Chile.

Javier Alejandro Figueroa Ortiz.

El Pregrado y el Doctorado en Ciencias, mención Biología, lo obtuvo en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. Se ha desempeñado como investigador en diversas universidades por 25 años. Actualmente, es docente asociado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Central de Chile e investigador del Centro de Investigación y Postgrado de la misma universidad. Ha desarrollado proyectos de investigación sobre patrones y procesos de la biodiversidad urbana, en especial la flora y vegetación, su relación con otros grupos biológicos y su impacto social. Ha realizado consultorías a organismos internacionales, nacionales, organizaciones sociales y de la sociedad civil. Es autor de diversas publicaciones en libros y revistas de corriente principal. Se ha desempeñado como editor y par-evaluador de manuscritos científicos y de divulgación.

C. Andrea Lemaitre Bailey.

Bióloga (U. Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia). Doctora en Ecología y Biología Evolutiva (U. de Chile, Santiago, Chile). Profesora invitada pregrado en las asignaturas de Ecología y Ciencias Ambientales de la U. de Chile (2018-2023). Investigadora en la U. Central de Chile (2022-2023) y Docente pregrado de la asignatura Ecología en la U. del Desarrollo (Chile, 2023). Experiencia de investigación en ecología química e interacciones ecológicas, principalmente polinización de plantas nativas de Chile.



Manual de Manejo de Techos Verdes

Extensivos con especies
de plantas Nativas de Chile Central



Autores:

Gabriela Saldías Peñafiel

Javier Figueroa Ortiz

Andrea Lemaître Bailey

Investigación financiada por:

FONDEF-CONICYT / CONCURSO IDeA I+D, código proyecto ID21110028

Prólogo

En mi condición de presidente del Comité Directivo y director de las carreras de Arquitectura y Arquitectura del Paisaje de la Universidad Central de Chile, tengo el agrado de presentar a través de estas líneas un proyecto de investigación que ha tenido un desarrollo alentador, el cual sin duda podrá aportar al desarrollo de la construcción de techos verdes, en este caso con la utilización de flora nativa de la zona central de Chile. Este interesante desafío dentro del contexto de los concursos IDeA I+D, propone este Manual de Manejo de Techos Verdes, que sin duda abre grandes posibilidades para construir techos verdes incorporando y utilizando flora nativa.

Esto permite entre otros beneficios aportar a la extensión de la biodiversidad urbana, la reconstrucción de paisajes verdes en la ciudad y contribuir como protección natural a los efectos de las altas temperaturas durante el verano, que todo indica tendremos olas de calor cada vez más frecuentes y extremas. En este contexto este manual es un instrumento eficaz para proteger lugares y revertir espacios, hoy denominados islas de calor con evidentes riesgos para la salud humana.

Este manual permite el desarrollo y diversas aplicaciones, desde los techos hasta el diseño de refugios pensando en espacios públicos y parques. Aquello, gracias a que la selección de especies ha sido muy rigurosa en cuanto a su resistencia y bajo consumo hídrico lo que implica una buena sostenibilidad y genera la necesidad de poder cultivar las especies de flora nativa indicadas para su fácil plantación en las unidades de techos.

Finalmente debo agradecer el aporte técnico recibido por los socios participantes del Comité Directivo, Ministerio de la Vivienda y Urbanismo (MINVU), Centro Tecnológico para la Innovación en Productividad y Sustentabilidad en la Construcción (CTeC), el Instituto Chileno de Arquitectos Paisajistas (ICHAP) y la Fundación País Digital, que permitieron implementar, mejorar y difundir los resultados de este proyecto.

Uwe Rohwedder Gremler

Investigación:

Universidad Central de Chile,
Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Escuela de Arquitectura y Paisaje

Autores:

Gabriela Saldías Peñafiel
Javier Figueroa Ortiz
Andrea Lemaitre Bailey

Diseño gráfico:

María Teresa Azócar Medina

Fotografías:

Gabriela Saldías (plantas)
Andrea Lemaitre (insectos)

Impresión:

Impresos Socías Limitada

Investigación financiada por:

FONDEF-CONICYT / CONCURSO IDeA I+D, código proyecto ID21110028

ISBN 978-956-330-082-6

Enero 2024

Derechos reservados
Prohibida su reproducción.

Índice



Linacillo
(*Menodora linoides*)

I.	Introducción	9
II.	Localización y clima	12
III.	Definiciones	14
IV.	Recomendaciones para la instalación de un techo verde	16
	· Requisitos y adecuación de techo	16
	· Tipos de estructuras	16
	· Capa de sustrato	18
	· Selección y adquisición de plantas nativas	18
	· Traslado de las plantas	18
	· Época de plantación	19
V.	Manejo de un techo verde	20
	· Sistema de riego	20
	· Manejo sanitario	21
	· Labores de poda	24
	· Manejo del suelo	24
	· Manejo de fauna y otras interacciones bióticas	25
VI.	Especies vegetales y asociaciones	28
VII.	Descripción de plantas nativas recomendadas	38
VIII.	Conclusiones	48
IX.	Lecturas recomendadas	50



I Introducción



Linacillo
(*Menodora linoides*)

Los techos verdes son sistemas constructivos que permiten el crecimiento de las plantas en las azoteas de edificaciones de diferentes tipos, creando una cubierta vegetal que aporta múltiples beneficios a las personas y al medio ambiente, razón por la que hoy día se promueve su diseño y construcción en muchas ciudades del mundo.

Son numerosos los beneficios que aportan los techos verdes en ambientes urbanos, entre los cuales están, una reducción de los efectos islas de calor, captación de material particulado de la atmósfera y con ello reducción en la contaminación del aire, regulación del ciclo hídrico a través del control de la escorrentía y aprovechamiento del agua de lluvia. Además, tienen un positivo efecto en conservar la biodiversidad y formar parte de la infraestructura verde urbana, así como en la creación de nuevos espacios verdes habitables, en áreas densamente pobladas en las que difícilmente quedan espacios libres disponibles.

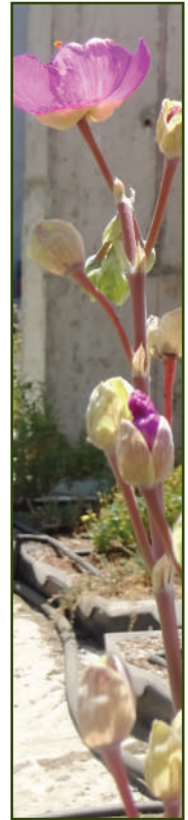
En Chile desde hace más de una década se están sintiendo los efectos del cambio climático, la disminución de las precipitaciones ha impactado negativamente la vegetación natural y está obligando a cambiar la flora urbana por especies mejor adaptadas tanto en los espacios públicos como privados. Las precipitaciones son variables en los montos, épocas y tipos como también las temperaturas extremas, fenómenos climáticos que dificultan el establecimiento de las plantas en las ciudades, especialmente en ciertos sectores en que la vegetación es escasa. En este sentido se reconocen los aportes de la infraestructura verde urbana y en soluciones basadas en la naturaleza para abordar estas problemáticas. En este contexto, los techos verdes se presentan como una gran oportunidad y especialmente los techos con flora nativa proveniente de ecosistemas en los cuales las plantas han desarrollado adaptaciones morfológicas y fisiológicas para poder sobrevivir en ambientes altamente estresantes, caracterizados por importantes cambios térmicos a lo largo del día y en las estaciones, alza en los extremos térmicos, escasa disponibilidad hídrica y suelos pobres y someros.

En el contexto de la investigación realizada en la Universidad Central de Chile denominada “Modelo de techos verdes con flora nativa en ciudades de Chile central”, financiada por ANID, adjudicado en concurso Idea I+D 2021, se estudió experimentalmente el desempeño de 27 especies de plantas nativas pertenecientes a 16 familias, de la zona central de Chile, tanto del borde costero como del interior y cordillera (Tabla 1). Los ensayos experimentales se prolongaron desde junio de 2022 a septiembre de 2023. Las especies fueron seleccionadas por su hábitat extremo que les permite sobrevivir en áreas de alta exposición solar, baja disponibilidad hídrica y suelos delgados o erosionados, condiciones similares a las que están presentes en las azoteas de edificios ubicados en islas de calor urbano.

Durante 16 meses se midió sobrevivencia y crecimiento de las plantas en el techo. En el verano de 2023 se descartaron 6 especies no adaptadas a las condiciones ambientales de la azotea y se agregaron en su reemplazo las siguientes 3 especies:

Encelia canescens (coronilla de fraile),
Glandularia berteroi (verbena) y
Margyricarpus pinnatus (hierba de la perlilla).

El presente Manual tiene el objetivo de guiar y contribuir al diseño e instalación de techos verdes extensivos, en especial en la selección, traslado, y plantación de las especies vegetales nativas recomendadas para formar un techo verde en ciudades de Chile central, como también en las labores de manejo que se requieren para que el material vegetal se mantenga sano, con un crecimiento adecuado y aspecto atractivo en las diferentes estaciones del año.



Pata de guanaco
(*Cistanthe laxiflora*)



Linacillo
(*Menodora linoides*)

Tabla 1.

Veintisiete especies de plantas nativas pertenecientes a 16 familias fueron seleccionadas para evaluar su sobrevivencia y crecimiento en la azotea sobre el sexto piso de un edificio Campus Gonzalo Hernández, Universidad Central de Chile en pleno centro de la ciudad de Santiago, Chile.

Familia	Especie	Forma de vida
Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria pelegrina</i> L.	Hierba perenne (geófito)
Apiaceae	<i>Eryngium paniculatum</i> Cav. & Dombey ex F. Delaroche	Hierba perenne
Asteraceae	<i>Erigeron luxurians</i> (Skotts.) Solbrig	Hierba perenne
	<i>Eupatorium glechonophyllum</i> Less.	Arbusto
	<i>Haplopappus integerrimus</i> (Hook. & Arn.) H.M. Hall	Arbusto
	<i>Haplopappus valparadisiacus</i> Klingenb.	Arbusto
	<i>Haplopappus schumannii</i> (Kuntze) G.K.Br. & W.D.Clark	Arbusto
	<i>Haplopappus uncinatus</i> Phil.	Arbusto
	<i>Encelia canescens</i> Lam. var. <i>canescens</i>	Subarbusto
Boraginaceae	<i>Phacelia secunda</i> J.F.Gmel.	Hierba perenne
Bromeliaceae	<i>Puya coerulea</i> Lindl. var. <i>coerulea</i>	Hierba perenne
Cactaceae	<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F. Först.) E.F. Anderson	Cacto esférico
	<i>Eriosyce curvispina</i> (Bertero ex Colla) Katt.	Cacto esférico
Frankeniaceae	<i>Frankenia chilensis</i> C. Presl	Subarbusto
Lamiaceae	<i>Stachys macraei</i> Benth.	Hierba perenne
Oleaceae	<i>Menodora linooides</i> Phil.	Subarbusto
Plumbaginaceae	<i>Armeria maritima</i> (Mill.) Willd.	Hierba perenne
	<i>Oxalis megalorrhiza</i> Jacq.	Hierba perenne
Poaceae	<i>Amelichloa caudata</i> (Trin.) Arriaga & Barkworth	Hierba perenne
	<i>Hordeum</i> sp.	Hierba perenne
	<i>Nassella laevissima</i> (Phil.) Barkworth	Hierba perenne
Portulacaceae	<i>Cistanthe laxiflora</i> (Phil.) Peralta & D.I. Ford	Hierba perenne
Rosaceae	<i>Tetraglochin alata</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Kuntze	Arbusto
	<i>Margyricarpus pinnatus</i> (Lam.) Kuntze	Subarbusto
Scrophulariaceae	<i>Calceolaria thyrsoiflora</i> Graham	Hierba perenne
Solanaceae	<i>Solanum pinnatum</i> Cav.	Arbusto
Verbenaceae	<i>Glandularia berteroi</i> (Shauer) Muñoz-Schick	Hierba perenne

II Localización y clima

La elaboración de este manual es producto del ensayo experimental durante los años 2022 y 2023, abarcando las 4 estaciones del año, montado sobre un techo verde construido en pleno centro de la ciudad de Santiago, muy cerca del eje cívico Paseo Bulnes y frente al Parque Almagro. El ensayo se encuentra instalado en una azotea de un sexto piso del edificio del Campus Gonzalo Hernández de la Universidad Central de Chile (Figura 1).



Tomatillo
(*Solanum pinnatun*)

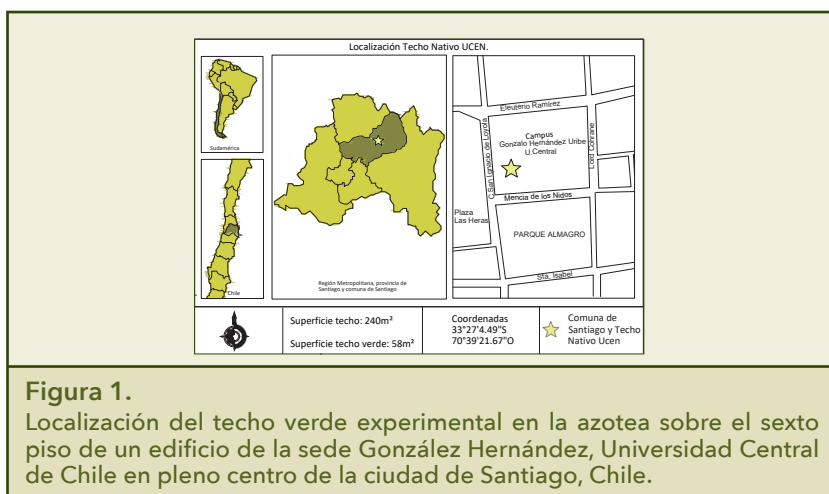


Figura 1.

Localización del techo verde experimental en la azotea sobre el sexto piso de un edificio de la sede González Hernández, Universidad Central de Chile en pleno centro de la ciudad de Santiago, Chile.

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen el sitio de instalación del techo está en la zona Mediterránea con estación seca larga con un corto invierno lluvioso. La temperatura media anual es de 14° C, el mes más cálido corresponde a enero, alcanzando una temperatura media de 22° C, y el más frío a julio con 7° C. Un rasgo particular lo constituyen las escasas lluvias invernales con promedios anuales de 350mm (Insunza. Climas de Chile. Capítulo 5). Sin embargo, los datos de precipitaciones han disminuido fuertemente los últimos años en la Región Metropolitana (DGAC, 06.11.2023) (Tabla 2) es muy inferior a la cifra anteriormente citada. Los dos años en que se evaluó el desempeño de las plantas se diferenciaron en los montos de precipitaciones lo que tuvo un claro reflejo en un mayor crecimiento y una mayor turgencia del tejido de las plantas.

Tabla 2.

Precipitaciones registradas en estación oficial Quinta Normal, Región Metropolitana (Dirección General de Aeronáutica Civil, Chile)

Año	Precipitaciones (mm anual)
2022	160,8 mm
2023	310,7 mm (26.11.2023)
Normal anual	286,3 mm

En la Figura 2 se puede apreciar el Diagrama ombrotérmico, con datos obtenidos entre julio de 2022 y septiembre 2023 registrados en la estación meteorológica de la Universidad Central de Chile instalada en el mismo techo donde se ubica el ensayo.

Se puede apreciar que el período de mayor estrés para las plantas (mayor temperatura y menor humedad atmosférica) se prolongó desde la segunda semana de noviembre del 2022 hasta la primera quincena de abril del 2023.

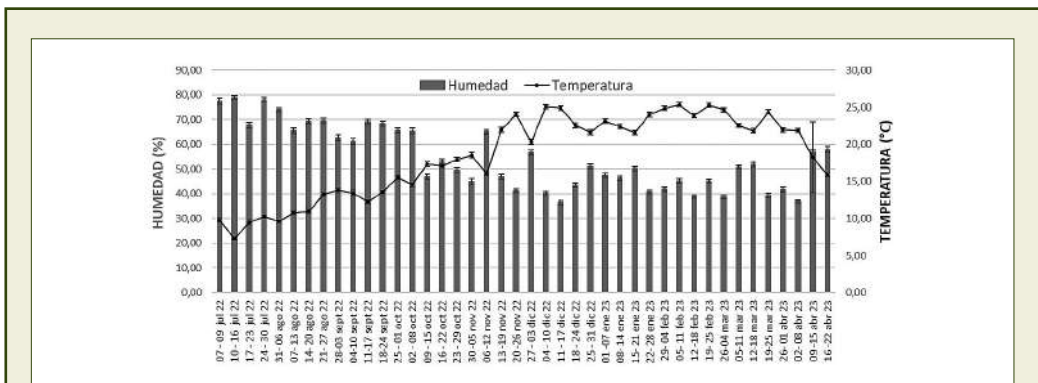


Figura 2.

Diagrama ombrotérmico (climograma) elaborado con los promedios semanales de temperatura (°C ± EE) y (humedad (% ± EE) recolectados de la estación meteorológica (MET-WIFI) instalada en el techo desde el inicio del experimento (07 de junio de 2022)

III Definiciones

¿Qué se entiende por techo verde?

Una respuesta simple es, se trata de un sistema constructivo en una azotea que se adecúa para el crecimiento y desarrollo de plantas, cuya cobertura puede ser parcial o total.

De acuerdo a la definición que presenta la Norma chilena Nch3626, es una cubierta de edificios y otras construcciones destinadas a recibir vegetación, compuesta por un sistema de capas tecnológicas que aseguren el desarrollo de ésta. También indica la Norma que pueden recibir las siguientes otras denominaciones: techos ecológicos, techos vivos, techos vegetales y techos ajardinados.



Haplopappus
(haplopappus
valparadisiacus)

¿Cuántos tipos de techo o cubierta verde existen?

Por lo general, los techos verdes se clasifican en tres tipos (Figura 3) dependiendo del espesor del sustrato:

- a) Techos verdes extensivos, tienen entre 5 y 15 cm de sustrato
- b) Techos verdes semintensivos, utilizan desde 15 cm y hasta 30 cm de sustrato
- c) Techos verdes intensivos, se caracterizan por superar los 30 cm de sustrato.

A mayor profundidad de sustrato aumenta la variedad de plantas que se adaptan, pero a la vez suelen requerir de una mayor mantención por incluir diversidad de formas de crecimiento y requerimientos para mantener un buen aspecto y salud.



Figura 3.

Tipos de techos verdes de acuerdo al grosor del sustrato y forma de vida de las plantas que pueden sostener.

¿Puede el techo verde contribuir a la conservación de la biodiversidad?

Por cierto, muchos países han considerado que los techos verdes son una oportunidad para conservar especies de plantas nativas y organismos con los que interactúan en el suelo y en la parte aérea. De acuerdo a GORE-RMS - SEREMI MMA RMS (2013) en la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago 2015-2020 se propone la introducción de intervenciones técnicas de construcción sustentable como por ejemplo infraestructura verde en edificaciones de las urbes de la Región, entre otras.

¿Puede el techo verde ayudar a mitigar y adaptarse al cambio climático?

De acuerdo a la Ley 21.455 Ley Marco de Cambio Climático (BCN 2022) que tiene un enfoque ecosistémico, entrega las pautas para que se desarrollen los Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático en las que se incluyen las ciudades, donde los techos verdes adquieren especial relevancia.

Entre los Planes existentes, el Plan de Adaptación al cambio climático 2018-2022 (MINVU, MMA, 2017) plantea que la infraestructura verde cumple un rol importante para la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático en las ciudades y en este sentido, los techos verdes son reconocidos en la actualidad por contribuir al desarrollo y consolidación de la infraestructura verde urbana.

La infraestructura verde, incluyendo los techos verdes, mejora la adaptación a la emergencia climática para que las ciudades y territorios respondan de mejor manera a mitigar las islas y olas de calor, a disminuir la escasez hídrica, o responder a eventos extremos, por ejemplo, dificultando la propagación de inundaciones o incendios (Giannotti et al. 2021).

¿El "techo verde" tiene que ser necesariamente de color verde para que cumpla con sus funciones?

No es necesario que sea verde en forma homogénea ni que se mantenga idéntica luminosidad y saturación de color a lo largo del año para que cumpla con las funciones por las cuales se lo construye.

Si bien la mayoría de las especies de plantas tienen follaje de color verde, existe variabilidad en cuanto a la estacionalidad e intensidad de la saturación, tonalidades y brillo. Hay plantas que se perciben grisáceas, azuladas y amarillentas en una amplia gama de tonos. Esto también es válido en la flora nativa de Chile central. Además, hay que considerar los cambios de color que se producen a lo largo de las estaciones del año. En el verano el techo verde en regiones mediterráneas es más opaco, predominan los colores ocres y grises. Estos cambios son adaptaciones y respuestas de las plantas frente a los factores climáticos tales como la insolación y la disponibilidad hídrica en la atmósfera.

IV Recomendaciones para la instalación de un techo verde

Requisitos y adecuación del techo o azotea

El techo que recibirá las plantas debe cumplir con ciertas características de resistencia al peso, impermeabilización, facilidad de acceso, seguridad y fuente de agua.

Las recomendaciones de resistencia de los techos son superiores en Chile a lo que se encuentra en guías de otros países, porque no se dispone de los materiales livianos de otros lugares. En Chile un techo extensivo debe tener la capacidad para recibir un peso entre 120 a 250 kg/m², (para 6 cm de profundidad 120 kg/m², para 10 cm de profundidad 200 kg/m² y para 15 cm de profundidad, 250 kg/m²). Para un techo semi-intensivo varía entre 250 y 500 kg/m² y para techos intensivos sobre los 500 kg/m² según las especies vegetales seleccionadas.

Por otra parte, se debe verificar que la impermeabilización se encuentre en óptimas condiciones, de manera que impida que el agua de riego o lluvia que ha saturado el sustrato penetre en el soporte estructural. Se debe buscar asesoría técnica para realizar una buena elección e instalación de una membrana impermeabilizante ya que al ser el primer componente de la cubierta vegetal es el de más difícil acceso cuando se presenta algún desperfecto. Este punto es de primera prioridad ya que se conocen varios proyectos que han sido abandonados cuando el agua empieza a filtrarse bajo la loza de la azotea.

Desde el punto de vista de la accesibilidad y seguridad debe permitir llegar con los materiales fácilmente a través de ascensor o escalera. Es necesario asegurar la existencia de barandas en la azotea de manera que se pueda construir y mantener sin riesgo de accidentes. El riego es indispensable, por lo tanto, se requiere de una conexión cercana a la red hídrica e idealmente conexión eléctrica para instalar un programador de riego, que permitirá usar el agua de manera eficiente.

Tipos de estructuras

Después de la **capa o membrana impermeabilizante** debe ir una barrera anti-raíz para evitar que las raíces destruyan la membrana de impermeabilización. En este sentido toma importancia los criterios de selección de especies, ya que se deberían evitar aquellas que desarrollan raíces muy invasivas, ya que en la búsqueda de agua y nutrientes terminan por destruir la barrera anti-raíz.



Gatito
(*Cumulopuntia
sphaerica*)

A continuación, sobre la impermeabilización se debe instalar una **capa de drenaje** que es una estructura prefabricada que permite retener y también drenar el agua sin que se acumule y cause daño a las raíces.

Entre la capa de sustrato y la capa de drenaje se sitúa una capa filtrante constituida de material prefabricado que tiene la función de retener las partículas finas de sustrato y permitir el paso libre del agua (Norma chilena NCh3626:2020).

Es posible diferenciar dos modalidades para instalar estas estructuras en el techo. La primera, es la construcción *in-situ*, instalando la membrana impermeabilizante, la membrana anti-raíz, a continuación, la membrana de drenaje, para luego distribuir el sustrato antes de la plantación. La segunda modalidad es en base a módulos prefabricados (Figura 4), que facilitan el traslado e incluso permiten ser instalados con las plantas establecidas. El tipo modular es el más adecuado para situaciones de difícil accesibilidad y techos de tipo extensivo.



Figura 4.
Vistas de un sistema modular prefabricado.

Capa de sustrato o medio de crecimiento

Un suelo común de jardín no es el sustrato más adecuado puesto que su composición es variable en cada lugar y en casos de texturas pesadas tiene baja permeabilidad, acumula mucha agua y el peso es muy alto pudiendo llegar a ocasionar interferencias en los sistemas de desagües (Pérez L, 2017). En consecuencia, se recomienda la utilización de sustratos preparados especialmente para techos verdes, que contengan un alto porcentaje de material inorgánico como son: ladrillo molido, perlita, vermiculita, ceniza volcánica, piedra pómez (80%) y solamente un 20% de material orgánico como fibra de coco o compost.

En la actualidad hay empresas nacionales e internacionales que ofrecen sustratos preparados con estas características y que han sido probados, garantizando un buen crecimiento de las plantas. Se recomienda comprar sustratos certificados. Sin embargo, los paisajistas y constructoras de áreas verdes pueden optar por preparar sus propias mezclas de componentes de acuerdo a la disponibilidad de materiales de la zona en que se emplaza el proyecto.

Selección y adquisición de plantas nativas

La selección vegetal debe ser priorizada según su pertinencia con el clima local, promoviendo el uso de especies nativas que presenten bajo requerimiento hídrico. Para techo verde extensivo que es el modelo estudiado y en base al cual se realizan las recomendaciones de este manual se trata de hierbas perennes, arbustos y subarbustos en su mayoría endémicos de la zona central de Chile.

Se recomienda realizar el encargo de las plantas que se requerirán a un vivero de plantas lo más cercano posible (localizado en la Región del proyecto) de conocida experiencia en la propagación de flora nativa.

La solicitud debe indicar que las plantas se deben preparar en contenedores de muy baja profundidad (para techos verdes extensivos), de 5 a 10 cm como máximo, de tal manera que el sistema radicular este contenido en un volumen reducido de suelo y la cantidad de sustrato a retirar sea el mínimo al momento de plantar. De lo contrario, en contenedores más profundos se encontrarán volúmenes muy altos de suelo y raíces que deberían ser podadas para el momento de la plantación. Esto dificulta el traslado de un volumen que finalmente no será utilizado incluso podría dañar a la planta cuando esté en el techo en su lugar definitivo.

Traslado de las plantas

El traslado de las plantas del vivero al lugar de la obra se debe realizar en forma óptima en un vehículo cerrado o bien tener la precaución de



Coronilla del fraile
(*Ercilla canescens*)

cubrir las plantas con una malla para sombra (raschel) de tal manera de protegerlas de la desecación provocada por el viento.

Una vez en el lugar mantenerlas regadas hasta el momento de la plantación, el que debería ser lo antes posible, evitando que las plantas queden en bolsas sin plantar por varios días. Se debe evitar que las plantas se vean sometidas a cambios muy drásticos entre las condiciones ambientales del vivero y el lugar de plantación. Se recomienda informar al viverista de las condiciones de la azotea para que aclimate las plantas para el techo de manera gradual.

La superficie de suelo, ya sea en módulos o en forma directa debe estar preparado con el sustrato correspondiente y el sistema de riego instalado, para asegurar que las plantas puedan recibir riego de forma inmediata, una vez plantadas en el módulo definitivo (Figuras 5).

Época de plantación

En las ciudades de Chile central las épocas óptimas para plantar son el otoño y la primavera. Se deben evitar plantaciones en verano por las altas temperaturas que se alcanzan, además de la baja humedad ambiental lo que aumenta la evapotranspiración y el daño directo al follaje por golpe de calor. A su vez las bajas temperaturas invernales, en particular en aquellas zonas cercanas a la cordillera, suelen ocasionar quemaduras al follaje, llegando incluso hasta la raíz de las plantas sensibles, siendo difícil la regeneración de éstas. En conclusión, el crecimiento general de las plantas es escaso por efecto de las altas y las bajas temperaturas del ambiente.

Las fechas más convenientes para plantar pueden variar y ajustarse a las situaciones particulares de cada proyecto. En términos generales en la zona costera este período es más amplio, en ocasiones puede ser casi todo el año a excepción del verano. En aquellos casos que por razones de fuerza mayor se requiera plantar en verano se deben tomar medidas de protección de las plantas consistentes en mallas para sombrear y riegos por aspersión varias veces al día, hasta lograr un buen arraigamiento y establecimiento del material vegetal.



Figura 5.
Construcción y plantación de los módulos.

V Manejo del techo verde

Una vez realizada la plantación del techo verde, se desea que las plantas cubran total o parcialmente la superficie lo que variará según el diseño que se haya proyectado ya que éste podría incluir una combinación de materiales pétreos y material vivo dado por las plantas y por tanto, en este tipo de casos no sería necesario que las plantas cubran completamente la superficie destinada al techo verde.

Entre los aspectos importantes de considerar en el manejo se encuentran los siguientes: sistema de riego, manejo sanitario, labores de poda, manejo del suelo, manejo de fauna y otras interacciones bióticas.



Haplopappus
(*Haplopappus uncinatus*)

Sistema de Riego

De acuerdo al Plan de Adaptación al cambio climático 2018-2022 (MIN-VU, MMA), el uso eficiente del recurso hídrico para la mantención de las áreas verdes es clave para asegurar el recurso en el tiempo, sobre todo en regiones y comunas afectadas por sequías y situación de estrés hídrico. Desde esta perspectiva se deben diseñar sistemas de riego eficientes que entreguen un monto adecuado según la estación del año, aplicado en horas del día con baja evapotranspiración, ya sea temprano en la mañana o en la noche.

En la situación climática actual de Chile central el riego es imprescindible, las plantas sin riego mueren a partir de la primavera, incluso las malezas (hierbas exóticas naturalizadas) no sobreviven durante este período en ausencia de riego. Sin embargo, con una selección de especies de bajos requerimientos hídricos es posible reducir el consumo de agua por unidad de planta.

Se recomienda realizar un sistema de riego mixto que combine tanto el riego por goteo como el riego por aspersión de manera de hidratar el follaje con este último. En la Tabla 3, se presenta lo recomendado por goteo a lo largo del año. A lo cual se le debe agregar algunos aspersores (similar a lluvia fina) con el propósito de mantener el follaje más turgente contrarrestando una baja humedad del aire en meses cálidos.

El riego por goteo en forma exclusiva afecta a las plantas en el crecimiento y si bien las recomendadas en este manual sobreviven, el aspecto de las plantas se deteriora en verano.



Tabla 3.

Monto de agua entregado por el riego recomendado a la semana por sistema de goteo y horas del día.

Estación del año	Litros / m ² / semana	Número de riegos por día	Horas del día
Invierno y días con lluvia en primavera y otoño	Sin riego	-	
Primavera	7 a 14	1 o 2 veces al día	7 a 8 hrs y 20 a 21 hrs
Verano	17 a 20	2 veces al día	7 a 8 hrs y 20 a 21 hrs
Otoño	10 a 12	1 o 2 veces al día	7 a 8 hrs y 20 a 21 hrs

Manejo sanitario

Se entiende por manejo sanitario de plantas al conjunto de prácticas que se realizan para prevenir, disminuir y en ocasiones llegar incluso a eliminar las plagas y enfermedades que afectan a las plantas.

Estas prácticas incluyen:

- Selección de plantas bien adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas del lugar del proyecto. En este sentido dar preferencia a las hierbas y subarborescentes nativos provenientes de ambientes altamente estresantes en que la pluviometría es baja, las variables térmicas amplias y los suelos de baja profundidad.
- Manejo de plantas invasoras (Fuentes et al. 2014). Hay ciertas plantas que se consideran invasoras porque se reproducen en gran cantidad y tienen el potencial de propagarse con facilidad y ocupar sitios disponibles amenazando la biodiversidad de la región. Para el caso de un techo verde este tipo de plantas podría dificultar el manejo y obstaculizar el desarrollo de las plantas vecinas.

Se debe poner atención en el período inicial de establecimiento de las plantas ya que el sustrato podría contener semillas de malezas en el momento que es adquirido, para lo cual se sugiere la extracción manual desde el mismo momento que las plántulas de malezas se establezcan, evitar que crezcan y compitan afectando las plantas del techo. Eventualmente, podrían llegar nuevas malezas a la azotea a través de dispersión

por el aire, principalmente. Este arribo ocurriría en primavera y verano, que es la época cuando se forman y se dispersan los frutos de las malezas anuales.

- Manejo cultural. Son todas aquellas medidas que aportan al buen establecimiento de las plantas y que disminuyen la incidencia de plagas y enfermedades. Involucran respetar fechas de siembra y plantación, localizar de acuerdo a requerimientos de sol, evitar sobrepoblación, entregar riego oportuno, controlar malezas y mantener la fertilidad del sustrato en el tiempo.
- Riego oportuno de acuerdo a los requerimientos de las plantas. Por los cambios estacionales y las situaciones extremas de temperatura y baja humedad ambiental que se presentan en los techos de edificaciones en altura es indispensable contar con riego automático. Aunque la instalación del riego automático puede ser más onerosa, sin embargo, la inversión inicial se compensa a mediano y largo plazo por el uso eficiente del agua.
- Sustrato de buena calidad, bien aireado y con el nivel de fertilidad requerido según las especies vegetales.
- Control biológico de plagas y enfermedades. En ecosistemas naturales el crecimiento de las distintas poblaciones de organismos vivos es controlado por otros seres vivos que son los enemigos naturales. Se recomienda dejar actuar la naturaleza y no aplicar productos químicos tóxicos que matan a los causantes de la plaga y/o enfermedad como también a los enemigos naturales.
- Uso de pesticidas de baja toxicidad (franja verde) de manera responsable, cuando las otras alternativas no han sido suficientes.

La propuesta de manejo planteada se basa en el Manejo integrado que considera el techo verde como parte constituyente de un ecosistema urbano y por tanto lo que aquí se realice influye a una escala mayor de barrio e incluso de ciudad y región. El Manejo integrado de plagas se basa en el uso de diversos recursos o métodos para proteger las plantas del ataque de organismos plagas, sean éstos, insectos, ácaros, nemátodos, moluscos, hongos, bacterias o virus.

Cuando se observa que una determinada población de insectos u otro organismo potencialmente patógenos incrementa sus poblaciones y está causando daño a las plantas de la cubierta verde, se recomiendan las siguientes medidas:

- Si los síntomas de enfermedad o signos de plagas afectan solamente a una o muy pocas plantas, se recomienda cambiar las plantas afectadas y no usar agroquímicos para su control. Éstos son productos tóxicos que causan daños a la salud de las personas y muerte a otros seres vivos beneficiosos como son las abejas, mariposas y moscas florícolas.



Tomatillo
(*Solanum pinnatum*)

- Frente a la presencia de plagas y enfermedades se debe realizar control mecánico, consistente en eliminar hojas y partes afectadas de las plantas, hacer uso de trampas para atraer las plagas, ejemplos: barras pegajosas de color amarillo para atraer plagas de insectos chupadores voladores como la mosquita blanca, vasos de cerveza enterrados para atraer caracoles y babosas (por períodos breves para evitar dañar a otros organismos).
- El uso de plaguicidas es la última opción y en caso que se determine que es imprescindible su uso se deben seleccionar productos “Green line” o etiqueta verde con el nivel más bajo de toxicidad y aplicar en ausencia de personas, especialmente niños y niñas, en forma localizada, exclusivamente en la o las plantas afectadas. Queda proscrito el uso de fumigaciones programadas a lo largo del año y el uso de plaguicidas de una mayor toxicidad (franjas de color rojo, amarillo y azul en las etiquetas).

Tabla 4.
Problemas sanitarios detectados durante el año 2022 y 2023 en Techo Nativo UCEN

Especie	Síntomas / signos / daño	Recomendación
<i>Stachys macraei</i> , <i>Cistanthe laxiflora</i> , <i>Haplopappus spp</i> , <i>Solanum pinnatum</i>	Pulgones en primavera/ no se apreció un daño importante Las altas temperaturas y baja humedad ambiental del verano impidieron el crecimiento poblacional de los áfidos.	Eliminar manualmente. Aplicar lluvia de agua con una manguera para eliminarlos por efecto de la presión.
<i>Haplopappus spp.</i>	Polvillo blanco en follaje durante otoño e invierno producto de hongo oidio.	La presencia del hongo se autorregula. Una vez se incrementa la temperatura y baja la humedad ambiental disminuye su presencia. No es necesario aplicar fungicida.
<i>Cumulopuntia sphaerica</i> <i>Eriosyce curvispina</i>	Pudrición del cuerpo del cactus <i>Cumulopuntia sphaerica</i> por acción de hongos de los géneros <i>Alternaria sp.</i> y <i>Fusarium sp.</i> (según análisis de laboratorio).	Mantener las plantas lejos de los goteros. En caso de pudrición, eliminar planta afectada, aplicar agua hirviendo en el lugar donde se enfermó la planta. Esperar algunos días y enterrar una parte o segmento del cactus. Impedir que otras plantas cubran el cactus con el follaje o generen un foco de humedad a su alrededor.
Malezas o plantas espontáneas no deseadas	Diversidad de hierbas cosmopolitas que germinan especialmente en otoño.	Extraer manualmente en los primeros estados de desarrollo.

Labores de poda

Se entiende por poda el corte selectivo de partes de una planta con propósitos específicos ya sea mantener un determinado volumen, eliminar follaje seco o estimular brotación y /o floración.

En el caso de un techo verde extensivo el crecimiento de las plantas es moderado e inferior al que tendría en un sustrato de mayor profundidad, por tanto, las diferentes especies probadas en el ensayo del Techo Nativo UCEN en su mayoría crecieron de manera compacta requiriendo muy escasa o nula poda.

Entre las especies estudiadas en el ensayo que demostraron requerir poda se encuentran: *Solanum pinnatum*, *Erigeron luxurians*, *Nassella laevissima*, *Amelichloa caudata* y *Cistanthe laxiflora* (Figura 6). En todos los casos, el propósito de la poda fue eliminar follaje seco y estimular brotación, lo que se podría requerir 2 o más veces al año, especialmente otoño y primavera, después de floraciones.



Manejo del suelo (fertilización y acolchado)

Los sustratos disponibles en el mercado para techos verdes tienen incorporado en su composición un fertilizante de lenta entrega que para el caso de las especies nativas no es imprescindible, ya que las plantas nativas habitan en suelos con bajo contenido de materia orgánica y fer-



Escabiosa
(*Erigeron luxurians*)

tilidad. No obstante, las nativas se podrían ver favorecidas con el aporte de nutrientes después de un par de años en el techo por la baja profundidad del sustrato y agotamiento de los mismos.

Una alternativa recomendada para mantener la fertilidad del sustrato es a través de la adición de pequeñas cantidades de humus de lombriz alrededor del área radicular de las plantas, entregando con ello no solo los nutrientes sino también vida microbiana al suelo con beneficios para el funcionamiento radicular de las plantas.

Una práctica que favorece el buen desarrollo de las plantas en el techo es el mulch o acolchado orgánico. Se entiende por acolchado orgánico la creación de una capa superficial con restos vegetales, los que pueden ser de diferentes tipos, tales como paja, hojas secas, corteza de pino o de otros árboles y restos vegetales secos de las mismas plantas que forman la cubierta vegetal. Son varios los beneficios del acolchado ya que protege las raíces de los efectos de las temperaturas extremas (tanto las altas como las mínimas) ayudando a regularla. Además, en las épocas calurosas la capa de mulch actúa como una eficaz barrera contra la evaporación del suelo y ayuda a conservar la humedad.

Manejo de fauna y otras interacciones bióticas

Con la llegada de las plantas a una azotea se producen cambios de gran importancia que son fácilmente perceptibles ya que es posible observar una gran variedad de insectos polinizadores volando y forrajeando sobre las flores a lo largo del año (Figuras 7).

Teniendo en cuenta que los polinizadores nativos han disminuido su presencia y diversidad por diversas causas como por ejemplo, el uso de pesticidas, la disminución del hábitat y la introducción de especies exóticas que compiten por los recursos y les transmiten enfermedades (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020). Esta situación es especialmente crítica en ambientes urbanos, de ahí la gran importancia de formar fragmentos o parches de vegetación nativa a diferentes niveles, siendo los techos o azoteas de edificios una gran oportunidad.

Dependiendo de la extensión del período de floración de cada especie vegetal, son las posibilidades que tienen de aportar a los polinizadores. En este caso de estudio las especies *Solanum pinnatum*, *Erigeron luxu-*

rians y *Cistanthe laxiflora* son las que más florecieron a lo largo del año, presentando varias floraciones al año con pausas entre medio.

Especies de insectos observados en el techo son los siguientes:



Figura 7. Algunas especies de insectos observados en el techo verde. (Tabla5)

Tabla 5.
Detalle fotos insectos visitantes florales.

N° Foto	INSECTO							PLANTA				
	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Origen	Familia	Género	Especie	Nombre común		
1	Lepidóptera	Nymphalidae	<i>Vanessa</i>	<i>carye</i>	Mariposa colorada	Nativa	Asteraceae	<i>Haplopappus</i>	<i>valparadisiacus</i>	Haplopappus		
2	Lepidóptera	Hesperiidae	<i>Erynnis</i>	<i>Funeralis</i>	Hesperia negra	Nativa	Asteraceae	<i>Haplopappus</i>	<i>valparadisiacus</i>	Haplopappus		
3	Lepidóptera	Hesperiidae	<i>Hylephila</i>	<i>fasciolata</i>	Hesperia del pasto	Nativa	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>megalorrhiza</i>	Vinagrillo		
4	Lepidóptera				Oruga		Asteraceae	<i>Erigeron</i>	<i>luxurians</i>	Escabiosa		
5	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora</i>	sp.	Califórido	Cosmopolita	Asteraceae	<i>Encelia</i>	<i>canescens</i>	Coronilla del fraile		
6	Diptera	Calliphoridae	<i>Lucilia</i>	sp.	Califórido	Cosmopolita	Montiaceae	<i>Cistanthe</i>	<i>laxiflora</i>	Pata de guanaco		
7	Himenóptera	Apidae	<i>Apis</i>	<i>mellifera</i>	Abeja de miel	Introducida	Asteraceae	<i>Haplopappus</i>	<i>schumanii</i>	Haplopappus		
7	Himenóptera	Apidae	<i>Apis</i>	<i>mellifera</i>	Abeja de miel	Introducida	Montiaceae	<i>Cistanthe</i>	<i>laxiflora</i>	Pata de guanaco		
8	Himenóptera	Apidae	<i>Alloscirtetica</i>	sp.			Boraginaceae	<i>Phacelia</i>	<i>secunda</i>	Flor de la cuncuna		
9	Himenóptera	Halictidae	<i>Diaclictus</i>	sp.			Montiaceae	<i>Cistanthe</i>	<i>laxiflora</i>	Pata de guanaco		
9	Himenóptera	Halictidae	<i>Diaclictus</i>	sp.			Asteraceae	<i>Erigeron</i>	<i>luxurians</i>	Escabiosa		
9	Himenóptera	Halictidae	<i>Diaclictus</i>	sp.			Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>pinnatum</i>	Tomatillo		
10	Himenóptera	Apidae	<i>Xilocopa</i>	<i>augusti</i>	Abeja carpintera	Nativa	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>pinnatum</i>	Tomatillo		
11	Hemiptera	Aphididae					Asteraceae	<i>Erigeron</i>	<i>luxurians</i>	Escabiosa		
12	Hemiptera	Aphididae					Montiaceae	<i>Cistanthe</i>	<i>laxiflora</i>	Pata de guanaco		
13	Hemiptera	Reduviidae	<i>Zelus</i>	sp.	Redúvidos	Introducida	Asteraceae	<i>Erigeron</i>	<i>luxurians</i>	Escabiosa		
14	Coleóptera	Coccinellidae	<i>Adalia</i>	<i>deficiens</i>		Nativa	Apiaceae	<i>Eryngium</i>	<i>paniculatum</i>	Chupalla		
15	Coleóptera	Coccinellidae	<i>Hippodamia</i>	<i>variegata</i>	Chinita	Introducida	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>pinnatum</i>	Tomatillo		
16	Coleóptera	Coccinellidae	<i>Hippodamia</i>	<i>variegata</i>	Chinita	Introducida	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>megalorrhiza</i>	Vinagrillo		
17	Coleóptera	Coccinellidae			Larva chinita		Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>pinnatum</i>	Tomatillo		

VI Especies vegetales y asociaciones

En base al comportamiento y adaptación evaluado en las 27 plantas estudiadas es posible declarar que la gran mayoría se adaptan a las condiciones de un techo de edificio en altura. Se seleccionaron 18 especies para ser recomendadas a una amplia variación de situaciones de techos. El criterio de selección utilizado fue que superaran un 50% de sobrevivencia (post período estival) y tuvieran una rápida recuperación de crecimiento en otoño.

Solamente 6 especies tuvieron una sobrevivencia inferior a un 50% las que requieren condiciones claramente más húmedas tanto a nivel de suelo como de atmósfera, siendo recomendadas para techos de zonas costeras (Figura 8).



Haplopappus
(Haplopappus
valparadiasiacus)

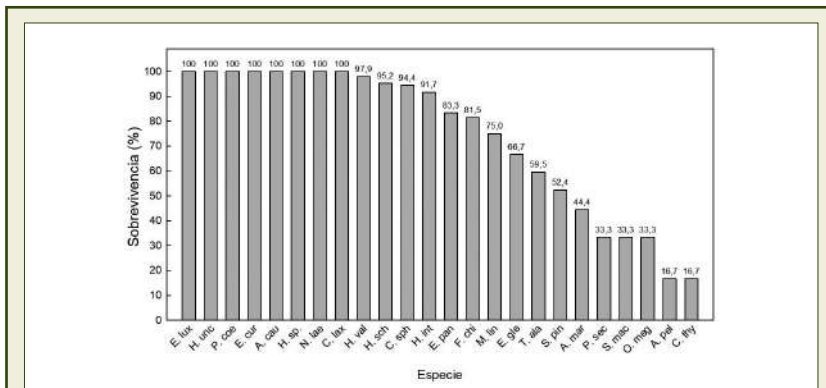


Figura 8.

Porcentaje de sobrevivencia por especie, para las 24 especies de plantas nativas seleccionadas al inicio del estudio, *E. lux*: *Erigeron luxurians*, *H. unc*: *Haplopappus uncinatus*, *P. coe*: *Puya coerulea*, *E. cur*: *Erioseye curvispina*, *A. cau*: *Amelichloa caudata*, *H. sp*: *Hordeum sp.*, *N. lae*: *Nassella laevisissima*, *C. lax*: *Cistanthe laxiflora*, *H. val*: *Haplopappus valparadiasiacus*, *H. sch*: *Haplopappus schumannii*, *C. sph*: *Cumulopuntia sphaerica*, *H. int*: *Haplopappus integerrimus*, *E. pan*: *Eryngium paniculatum*, *F. chi*: *Franke- nia chilensis*, *M. lin*: *Menodora linoides*, *E. gle*: *Eupatorium gleconophyl- lum*, *T. ala*: *Tetraglochin alata*, *S. pin*: *Solanum pinnatum*, *A. mar*: *Armeria maritima*, *P. sec*: *Phacelia secunda*, *S. mac*: *Satchys macraei*, *O. meg*: *Oxalis megalorrhiza*, *A. pel*: *Alstroemeria pelegrina*, *C. thy*: *Calceolaria thyrsiflora*. Se muestra la sobrevivencia después de 9 meses transcurridos desde el inicio del experimento (07 de julio de 2022) hasta finales del verano del segundo año del experimento (21 de abril de 2023).



Hierba de la perilla
(*Margaricarpus pinnatus*)

De las 18 especies seleccionadas, 8 lograron 100% de sobrevivencia, 4 sobre 90%, 3 entre 70 y 90% y 3 entre 50 y 70%

El promedio de sobrevivencia de las 18 especies seleccionadas fue de: 88,75% lo que se considera muy bueno.

Comportamiento de la Asociación Todo Terreno

La Asociación (Tabla 6, Figura 9) está compuesta por 8 especies vegetales, incluyendo 4 subarbustos, 3 hierbas y una cactácea, es recomendada para ciudades de Chile central en condiciones de baja humedad ambiental y cercanía a la cordillera, para diversas locaciones de la Región Metropolitana y otras ciudades de las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Bernardo OHiggins y del Maule.

Tabla 6.
Lista de especies de Asociación Todo Terreno

Nombre científico	Nombre común	Familia
1. <i>Erigeron luxurians</i>	Escabiosa	Asteraceae
2. <i>Eriosyce curvispina</i>	Quisquito naranja	Cactaceae
3. <i>Glandularia berteroi</i>	Verbena	Verbenaceae
4. <i>Haplopappus integerrimus</i>	Haplopappus de Caleu	Asteraceae
5. <i>Haplopappus valparadisiacus</i>	Haplopappus	Asteraceae
6. <i>Menodora linoides</i>	Linacillo	Oleaceae
7. <i>Nassella laevisissima</i>	Nassella	Poaceae
8. <i>Encelia canescens</i>	Coronilla de fraile	Asteraceae



Figura 9. Composición vegetal de la Asociación Todo Terreno.

De esta asociación las especies que presentaron 100% de sobrevivencia fueron *Erigeron luxurians*, *Eriogyne curvispina*, *Nassella laevisissima*, *Haplopappus valparadiasiacus*.

Más de un 90% de sobrevivencia obtuvieron *Haplopappus integerrimus* y *Menodora linoides*

Encelia canescens y *Glandularia berteroi* fueron introducidas durante el segundo año del ensayo por lo tanto llevan menos tiempo de observación, pero en las estaciones de invierno y primavera de 2023 han logrado sobrevivencia sobre 90%.

Con respecto a la capacidad de avance y cubrimiento, la que presentó una mayor capacidad de avance y cubrimiento fue *Glandularia berteroi* que es una hierba tapizante, sus ramas se extienden horizontalmente y éstas enraízan con facilidad al topar el suelo, lo que puede ser una ventaja cuando tiene una amplia superficie de suelo donde extenderse y un problema cuando cubre otras plantas bajas como un cactus. Las de mejor resistencia durante el verano fueron *Erigeron luxurians* y *Menodora linoides*.

El quisquito naranja, *Eriogyne curvispina*, especie endémica logró una excelente adaptación y rápido crecimiento en especial cuando se en-



Quisquito naranja
(*Eriogyne curvispina*)

contró completamente alejado de otras plantas, expuesta a plena luz solar. En su ambiente natural de precordillera soporta bajas temperaturas hasta nieve en invierno y pleno asoleamiento entre rocas en verano. Transcurridos 16 meses desde su plantación floreció durante el mes de noviembre 2023 (Figura 9).

Requerimiento fitosanitario: no se presentaron plagas y enfermedades con efectos importantes en las plantas que integran esta asociación.

Número de especies por asociación: es posible crear asociaciones vegetales con todas las plantas indicadas manteniendo el espacio necesario para que logren un buen desarrollo.

También es posible realizar asociaciones con menor diversidad. Ejemplo de asociación de 4 especies: una especie de *Haplopappus sp*, *Erigeron luxurians*, *Glandularia berteroi* y *Nassella laevissima*, una segunda opción podría estar formada por *Haplopappus sp*, *Encelia canescens*, *Eriocyce curvispina* y *Meodora linoides*.

Tabla 7.
Requerimientos de manejo de especies de Asociación Todo Terreno.

Nombre científico	Recomendaciones
1. <i>Encelia canescens</i>	Poda una o más veces en el año para ordenar y estimular floración especialmente después de finalizada una floración.
2. <i>Erigeron luxurians</i>	Podar una o más veces después de una floración importante para estimular brotación y eliminar ramas secas.
3. <i>Eriocyce curvispina</i>	Mantener alejado de otras especies de rápido avance cuidando una plena exposición al sol. Evitar que el gotero moje directamente al cactus.
4. <i>Glandularia berteroi</i>	Cuidar que tenga suficiente espacio para extenderse y que no cubra otras especies vecinas.
5. <i>Haplopappus integerrimus</i>	Crecimiento compacto y ordenado. No requiere poda, salvo excepciones. Un despunte de flores secas se puede combinar con colecta de semillas para posterior siembra.
6. <i>Haplopappus valparadisiacus</i>	Crecimiento compacto y ordenado. No requiere poda, salvo excepciones. Un despunte de flores secas se puede combinar con colecta de semillas para posterior siembra y reproducción.
7. <i>Menodora linoides</i>	No es necesario podar, en plantas adultas basta con un despunte una vez al año. Alto porcentaje de germinación de las semillas permite sembrar directamente en la primavera.
8. <i>Nassella laevissima</i>	Poda dos veces al año o lo que se estime necesario para renovar el follaje.

Comportamiento de la Asociación Cordillera

La Asociación Cordillera (Tabla 8 y Figura 10) está compuesta por el siguiente grupo de especies de subarbustos y hierbas. Esta es una asociación recomendada para situaciones más extremas de asoleamiento y baja humedad ambiental, especialmente en precordillera. Para diversas locaciones de la Región Metropolitana y otras ciudades de las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Bernardo OHiggins y del Maule.

De esta asociación las especies *Amelichloa caudata*, *Haplopappus uncinatus* y *Puya coerulea* presentaron 100% de sobrevivencia, por su parte *Haplopappus schumanii* y *Cumulopuntia sphaerica* superaron 90%. La especie que tuvo la sobrevivencia más baja fue *Tetraglochin alata*, alcanzó 60%,. No obstante, lo anterior se pudo observar que la especie brota y se recupera con rapidez en otoño.

Las 6 especies seleccionadas tienen un crecimiento compacto y limitado que permite asociarlas sin que compitan entre ellas

Haplopappus schumanii y *Haplopappus uncinatus* se caracterizan por alcanzar una altura entre 30 a 50cm, son de crecimiento compacto provisto de follaje grisáceo el primero y el segundo tiene hojas verdes cenicientas (Riedemann et al. 2014). Presentaron muy alta sobrevivencia, buen estado fitosanitario con mínimos requerimientos de poda.



Buchú
(*Haplopappus uncinatus*)

Tabla 8.

Lista de especies de Asociación Cordillera (Figura 10).

Nombre científico	Nombre común	Familia
1. <i>Amelichloa caudata</i>	Stipa caudata	Poaceae
2. <i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Gatito	Cactaceae
3. <i>Haplopappus schumanii</i>	Haplopappus	Asteraceae
4. <i>Haplopappus uncinatus</i>	Buchú	Asteraceae
5. <i>Puya coerulea</i>	Chagualillo	Bromeliaceae
6. <i>Tetraglochin alata</i>	Horizonte	Rosaceae

Asociación Cordillera



Escuela de Arquitectura y Paisaje

Cambios de color				
Estaciones	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Color follaje				
Color flores				

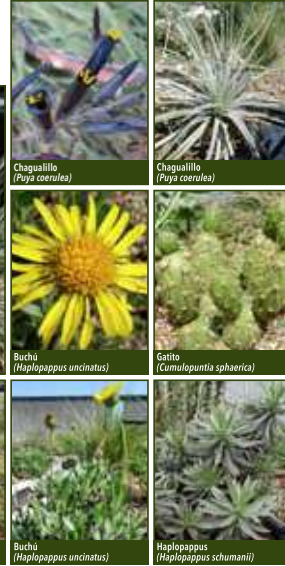


Figura 10.
Composición vegetal de la Asociación Cordillera.

Tabla 9.
Requerimientos de manejo de especies de Asociación Cordillera

Nombre científico	Recomendaciones
1. <i>Amelichloa caudata</i>	Podar una o más veces en el año para renovar el follaje.
2. <i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Las espinas dificultan el manejo. Ubicar lejos de los pasillos o lugares de paso para evitar pinchaduras en la piel. Los encargados de la mantención deben proteger las manos con guantes gruesos. Ubicar a pleno sol y lejos de los goteros de riego.
3. <i>Haplopappus schumannii</i>	Crecimiento compacto y ordenado. No requiere poda, salvo excepciones. Un despunte de flores secas se puede combinar con colecta de semillas para sembrar y reproducir.
4. <i>Haplopappus uncinatus</i>	Crecimiento compacto, las plantas autorregulan el crecimiento en verano, cuando la temperatura se mantiene alta por varios días el follaje se seca parcialmente. Se recomienda esperar hasta el otoño para cortar el follaje seco.
5. <i>Puya coerulea</i>	Excelente comportamiento en las condiciones extremas de temperatura del verano. Se debe ubicar lejos de los lugares de paso y el encargado de la mantención debe cuidar sus manos porque las espinas son filudas y abundantes.
6. <i>Tetraglochin alata</i>	Durante el verano puede adquirir un aspecto de absoluta sequedad, sin embargo, en otoño al bajar la temperatura y aumentar la humedad ambiental brota y se recupera. No podar, aunque se vea seco. Una vez reactivada la actividad se puede despuntar muy levemente para estimular el rebrote.

Comportamiento de la Asociación Costa

La Asociación Costa (Tabla 10 y Figura 11) fue la que tuvo una menor sobrevivencia ya que varios de sus ejemplares resultaron afectados por las altas temperaturas y sequedad atmosférica que se empezaron a sentir desde la primavera de 2022.

Las especies que se mantuvieron hasta el final son las que se presentan en la Tabla 10

De esta asociación destacó por sobrevivencia (100%) y muy alto crecimiento la especie *Cistanthe laxiflora*. Alcanzaron sobre 80% de sobrevivencia las especies *Eryngium paniculatum* y *Frankenia chilensis*. El valor más bajo de sobrevivencia lo alcanzó *Solanum pinnatum* (52,4%), aunque fue compensado con la producción abundante de hijuelos de raíz.

Destacan las floraciones muy prolongadas de *Cistanthe laxiflora* y *Solanum pinnatum* que atraen a insectos polinizadores durante gran parte del año. Ambas son de las especies que experimentan mayor crecimiento y por tanto se deben espaciar de otras plantas para evitar competencia.



Pata de guanaco
(*Cistanthe laxiflora*)

Tabla 10.

Lista de especies de Asociación Costa (Figura 11).

Nombre científico	Nombre común	Familia
1. <i>Cistanthe laxiflora</i>	Pata de guanaco	Portulacaceae
2. <i>Eryngium paniculatum</i>	Chupalla	Apiaceae
3. <i>Frankenia chilensis</i>	Hierba del salitre	Frankeniaceae
4. <i>Margyricarpus pinnatus</i>	Hierba de la perlilla	Rosaceae
5. <i>Solanum pinnatum</i>	Tomatillo	Solanaceae

Asociación Costa



Escuela de Arquitectura y Paisaje

Cambios de color				
Estaciones	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Color follaje				
Color flores				

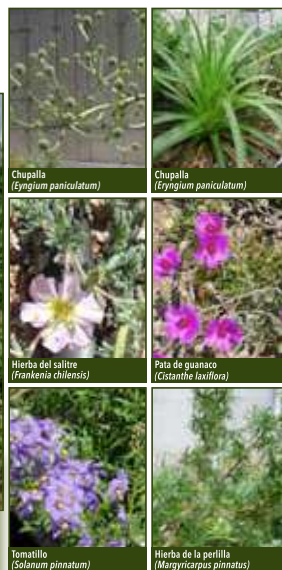


Figura 11.
Composición vegetal de la Asociación Costa.

Tabla 11.
Requerimientos de manejo de especies de Asociación Costa.

Nombre científico	Recomendaciones
1. <i>Cistanthe laxiflora</i>	Podar una o más veces en el año para eliminar hojas secas y controlar crecimiento.
2. <i>Eryngium paniculatum</i>	Crece con rapidez y ocupa un amplio diámetro lo que se debe tener en cuenta para dejarle suficiente espacio. No requiere poda, la floración es de alto atractivo para los insectos y de gran valor ornamental.
3. <i>Frankenia chilensis</i>	De crecimiento ordenado y apegado al suelo, los requerimientos de poda son mínimos o no necesarios.
4. <i>Margaricarpus pinnatus</i>	Crecimiento compacto, las plantas autorregulan el crecimiento en verano, cuando la temperatura se mantiene alta por varios días el follaje se seca parcialmente. Se recomienda esperar hasta el otoño para cortar el follaje seco.
5. <i>Solanum pinnatum</i>	Crece con rapidez y responde bien a la poda que es necesaria para eliminar follaje seco afectado por altas temperaturas. Es una especie invasiva porque las raíces se extienden horizontalmente y brotan tallos en varios puntos.

Comentarios (Figuras 12 y 13) acerca de las especies que tuvieron problemas de adaptación

Las siguientes especies fueron evaluadas durante el primer año de estudio y se decidió no seleccionarlas como plantas adaptadas por las razones que a continuación se comentan.



Alstroemeria pelegrina:

sustrato muy delgado no permite un buen desarrollo de las raíces gruesas. El sol quema el follaje y no alcanza a desarrollarse bien ni florecer.

Armeria maritima:

la baja humedad ambiental la afecta y deja de crecer en primavera y no se recupera.

Calceolaria thyrsiflora:

se seca el follaje muy rápidamente en primavera y no se recupera.

Eupatorium glechonophyllum:

se seca el follaje muy rápidamente en primavera y no se recupera.



Figura 13.
Especies con problemas de adaptación.

Hordeum sp:

se seca el follaje muy rápidamente en primavera y se recupera en otoño, pero el aspecto general de la planta es de bajo atractivo y escasos aportes ecosistémicos.

Oxalis megalhoriza,

Phacelia secunda y

Stachys macraei:

las tres especies tienen el mismo comportamiento, se seca el follaje muy rápidamente en primavera y no se recuperan, sin embargo, producen semillas en abundancia y se genera un almácigo natural en los espacios libres disponibles lo que las hace comportarse como especies anuales. Desde esta perspectiva podrían complementar asociaciones de plantas perennes.

Las ocho especies vegetales anteriormente mencionadas se podrían adaptar a techos verdes localizados en ambientes más húmedos, especialmente cerca del litoral, lo que tiene mucho sentido especialmente para aquellas especies que tienen una distribución natural costera como son, *Alstroemeria pelegrina* y *Oxalis megalhoriza* o bien crecen en laderas y quebradas húmedas como es el caso de *Eupatorium glechonophyllum*. Otras como *Armeria marítima*, *Phacelia secunda* y *Calceolaria thyrsoiflora* si bien tienen una distribución amplia a pleno sol y en ambientes secos no lograron adaptarse a las condiciones estresantes del techo.

VII Descripción de las plantas nativas recomendadas



NOMBRE CIENTÍFICO: *Eryngium paniculatum* Cav. & Dombey ex F. Delaroche

NOMBRE COMÚN: Chupalla, cardoncillo

FAMILIA: Apiaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie frecuente

ORIGEN: nativa de Chile, Argentina y Brasil

HÁBITO DE CRECIMIENTO: hierba perenne

DESCRIPCIÓN: forma una roseta basal de hojas lineares que se va extendiendo en diámetro hasta 1m. El tallo floral puede tener 1,50 m de altura.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece desde la Región de Coquimbo a la Región de los Lagos en laderas de exposición norte y otros sitios asoleados.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: rápido crecimiento, al segundo año emite vara floral de gran atractivo a inicios de primavera. Las flores son blancas muy visitadas por los insectos polinizadores.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Erigeron luxurians* (Skotts.) Solbrig

NOMBRE COMÚN: Escabiosa

FAMILIA: Asteraceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie frecuente

ORIGEN: endémica de Chile

HÁBITO DE CRECIMIENTO: hierba perenne

DESCRIPCIÓN: alcanza entre 40 a 60 cm de altura y diámetro, el follaje es verde ceniciento, las flores están reunidas formando capítulos, las flores del margen son blancas y las centrales de color amarillo.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece en las regiones de Coquimbo y Valparaíso a pleno sol en gran variedad de suelos.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: rápido crecimiento, florece varias veces en el año y es muy atractiva para los polinizadores e insectos benéficos.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Haplopappus Integerrimus* Hook. & Arn.

NOMBRE COMÚN: Haplopappus de Caleú

FAMILIA: Asteraceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: no evaluado

ORIGEN: endémico de Chile

HÁBITO DE CRECIMIENTO: arbusto

DESCRIPCIÓN: alcanza 30 cm de altura y 60 cm de diámetro, el follaje es coriáceo y compacto.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y L. B. O'Higgins en lugares secos y soleados del interior, entre 800 y 1.600 msnm.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: velocidad media de crecimiento, florece en primavera y verano de color amarillo, es muy atractiva para los polinizadores e insectos benéficos.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Haplopappus valparadisiacus* Klingeb.

NOMBRE COMÚN: Haplopappus

FAMILIA: Asteraceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: no evaluado

ORIGEN: endémico de Chile

HÁBITO DE CRECIMIENTO: arbusto

DESCRIPCIÓN: alcanza entre 50 a 60 cm de altura y diámetro, de hábito acojinado, el follaje es coriáceo y compacto.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y del L. B. O'Higgins

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: rápido crecimiento, florece en primavera y verano de color amarillo, es muy atractiva para los polinizadores e insectos benéficos.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Haplopappus schumannii* (Kuntze) G.K.Br. & W.D.Clark

NOMBRE COMÚN: Haplopappus

FAMILIA: Asteraceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: no evaluado

ORIGEN: endémico de Chile

HÁBITO DE CRECIMIENTO: arbusto

DESCRIPCIÓN: alcanza 30 cm de altura y 60 cm de diámetro, de hábito acojinado, el follaje es coriáceo y compacto de color gris.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece en las regiones de Valparaíso y Metropolitana.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: velocidad media de crecimiento, florece en primavera y verano de color amarillo, es muy atractiva para los polinizadores e insectos benéficos.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Haplopappus uncinatus* Phil.

NOMBRE COMÚN: Buchú

FAMILIA: Asteraceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: no evaluado

ORIGEN: endémico de Chile

HÁBITO DE CRECIMIENTO: arbusto

DESCRIPCIÓN: alcanza 80 a 100 cm de altura y diámetro, de hábito globoso

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece entre las regiones de Coquimbo a del Maule en ambas cordilleras en sitios abiertos y asoleados, se comporta como pionera en sitios degradados.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: rápido crecimiento, florece en primavera y verano de color amarillo, es muy atractiva para los polinizadores e insectos benéficos.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Encelia canescens* Lam. var. *canescens*

NOMBRE COMÚN: Coronilla del fraile

FAMILIA: Asteraceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie frecuente

ORIGEN: nativa

HÁBITO DE CRECIMIENTO: subarbusto

DESCRIPCIÓN: alcanza entre 80 a 100 cm de altura y diámetro, el follaje de color verde plateado se agrupa de preferencia en la base de la planta, las flores están reunidas formando capítulos destacando las exteriores de color amarillo que contrastan con las centrales de color café.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece entre las regiones de Arica y Parinacota a Coquimbo en suelos arenosos y degradados, a pleno sol.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: rápido crecimiento, florece casi todo el año con mayor intensidad en primavera.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Puya coerulea* Lindl. var. *coerulea*

NOMBRE COMÚN: Chagualillo

FAMILIA: Bromeliaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie localmente abundante

ORIGEN: endémica de Chile

HÁBITO DE CRECIMIENTO: hierba perenne

DESCRIPCIÓN: forma una roseta basal de hojas lineares de color gris que se va extendiendo en diámetro. El tallo floral de color rosado puede alcanzar sobre 1,50 m de altura.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece desde la Región de Coquimbo al L. B. O'Higgins. Crece solo en la cordillera de La Costa, entre los 500 y los 2.000 msnm en lugares pedregosos y semi áridos formando grandes poblaciones.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: es de crecimiento lento especialmente en el primer año, destaca por el bello color gris del follaje y las flores primaverales color azul que contrasta con el tallo floral rosado.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Cumulopuntia sphaerica* (C.F. Först.) E.F. Anderson

NOMBRE COMÚN: Gatito

FAMILIA: Cactaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie frecuente

ORIGEN: nativa de Chile y Perú

HÁBITO DE CRECIMIENTO: tiene crecimiento globoso, forma cojines sueltos y los cuerpos se desprenden con facilidad al rozarlos.

DESCRIPCIÓN: cuerpos globosos pequeños de hasta 3 a 4 cm de diámetro que forman cojines de hasta 20 cm de altura y diámetro.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece desde la I Región hasta la Metropolitana en planicies y laderas a pleno sol.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: de fácil establecimiento, solamente se debe tener precaución de no clavarse con las espinas. Florece de color amarillo durante la primavera y el verano.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Eriosyce curvispina* (Bertero ex Colla) Katt.

NOMBRE COMÚN: Quisquito naranjo

FAMILIA: Cactaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: preocupación menor

ORIGEN: endémico de Chile

HÁBITO DE CRECIMIENTO: crecimiento globoso

DESCRIPCIÓN: posee una gran variación entre sus sub-poblaciones cambiando su tamaño, número de costillas, número y forma de las espinas, y tamaño y color de las flores. Se distingue por sus espinas curvas y su floración que puede ser rojo, naranja o amarillo.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece preferentemente en las laderas de los cerros de Chile central, desde las regiones de Coquimbo hasta las del Maule, soporta temperaturas extremas, tanto bajas como altas.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: fácil establecimiento y crecimiento, florece en primavera.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Frankenia chilensis* C. Presl

NOMBRE COMÚN: Hierba del salitre

FAMILIA: Frankeniaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie localmente abundante

ORIGEN: nativo

HÁBITO DE CRECIMIENTO: subarbusto siempreverde

DESCRIPCIÓN: en una primera etapa tiene crecimiento rastrero luego emite tallos erectos que le dan un aspecto globoso de hasta 50 cm de altura y diámetro variable. Follaje fino de color azulado y flores blanco rosadas.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece entre las regiones de Arica a Coquimbo en planicies arenosas a pleno sol.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: velocidad media de crecimiento, destaca por el follaje que toma tonalidades rojizas con la sequía y la bella floración primaveral de agosto a diciembre.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Menodora linooides* Phil.

NOMBRE COMÚN: Linacillo

FAMILIA: Oleaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: en peligro de extinción

ORIGEN: endémica de Chile

HÁBITO DE CRECIMIENTO: arbusto

DESCRIPCIÓN: alcanza entre 40 a 60 cm de altura y diámetro, hábito acojinado, follaje fino con hojas lineares, flores de color amarillo y los botones florales son rojizos.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece al sur de la Región de Coquimbo en el valle del Choapa casi en el límite con la Región de Valparaíso en terrenos pedregosos a pleno sol.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: rápido crecimiento, florece en abundancia en primavera y verano, flores de color amarillo y fructifica en forma intensa.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Amelichloa caudata* (Trin.) Arriaga & Barkworth

NOMBRE COMÚN: Stipa

FAMILIA: Poaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie frecuente

ORIGEN: nativa

HÁBITO DE CRECIMIENTO: hierba perenne

DESCRIPCIÓN: alcanza entre 60 a 80cm de altura y diámetro

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: amplia distribución, en ciertos países se la considera invasora

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: rápido crecimiento y adaptación a gran variedad de condiciones, durante el verano toma una coloración amarillenta, florece en primavera.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Nassella laevissima* (Phil.) M.E. Barkworth

NOMBRE COMÚN: Nassela

FAMILIA: Poaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie frecuente

ORIGEN: nativa

HÁBITO DE CRECIMIENTO: hierba perenne

DESCRIPCIÓN: alcanza entre 60 a 80 cm de altura y diámetro

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece entre las regiones de Coquimbo a Aysén y archipiélago de Juan Fernández.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: rápido crecimiento y adaptación a gran variedad de condiciones, durante el verano toma una coloración amarillenta, florece en primavera.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Cistanthe laxiflora* (Phil.) Peralta & D.I. Ford

NOMBRE COMÚN: Pata de guanaco

FAMILIA: Montiaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie frecuente

ORIGEN: endémica de Chile

HÁBITO DE CRECIMIENTO: hierba suculenta perenne

DESCRIPCIÓN: atractivo follaje suculento verde grisáceo, alcanza una altura y diámetro aproximado de 60 cm con las varas florales.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece en las regiones de Coquimbo y Valparaíso a pleno sol en gran variedad de suelos.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: rápido crecimiento, florece varias veces en el año, las flores son de un destacado color fucsia y son muy atractivas para los polinizadores e insectos benéficos.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Tetraglochin alata* (Gillies ex Hook. & Arn.) Kuntze

NOMBRE COMÚN: Horizonte

FAMILIA: Rosaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie localmente abundante

ORIGEN: nativo

HÁBITO DE CRECIMIENTO: arbusto

DESCRIPCIÓN: alcanza 60 cm de altura y similar diámetro, de aspecto ralo de follaje, destacan los tallos verticales y el color rojo del fruto en verano.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece entre las regiones de Atacama y del Biobío en terrenos áridos y asoleados de ambas cordilleras.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: velocidad media de crecimiento, destaca por la forma vertical de las ramas. Pierde el follaje en veranos muy calurosos y cuando se ve sometida a estrés hídrico.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Solanum pinnatum* Cav.

NOMBRE COMÚN: Tomatillo

FAMILIA: Solanaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie frecuente

ORIGEN: endémica de Chile

HÁBITO DE CRECIMIENTO: arbusto siempreverde

DESCRIPCIÓN: alcanza alrededor de 1 m de alto y diámetro. Muy atractivas inflorescencias de color lila a violeta.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: especie costera distribuida entre las regiones de Tarapacá a del Biobío, desde el nivel del mar a 2300 m, sobre todo en lugares arenosos y rocosos.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: rápido crecimiento, florece varias veces en el año y es muy atractiva para los polinizadores e insectos benéficos.



NOMBRE CIENTÍFICO: *Glandularia berteroi* (Schauer) M. Muñoz

NOMBRE COMÚN: Verbena

FAMILIA: Verbenaceae

ESTADO DE CONSERVACIÓN: fuera de peligro, es una especie frecuente

ORIGEN: endémica de Chile

HÁBITO DE CRECIMIENTO: hierba perenne

DESCRIPCIÓN: hábito de crecimiento rastrero que se extiende fácilmente y cubre cerca de 50 cm de diámetro, los tallos enraízan al topar el suelo, las flores blancas

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT: crece entre las regiones de Antofagasta a Ñuble en suelos arenosos y degradados a pleno sol.

DESARROLLO Y FENOLOGÍA: rápido crecimiento, florece casi todo el año con mayor intensidad en primavera, muy atractiva para los polinizadores.



Techos Verdes

VIII Conclusiones

1. De acuerdo a los datos obtenidos en la investigación es posible afirmar que es factible construir techos verdes extensivos sustentables con uso de subarbustos y hierbas perennes nativas de Chile central en azoteas de edificios en la ciudad de Santiago y otras ciudades de características climáticas similares extremas.
2. Por su alto nivel de endemismo, el uso de flora nativa en techos verdes aporta en la generación de identidad y contribuye a la conservación de la biodiversidad y puesta en valor del patrimonio natural del país.
3. La propuesta de manejo planteada se basa en el Manejo integrado que considera el techo verde como parte constituyente de un ecosistema urbano y por tanto lo que allí se realice influye a una escala mayor de barrio e incluso de ciudad y región. Bajo este principio las medidas de manejo recomendadas están orientadas al uso de plantas adaptadas, bien ubicadas y con buena provisión de nutrientes y agua.
4. De un total de 27 especies nativas estudiadas en los ensayos del Techo Nativo UCEN, 18 especies pueden ser instaladas con riego tanto en alta como en baja diversidad, las que tendrán una sobrevivencia exitosa bajo las condiciones de los techos de la ciudad de Santiago y otras ciudades similares.
5. Las 18 especies recomendadas son las siguientes: *Eryngium paniculatum*, *Erigeron luxurians*, *Haplopappus intergerrimus*, *Haplopappus valparadisiacus*, *Haplopappus schumannii*, *Haplopappus uncinatus*, *Encelia canescens*, *Puya coerulea*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Eriocyce curvispina*, *Frankenia chilensis*, *Menodora linoides*, *Amelichloa caudata*, *Nassella laevissima*, *Cistanthe laxiflora*, *Tetraglochin alata*, *Solanum pinnatum* y *Glandularia berteroi*.
6. El riego es indispensable para la sobrevivencia y crecimiento de las plantas, el que se debe ajustar según la estación del año y las condiciones climáticas. La temporada de máxima demanda que es el verano se debe aplicar entre 17 a 20 L/m²/semana, lo que va disminuyendo en otoño 10 a 12L/m²/semana hasta suprimir el riego por un tiempo variable en invierno dependiendo de la existencia de precipitaciones para luego incrementar en primavera a un monto entre 7 y 14L/m²/semana.

-
7. Se recomienda sistemas de riego automáticos que combine riego por goteo con aspersión.
 8. El estado fitosanitario de las plantas evaluadas fue bueno. No se detectaron problemas significativos ni reiterados que dificulten el establecimiento y buen desarrollo de las plantas recomendadas.
 9. Los requerimientos de poda en las plantas recomendadas fueron mínimos y orientados a eliminar follaje seco o deteriorado y estimular brotación y/o floración.
 10. El manejo del sustrato con fines de mantener la fertilidad es una práctica recomendable por la baja profundidad del mismo. En este sentido aplicaciones periódicas de humus en la cercanía de las raíces y la adición de mulch orgánico favorecen el crecimiento de las plantas.
 11. Las plantas nativas utilizadas presentaron una sucesión de floraciones a lo largo del año las que atraen a insectos polinizadores pertenecientes a los órdenes Lepidóptera, Himenóptera, Hemíptera y Coleóptera. Especialmente destacadas resultaron las especies: *Solanum pinnatum*, *Erigeron luxurians* y *Cistanthe laxiflora* por lo prolongada de las floraciones.
 12. Los techos verdes urbanos en las azoteas de altura y gran altura pueden contribuir al desarrollo y consolidación de una infraestructura verde urbana en barrios de sectores medios y populares.

Verbena blanca
(*Glandularia berteroi*)



IX Lecturas recomendadas

BCN, (Biblioteca del Congreso Nacional) Ley 21455, LEY Marco de Cambio Climático.

[Ley Chile - Ley 21455 - Biblioteca del Congreso Nacional \(bcn.cl\)](#)

DGAC Dirección General De Aeronáutica Civil. Dirección Meteorológica de Chile. Nov 2023. - Servicios Climáticos, Quinta Normal.

URL: <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/diario/visorEmaPrecipitacion/330020>

Fuentes N, P Sánchez, A Pauchard, J Urrutia, L Cavieres & A Marticorena. 2014. Plantas Invasoras del Centro-Sur de Chile: Una Guía de Campo. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB), Concepción, Chile.

Giannotti, Emanuel; Vásquez, Alexis; Galdámez, Elizabeth; Velásquez, Paola; Devoto, Carolina. 2021. "Planificación de infraestructura verde para la emergencia climática. Aprendizajes desde el proyecto "Stgo+", Santiago de Chile." Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía 30 (2): 359-375.

<https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n2.88749>

GOE-RMS - SEREMI MMA RMS. 2013. Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago 2015-2025. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago y Secretaría Regional Ministerial del Ministerio del Medio Ambiente, Región Metropolitana de Santiago. Licitación 1261-3- LP12/2012. Código BIP N°30096753-0. 145 pp.

Instituto Nacional de Normalización. Norma chilena NCh3626:2020. Techos verdes - Terminología, clasificación y requisitos.

MINVU, MMA Plan de adaptación al cambio climático 2018-2022

URL: [Plan-de-Adaptacion-Cambio-Climatico-para-Ciudades-2018-2022.pdf \(mma.gob.cl\)](#)

MMA-ONU Medio Ambiente. 2020. Guía de Bolsillo: Insectos Polinizadores Nativos de la Zona Central de Chile. Especialistas co-autores: Víctor Monzón, Luisa Ruz, Rodrigo Barahona, Vanessa Durán, Cristian Villagra, Patricia Henríquez-Piskulich y Patricia Estrada. Desarrollado y financiado en el marco del Proyecto GEFSEC ID 5135 Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente. Santiago, Chile. 68p.

Pérez, Laura. 2017. Techos verdes, una estrategia frente al cambio climático RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, vol. 43, núm. 1, abril, 2017, pp. 16-19 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Buenos Aires, Argentina.

Riedemann P, G. Aldunate y S. Teillier. 2014. Flora nativa de valor ornamental, identificación y propagación. Chile, zona centro. Editorial Andrés Bello, Santiago. 587pp.

Riedemann P, G. Aldunate y S. Teillier. 2016. Flora nativa de valor ornamental, identificación y propagación. Chile, zona norte. Ediciones Jardín Botánico Chagual. 440pp.

Toxement Euclid Group. 2018. Guía básica para la instalación de un techo. Colombia.

URL: <https://www.toxement.com.co/>



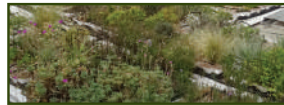
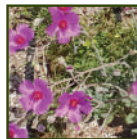




Universidad
Central



Facultad de Ingeniería y Arquitectura



Visítanos en: @techosnativosucen
Contáctanos en: techosnativosucen@gmail.com
www.ucentral.cl

