



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

RUKAN

REFUGIO FORESTAL ECOLÓGICO

Autor: Belén Gatica Cuthill
Profesor guía: Alberto González
Diciembre de 2018. Santiago, Chile

*Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la
Pontificia Universidad Católica de Chile
para optar al título profesional de Diseñador*



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

RUKAN

REFUGIO FORESTAL ECOLÓGICO

*Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile
para optar al título profesional de Diseñador*

Autor: Belén Gatica Cuthill

Profesor guía: Alberto González
Diciembre de 2018. Santiago, Chile

| GRACIAS

A mi familia y amigos por apoyarme durante toda esta caótica etapa, a mi profesor guía Alberto y a todas aquellas personas que formaron parte de mi proyecto, especialmente Alvaro Promis, Jorge Tapia y toda la Corporación Cultiva.

| CONTENIDOS

| | | | |
|-----------|---|------------|---|
| 7 | INTRODUCCIÓN | 72 | 8. DESARROLLO DEL PROYECTO |
| 8 | 1. BOSQUES | 74 | Antecedentes y referentes |
| 10 | ¿Qué son los bosques? | 76 | Búsqueda de material |
| 11 | Beneficios de los bosques | 79 | Elaboración y testeo de muestras |
| 12 | Estado de los bosques | 81 | Resultados |
| 16 | 2. DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES | 84 | Conclusiones y materialidad escogida |
| 18 | Degradación de los bosques nativos | 85 | Cholguan |
| 20 | Potencial de reforestación en el mundo | 86 | Primeras aproximaciones |
| 22 | 3. INGENIERÍA ECOLÓGICA Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA | 88 | Primeros Prototipos |
| 24 | Manejo medioambiental | 90 | Presentación a expertos |
| 26 | Factores de riesgo de las especies | 91 | Testeos de temperatura y transmitancia lumínica |
| 28 | Etapas de la reforestación | 96 | Testeo usabilidad |
| 30 | 4. TREESHelters | 98 | Otros testeos |
| 32 | Ecotecnología | 99 | Biodegradabilidad y duración |
| 34 | Características formales | 100 | Pintura |
| 36 | Beneficios del protector | 101 | Fertilizante |
| 38 | Desarrollo del protector | 102 | Tutor |
| 40 | 5. DESEMPEÑO DE LOS PROTECTORES | 104 | 9. PROYECTO |
| 42 | Análisis del Ciclo de Vida | 106 | Resultados |
| 44 | Análisis del desempeño del protector | 108 | Identidad visual |
| 49 | Conclusiones | 114 | Análisis FODA |
| 50 | 6. FORMULACIÓN DEL PROYECTO | 115 | Modelo CANVAS |
| 52 | Oportunidad de diseño | 116 | Costos asociados |
| 53 | Formulación | 117 | Fondos concursables |
| 54 | Contexto | 118 | Proyecciones |
| 55 | Metodología | 119 | Conclusion |
| 56 | 7. INVESTIGACIÓN DEL USUARIO | 121 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS |
| 59 | Usuario/ Especie vegetal | | |
| 60 | Fisiología vegetal | | |
| 63 | Usuario/ Medio ambiente | | |
| 66 | Usuario / Persona | | |
| 70 | Cliente | | |
| 71 | Requerimientos de diseño | | |

| INTRODUCCIÓN

La degradación ambiental es uno de los mayores desafíos que enfrentamos en este último tiempo. La constante presión antrópica causada por la industria, agricultura, minería, entre otros, ha repercutido en un desbalance climático, y por ende, en la continua disminución de los ecosistemas naturales como de la biodiversidad presente en éstos. Hoy, se ha hecho urgente la implementación de medidas que busquen la restauración de los ecosistemas, recuperando tanto sus estructuras como funciones. Pero esta acelerada búsqueda de soluciones han traído consigo la inundación de proyectos poco fidedignos que no han conseguido insertarse en el medio sin tener consecuencias en este.

En el ámbito de la reforestación ecológica, el uso de los treeshelters o protectores de árboles se han transformado en un objeto imprescindible al momento de introducir especies en terreno, sin embargo, su uso masivo y su materialidad plástica ha traído graves consecuencias para los entornos en donde se introduce.

Este proyecto propone el estudio del contexto completo en donde se inserta el protector, contemplando a la persona, medioambiente y especies vegetales como puntos focales. A través del diseño, se busca crear una solución para resolver el problema que desde el comienzo ha sido tratado por la ingeniería forestal.





1. BOSQUES

| ¿QUÉ SON LOS BOSQUES?

De manera técnica, los bosques son definidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2010), como “Tierra que se extiende por más de 0,5 hectáreas dotada de árboles de una altura superior a 5 metros, una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ.” (p. 6)

Pero vistos desde otra perspectiva, los bosques también pueden verse como una fuente de productos maderables, ecosistemas compuestos por árboles e innumerables formas de diversidad biológica, un repositorio de almacenamiento de carbono, una fuente de múltiples servicios ecosistémicos y sistemas socioecológicos, o como todos los anteriores. (Chazdon et al., 2016)

Ecosistema y comunidad forestal

Los árboles se desarrollan en terreno en grupos de la misma especie o distintas especies, con plantas menores, arbustivas, herbáceas y animales de diferentes tipos. Este conjunto de seres vivos, desarrollados en un marco geográfico determinado conforman una comunidad biótica la cual, debido a la abundante presencia de árboles, es definida como una comunidad forestal.

Esta comunidad es más que solo árboles y plantas viviendo en un mismo espacio, está inserta en un medioambiente físico cuyos factores interactúan con los organismos y estos a su vez interactúan entre ellos, constituyendo un ecosistema forestal.

Los componentes bióticos del ecosistema constituyen una cadena trófica en la cual los eslabones están unidos por un flujo de energía que va desde las plantas o productores hasta llegar al nivel final o consumidores. En total existen cinco eslabones o niveles tróficos: Productor, consumidor primario o herbívoros, consumidor secundario o carnívoro primario, consumidor terciario o carnívoro secundario y consumidor cuaternario o carnívoro terciario; cada uno se alimenta del anterior. El flujo de energía que proviene del sol relaciona a todos los niveles de la cadena, siguiendo una dirección y perdiéndose como calor en el paso por cada una de ellas. (Donoso, 2015)

“

En el futuro, los bosques contribuirán al refuerzo de la resiliencia de las comunidades al proveer alimentos, dendroenergía, lugares de resguardo, forrajes y fibras. Los bosques serán fuente de ingresos y de empleo que permitirán a las comunidades y a las sociedades prosperar, protegerán la biodiversidad y respaldarán la práctica de una agricultura sostenible y el bienestar humano por medio de la estabilización de los suelos y el clima y la regulación de los flujos de agua.” (FAO, 2016, p. 2)

| BENEFICIOS DE LOS BOSQUES

En primer lugar, es posible nombrar la capacidad de los bosques para regular los suelos y los flujos de agua. Cubren el territorio formando una especie de paraguas que permite a la lluvia llegar suavemente al suelo e infiltrarse sin causar erosión e inundaciones, especialmente cuando las lluvias son muy concentradas y de gran intensidad. Por otro lado, almacenan el agua en napas subterráneas, movilizándola lentamente hacia riachuelos y ríos, lo que permite disponer de agua limpia y fresca durante todo el año. Considerando la escasez de agua y la desertificación que afecta hoy al planeta, esta función resulta clave para la conservación de los suelos y de diferentes ecosistemas asociados a estos. (PNUD, 2016)

En un segundo lugar, los bosques a través de la fotosíntesis, capturan y almacenan los gases que causan el efecto invernadero, limpiando el aire y disminuyendo el calentamiento global (Fontaine, 2017). La restauración de los bosques es de suma importancia para este aspecto, ya que durante la quema de un bosque el dióxido de carbono almacenado por los árboles durante décadas, es liberado a la atmósfera en cuestión de horas. (Castillo, Pederera, Peña, 2003)

Por otro lado, los bosques son más que solo árboles, albergan el 75% de la biodiversidad terrestre mundial (FAO, 2016). Bajo sus copas, podemos encontrar diferentes especies de trepadoras, hierbas y arbustos y sobre sus ramas, una gran variedad de musgos, líquenes, helechos y plantas epífitas. Respecto a especies animales, muchos de ellos viven en ecosistemas boscosos o necesitan de este para su reproducción. Al alimentarse de frutos o del néctar, los mamíferos, insectos o aves ayudan con la polinización, dispersión de semillas y a la misma reproducción del bosque. Por último podemos encontrar una gran variedad de organismos descomponedores que se alimentan de lo que cae al suelo o de árboles muertos. Existen hongos y parásitos que solo se encuentran en bosques y son imprescindibles para la existencia de los árboles. (Fontaine, 2017)

Respecto a los recursos, los bosques son fuente de variados productos como forraje para animales, alimentos para el consumo humano como frutos, hojas, raíces y hongos; materiales como madera y leña. Estos productos representan un potencial económico para las poblaciones como elementos de supervivencia. Por otro lado, hoy, la leña sigue siendo el combustible más usado por algunos sectores de la población para la cocina o la calefacción de viviendas.

Por último, los bosques poseen un valor tanto cultural como paisajístico que abre las posibilidades de recreación y entrega la posibilidad de desarrollar el “turismo de naturaleza”, alternativa que puede ser usada por las comunidades para generar diferentes emprendimiento y mejorar sus ingresos económicos. (PNUD, 2016)

| ESTADO DE LOS BOSQUES

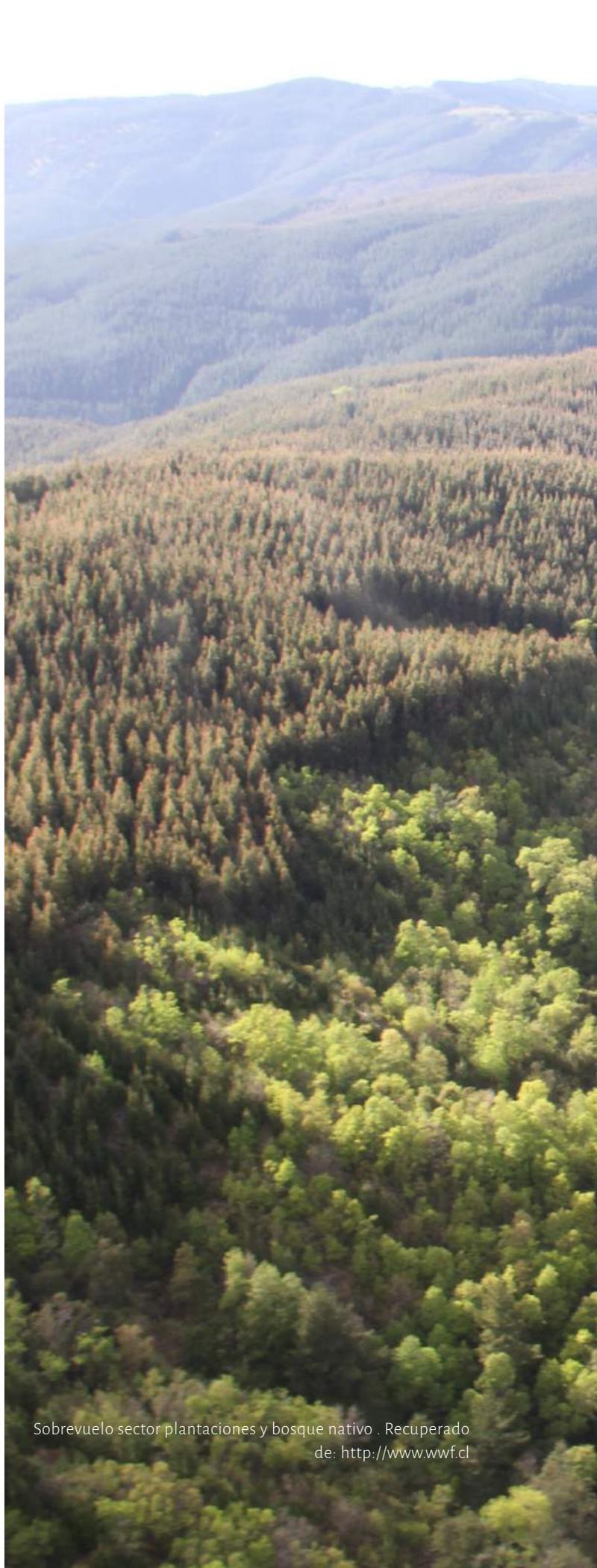
Antes de analizar el estado de conservación de los bosques en el mundo se debe entender su clasificación general:

Clasificación de los bosques

Los bosques pueden ser clasificados según la vegetación, estacionalidad del follaje, latitud, clima y altitud, pero el primer nivel de subdivisión, según la FAO, corresponde al nivel de intervención humana. Podemos distinguir dos tipos principales:

Plantación Forestal: corresponden a los bosques que se han originado a partir de la plantación de árboles de una especie o combinaciones con otras y son efectuadas por el ser humano. (Plantaciones forestales, s.f)

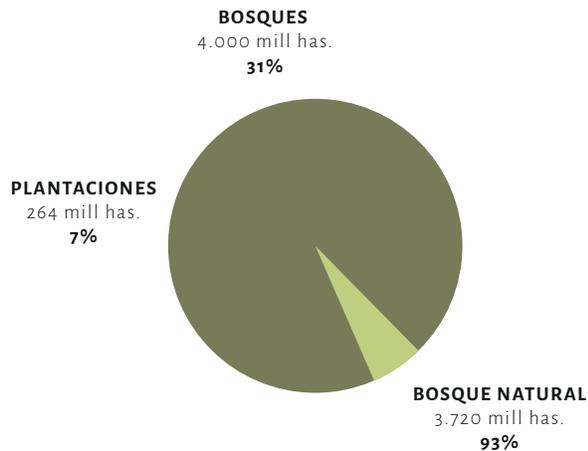
Bosque nativo: bosque formado por especies autóctonas, provenientes de generación natural, regeneración natural, o plantación bajo dosel con las mismas especies existentes en el área de distribución original, que pueden tener presencia accidental de especies exóticas distribuidas al azar. (Ley N° 20.283, 2008, p.8)



Sobrevuelo sector plantaciones y bosque nativo . Recuperado de: <http://www.wwf.cl>

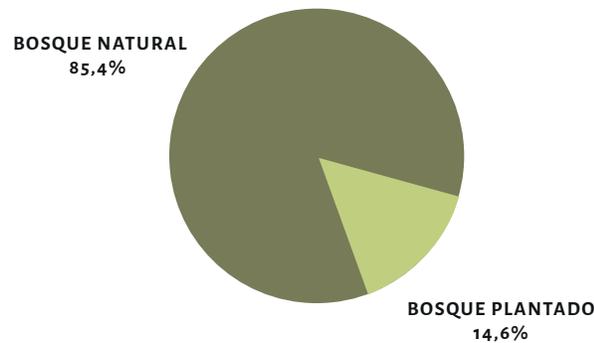
DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES EN MUNDO (HA.)

Fuente: FAO, 2016



DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES EN CHILE (HA.)

Fuente: Superficies de bosques, (s.f.), CONAMA



Contexto Internacional

Hoy, los bosques representan el 30,7% de la superficie continental del planeta, mientras que la agricultura y otras tierras abarcan un 37,7% y 31,6% respectivamente (FAO, 2016). El área total de bosque alcanza más de 4.000 millones de hectáreas, lo que corresponde a un promedio de 0,6 hectáreas per cápita.

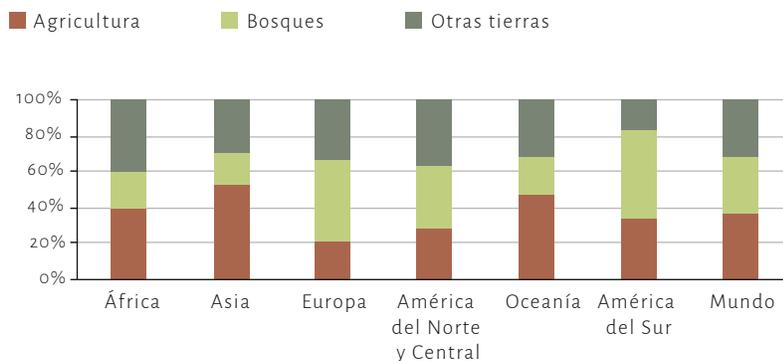
Los cinco países con mayor riqueza forestal son: Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos y China, quienes poseen más de la mitad del total del área de bosques. Por otro lado, existen diez países que no poseen bosques, entre ellos Mónaco, Malta, Catar, etc. Y por último, otros 54 países poseen bosques en menos del 10% de su extensión.

Respecto al origen de los bosques, aquellos plantados, constituyen aproximadamente el 7% del área total de bosques y suministran casi el 35% de la madera que el mundo demanda. En su mayoría, están compuestos por especies nativas ya que solo un cuarto se compone de especies introducidas, generalmente de rápido crecimiento.

Hablando de bosques nativos o de regeneración natural, estos han disminuido a través de los años. Aún así representan la mayor parte del área total. Esto ha traído como consecuencia la protección de ecosistemas naturales; hoy el 12% de los bosques del mundo han sido designados para la conservación de la diversidad biológica, la mayoría se declaró así entre el año 2000 y 2005. (FAO, 2010)

SUPERFICIE OCUPADA POR LOS PRINCIPALES USOS DE TIERRA

Fuente: FAO, 2016



Contexto Nacional

Al año 2017, la superficie nacional cubierta por bosques representa el 23,3% del territorio, alcanzando alrededor de 17,66 millones de hectáreas. (CONAF, 2017) Esta cifra es superada únicamente por territorios desprovistos de vegetación, praderas y matorrales, los cuales ocupan el 33% y 26% respectivamente. (CONAF, 2013)

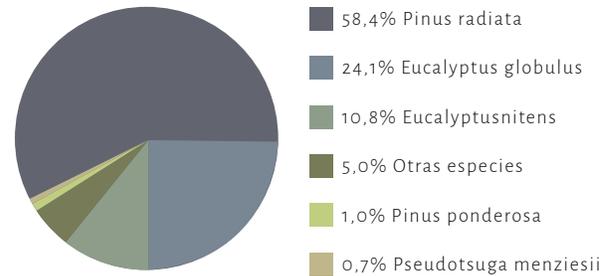
Del área total, el bosque nativo representa un 19,04%, con 14,41 millones de hectáreas; mientras que las plantaciones forestales ocupan el 4,07% restante, con 3,08 millones de hectáreas. Es importante señalar que la mayor parte de las plantaciones se encuentran entre las regiones de O'Higgins y La Araucanía, donde las especies más abundantes son el pino radiata, el género eucalipto y otras como atriplex, tamarugo o pino oregón. Casi el 99% de la producción forestal nacional se basa en los bosque plantados y el 70% de este recurso posee certificación internacional de manejo forestal sustentable.

Respecto al bosque nativo, estos se encuentran en su mayor parte desde la región de Los Ríos hacia el sur. Debido a su riqueza ecosistémica, un 29% de éste está dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del estado, mientras que un 0,8% se encuentra protegido en propiedades privadas. (Superficies de bosques, s.f.)

Actualmente, los bosques nativos de Chile se dividen en 12 tipos, según la clasificación realizada por Claudio Donoso en 1981 en acuerdo con instituciones como CONAF, PNUD, Universidad de Chile y Universidad Austral, además de transformarse en documento oficial a través del Reglamento N°259 del Decreto Ley 701. Esta clasificación toma en cuenta factores como distribución espacial, suelo, latitud, altitud, etc. (Dietmar & Quiroz, 2001)

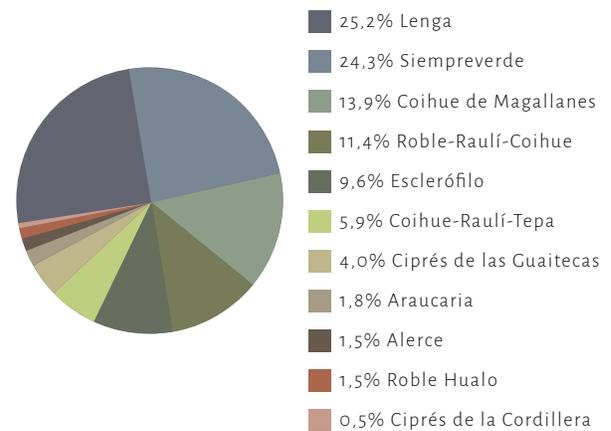
DISTRIBUCIÓN DE BOSQUES PLANTADOS EN CHILE

Fuente: Superficies de bosques, (s.f.), CONAMA



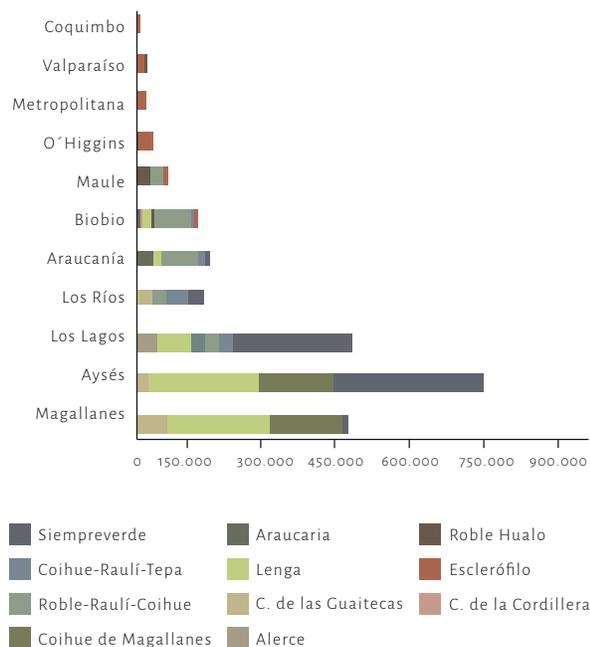
DISTRIBUCIÓN DE BOSQUES NATURALES EN CHILE

Fuente: Superficies de bosques, (s.f.), CONAMA



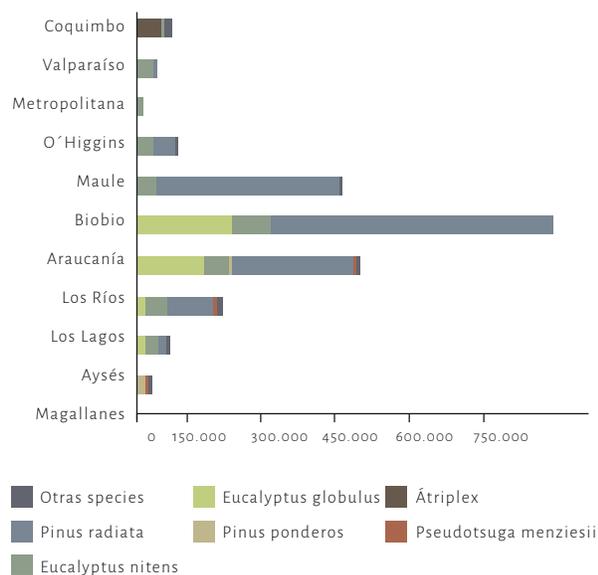
DISTRIBUCIÓN DE BOSQUE NATURAL POR TIPO FORESTAL Y REGIÓN

Fuente: Superficies de bosques, (s.f.), CONAMA



DISTRIBUCIÓN DE BOSQUES PLANTADOS POR ESPECIE Y REGIÓN

Fuente: Superficies de bosques, (s.f.), CONAMA



¿Por qué son importantes los bosques chilenos?

El territorio chileno presenta una configuración poco común en el mundo. Posee grandes elevaciones andinas a distancias relativamente reducidas del mar, siendo enmarcado también por un desierto absoluto, hasta regiones hiperhúmedas. Estas barreras naturales y la diversidad de pisos bioclimáticos han generado un alto grado de endemismo.

Esto incide directamente en la denominación de Chile como "hotspot" mundial. Los "hotspot" o puntos calientes de biodiversidad, se definen como regiones con prioridad de conservación mundial, que concentran un mínimo de 1.500 especies de plantas vasculares endémicas, una alta proporción de vertebrados endémicos y en donde el hábitat original ha sido impactado gravemente por el hombre. Actualmente se han definido 34 zonas en el mundo que reúnen dichas categorías entre las cuales se posiciona el hotspot "Chilean winter rainfall-Valdivian forests".

Este, según su definición actual, abarca desde la costa del Pacífico hasta las cumbres andinas entre los 25 y 47°S, incluyendo la estrecha franja costera entre los 25 y 19°S, mas las islas de Juan Fernandez y una pequeña área de bosques de Argentina. De norte a sur incluye los desiertos de lluvia de invierno del Norte Chico, la flora altoandina, el bosque esclerófilo y matorrales del área de clima mediterráneo de Chile central, los bosques dominados por las especies Nothofagus y los bosques lluviosos tipos Norpatagónico y Valdiviano.

En términos de biodiversidad, el hotspot chileno alberga 3.893 especies vasculares nativas, de ellas un 50,3% son endémicas del hotspot per se. Sin embargo, la amenaza que presenta esta región es la pertenencia a un país de rápido crecimiento, con una de las economías más agresivas de América Latina pero que mantiene una fuerte dependencia de los recursos naturales. (CONAMA, 2008)





2. DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES

| **DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES NATIVOS**

A través de la historia, los bosques han sufrido una violenta disminución provocada en un principio por la colonización, enfrentamientos entre indígenas y colonos, la realización de actividades agrícolas, ganaderas, mineras, y el desarrollo industrial del país.

En los últimos 25 años (1990 -2015) la superficie forestal mundial se ha reducido en un 3,1%, lo que se traduce en 129 millones de hectáreas. (FAO, 2016) Se estima que cada año se pierden entre 10 a 15 millones de hectáreas en bosques templados y 20 a 40 millones en bosques tropicales. (Castillo, Pederneira & Peña, 2003)

La Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017- 2025 (ENCCRV CHILE) señala que el bosque nativo continúa disminuyendo a las mismas tasas de las últimas tres décadas. Además afirma de forma categórica que los factores que inciden en las pérdidas del bosque nativo o las medidas de reducción de pérdidas no han podido ser todavía controladas.

Causas actuales de la degradación de bosques

Hoy el cambio del uso del suelo, la desertificación y el cambio climático son las principales causas del deterioro ambiental en América Latina. La principal causa de deforestación en la región es la habilitación de terrenos agrícolas y la urbanización. (Bergh y Promis, 2011) En relación a esto, el ENCCRV CHILE señala que las plantaciones forestales y la expansión de la agricultura en el país continua realizandose en desmedro de los bosques nativos. Por otro lado, aun existe una mala fiscalización del uso del bosque nativo, en especial respecto a la exportación de los recursos y a la comercialización de la leña para uso industrial o para calefacción, el cual continua realizandose en un 90% de forma informal. (Ministerio de Agricultura, 2016)

También es pertinente señalar que hoy, uno de los principales factores que inciden en la reducción del bosque nativo en el país son los incendios forestales, los cuales arrasan de forma masiva con este valioso patrimonio. En la última década las condiciones de riesgo de los incendios forestales han cambiado producto de la interacción de diversos factores como el crecimiento demográfico, el aumento de las actividades al aire libre, cambio en el uso del suelo, la urbanización, densidad vial y el cambio climático. (Consejo de Política Forestal, 2016) Cada año se producen más de 6.000 incendios forestales y la superficie afectada promedia las 52.000 hectáreas, tomando en cuenta valores extremos se pueden llegar incluso hasta 10.000 a 101.000 hectáreas. (CONAF, 2018)

La Política Forestal chilena actual, declara que desde el punto de vista legal, existe una normativa antigua en cuanto a la prevención y control de los incendios, donde existen vacíos legales en los ámbitos de responsabilidades y competencias. Desde el punto de vista económico, se dice que los recursos destinados a la prevención de incendios son marginales en proporción a lo invertido para controlarlos una vez que empiezan. (Consejo de Política Forestal, 2016)

A continuación se exponen las causas directas e indirectas más relevantes en cuanto a la deforestación, degradación y devegetación en nuestros país. La lista fue realizada por el ENCCRV CHILE luego de un proceso de identificación, caracterización y priorización de acuerdo a la importancia de cada factor y su incertidumbre como generador de emisiones Gases de Efecto Invernadero. (Ministerio de Agricultura, 2016)

PONDERACIÓN DE CAUSALES MÁS IMPORTANTES PARA LA DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES EN CHILE

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2016

| CAUSALES DIRECTAS | IMPORTANCIA | INCERTIDUMBRE |
|--|-------------|---------------|
| Incendios Forestales | 52,2 | Baja |
| Uso sustentable de recursos vegetacionales | 50,6 | Muy alta |
| Uso del bosque para ganadería | 19,5 | Muy alta |
| Expansión de monocultivos forstales | 17,4 | Nula |
| Expansión de actividad agrícola y ganadera | 13,5 | Nula |
| Expansión de actividad humana | 10,3 | Nula |
| Efectos del cambio climático, sequía y desertificación | 9,5 | Muy alta |
| Expansión de actividad industrial | 6,7 | Nula |
| Plagas y enfermedades | 6,1 | Media |
| Efectos de la contaminación | 5,2 | Muy alta |
| Sobreexplotación del agua | 3 | Muy alta |
| Erosión del suelo | 1,6 | Baja |

| CAUSALES INDIRECTAS | IMPORTANCIA | INCERTIDUMBRE |
|--|-------------|---------------|
| Deficiencias en políticas públicas por regulación | 16,9 | Media |
| Bajos conocimientos y valoración de recursos vegetales | 14,6 | Muy alta |
| Deficiencias políticas públicas por fomento | 11,6 | Media |
| Informalidad en el mercado de la leña | 10,2 | Baja |
| Pobreza rural, falta de oportunidades | 9,7 | Media |
| Deficiencias en políticas públicas de fiscalización | 8 | Media |
| Baja rentabilidad, costos de oportunidad | 5,1 | Baja |
| Deficiencia del modelo económico para uso de bosque nativo | 4,9 | Media |
| Conflictos o problemas por fragmentación de la propiedad | 4,3 | Media |
| Conflictos o problemas por tenencia de propiedad | 3 | Media |
| Deficiencia en la institucionalidad forestal | 1,6 | Alta |
| Falta de asociatividad de los productores de la tierra | 1 | Alta |
| Estigmatización de las plantaciones forestales | 0,8 | Media |
| Planes de manejo no asegura aprovechamiento sustentable | 0,8 | Alta |

| POTENCIAL DE REFORESTACIÓN EN EL MUNDO

Según lo presentado anteriormente, existen factores que han influido en la progresiva degradación y reducción de las superficies boscosas en el planeta, como en la pérdida de la biodiversidad presente en estos ecosistemas. “A raíz de esto, hoy, existe una prioridad mundial por restaurar aquellas tierras que anteriormente tenían bosques o las estructuras y funciones de los bosques.” (Promis, 2016, p. 16)

Promis (2016) señala que el ámbito global se ha estimado que más de dos billones de hectáreas han sido identificadas como superficies apropiadas para la realización de actividades de restauración, debido a su deforestación o la degradación de éstas. Por otro lado, en el ámbito local, la Política Forestal 2015-2035, reconoce que actualmente en Chile existen alrededor de 1,5 millones de hectáreas sometidas a diversos grados de deterioro. Estableciendo como meta para el año 2035 la incorporación de medio millón de hectáreas a procesos de restauración, bajo criterios de protección y conservación, utilizando preferentemente especies nativas. (Consejo de Política Forestal, 2016)

A continuación se presentan los principales planes internacionales y nacionales, a modo de comprender y cuantificar el potencia de reforestación que existe a nivel mundial.

Planes internacionales y asociación a planes gubernamentales

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC): Su objetivo es la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias antropogénicas en el sistema climático. Durante la última conferencia, específicamente en el Artículo 5, se hace referencia a la importancia de los bosques, alentando a las partes a tomar decisiones para reducir las emisiones provocadas por la deforestación y la degradación de los bosques. (Naciones Unidas, 2015)

Reducción de Emisiones por Deforestación, Degradación Forestal y Aumento de Existencia de Carbono (REDD+): Busca la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo; valorizando el papel de la biomasa forestal como una estrategia integral para enfrentar el problema del cambio climático. (Arriagada, 2012)

Objetivos de Desarrollo sostenible (ODS) 2015-2030: En esta cumbre los miembros aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, una serie de objetivos. Los ODS 15 y 17 incluyen: “Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra” (Ministerio de Agricultura, 2016)

Planes nacionales

Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022

(PANCC-II): Su fin es promover políticas públicas para disminuir el efecto que tiene el país en el cambio climático. Respecto a las metas en el sector silvoagropecuario se planea destinar: 140.000 hectáreas para forestación principalmente con especies nativas, 70.000 hectáreas para manejo forestal sustentable, 30.000 hectáreas de restauración y 8.000 hectáreas de silvicultura preventiva. (Ministerio del Medio Ambiente, 2017)

Compromisos Nacionales: Desde el 2010 Chile ha establecido compromisos voluntarios a nivel internacional para la reducción de emisiones. Se destaca el plan asociado al Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), que contempla acciones de manejo forestal sustentable en 100.000 hectáreas de bosque nativo y la forestación de 100.000 hectáreas con especies nativas. (Ministerio de Agricultura, 2016)

Política Forestal 2015-2035: Política presentada por el Ministerio de Agricultura de Chile en mayo del 2016. Se señala como meta para el año 2035 la incorporación a procesos de restauración, utilizando preferentemente especies nativas, medio millón de Ha y además, la realización de una gestión eficiente para la prevención, detección y control de los incendios forestales, junto con la investigación de causas y aplicación de sanciones efectivas a los infractores. (Consejo de Política Forestal, 2016)

Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetaciones 2017-2025 (ENCCRV): Plan que busca disminuir la vulnerabilidad social, ambiental y económica que genera el cambio climático, la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía sobre los recursos vegetacionales y comunidades que dependen de éstos, junto con reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Chile. Dentro de las Medidas de Acción busca crear una nueva Ley de Fomento Forestal, la creación de Programa de Forestación y Revegetación con especies nativas en 140.000 hectáreas. (Ministerio de Agricultura, 2016)

Ley de Bosques y Ley de Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal: En el año 1931 surge la “Ley de Bosques”, la cual durante los años ha incorporado nuevos decretos de ley como el Decreto N° 19.561 (1998) donde se establecen incentivos a la forestación y recuperación de suelos degradados y áreas en procesos de desertificación. Luego, en el año 2008 se aprueba la Ley N°20.183 sobre la Recuperación de Bosque Nativo el cual señala en su Artículo 1° “Esta ley tiene como objetivos la protección, la recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos, con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política ambiental” (Ley N° 20.283, 2008, p.8)



Reforestación voluntaria en Cerro Renca.
Registro personal.



3. INGENIERÍA ECOLÓGICA Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

| MANEJO MEDIOAMBIENTAL

Hoy, el manejo medioambiental, necesita incluir, la complementariedad de diferentes opciones, entre ellas la aplicación de tecnología de limpieza, legislación medioambiental, tecnología medioambiental, ingeniería ecológica y restauración ecológica. Estas, ofrecen un amplio rango de métodos que permiten remover contaminantes del agua, tierra, aire, entre otros. Exploran la posibilidad de reducir las emisiones contaminantes a través el reciclaje o interviniendo en la propia cadena de producción, la aplicación de leyes para el correcto manejo de los bienes y servicios extraídos del medioambiente y lo más relevante en el contexto de este proyecto, la creación y restauración de los ecosistemas naturales. (Jorgensen & Mitsch, 2004)

Ingeniería Ecológica

Como respuesta a la destrucción y degradación de ecosistemas naturales, se plantea la Ingeniería Ecológica como el “diseño de ecosistemas sostenibles que integran a la sociedad con el medioambiente en beneficio de ambos”. (Jorgensen & Mitsch, 2004, p.6) Es decir, la ingeniería ecológica, involucra la creación y restauración sostenible de ecosistemas que tienen un valor tanto para humanos como para la naturaleza.

La salud del ecosistema es el punto final deseado tomando en cuenta tres conceptos: la organización, vigor y resiliencia, es decir que la sostenibilidad implica longevidad y la capacidad de un sistema para mantener su estructura, sus funciones a través del tiempo y soportar el estrés externo. (Costanza, 2012).

Es importante entender que la Ingeniería ecológica, lejos de buscar la “restauración de un estado anterior no tocado por humanos” apunta a la restauración a un estado nuevo, posiblemente único, que sea saludable incluyendo una amplia gama de interacciones humanas. La ingeniería ecológica aplica la ciencia básica para la restauración, diseño y construcción de ecosistemas acuáticos o terrestres. Es ingeniería en el sentido en que involucra el diseño de ecosistemas naturales usando datos cuantitativos dados por la ciencia básica de ecología. Y es una tecnología donde las herramientas primarias son auto-diseño de ecosistemas. Por último es biología y ecología en el sentido en que los principales componentes son las especies naturales del mundo. (Jorgensen & Mitsch, 2004)



Reforestación voluntaria en Cerro Renca.
Registro personal.

Restauración Ecológica

En la práctica, la Ingeniería Ecológica es llevada a cabo a través de la Restauración Ecológica, la cual, mediante la aceleración de procesos sucesionales naturales busca la recuperación del ecosistema degradado. Se considera la estructura comunitaria, es decir tanto la composición de especies como el restablecimiento de los procesos ecosistémicos e interrelaciones entre ellos. (Fernández et al., 2010)

La Restauración Ecológica es definida como "Renovación total o parcial de características estructurales y funcionales que se han extinguido o desestimado en un ecosistema, y la sustitución de las cualidades que el sistema original presentaba, con la condición de que tengan un valor social, económico o ecológico mayor al que existió en el estado perturbado o desplazado." (Jorgensen & Mitsch, 2004, p. 24)

Existe una serie de etapas para llevar a cabo esta operación. Fernández et al. (2010) plantean que se deben considerar dos fases principales: rehabilitación y restauración. La primera habla de las acciones a corto plazo que buscan contrarrestar los efectos negativos inmediatos, como la erosión o la escorrentía superficial, centrándose en la reparación de los procesos, la productividad y los servicios del ecosistema. La segunda fase, ejecutada a mediano y largo plazo, busca la recuperación de la estructura y funcionalidad; a su vez se divide en 4 ciclos: Planificación, Preparación, Implementación y Monitoreo y Evaluación. Estas serán detalladas más adelante, según lo que ocurre en nuestro país.

| FACTORES DE RIESGO DE LAS ESPECIES

Al realizar la restauración de bosques nativos, existen diversos factores que inciden en la adaptación y supervivencia de las especies una vez que se introducen en terreno. La erosión e hidrofobización de los suelos, la herbivoría, la presencia de especies invasoras y las variables climáticas son los principales elementos que definen la viabilidad de un proyecto de restauración. Es importante que estos factores sean detectados al comienzo de la etapa de restauración, con la objetivo de planificar las estrategias adecuadas para su control.

1. EROSIÓN

El deterioro de los suelos como consecuencia de desastres naturales, incendios y actividades como la minería o explotaciones forestales, tiene severas consecuencias en la degradación biológica de este recurso y por ende en la pérdida de productividad de éste. (Varnero, González & Silva, 2002) Los recursos vegetacionales, ya sean bosques, plantaciones agrícolas o cualquier tipo de cubierta vegetal, contribuyen a la protección de los suelos ya que son capaces de regular la escorrentía y proteger los suelos contra la erosión mediante la interceptación de las precipitaciones. (Moraga y Sartori, 2016). La pérdida de esta cobertura vegetal implica la pérdida de su capacidad de infiltración, aumentando la escorrentía superficial y haciendo al suelo más sensible a su pérdida por la lluvia, movilizandopartículas solidas tanto de suelos ricos en nutrientes como suelo mineral (Fernández y Vega, 2011).

El suelo es un recurso natural no renovable y el soporte de los ecosistemas terrestres. Por esto, es de suma importancia conservar los suelos en buenas condiciones, especialmente para las plantaciones, donde la productividad va a depender en su mayoría del estado de conservación del suelo. (Alba, S., Alcázar, M., Barbero, F. & Cermeño, F., 2011).

ESTRATEGIAS

Una vez que se detecta el factor erosivo en el terreno a restaurar, las principales estrategias para combatirlo incluyen: siembra, fertilización, y aplicación de mulch, compost o biosólidos. (Fernández et al., 2010).

La siembra de herbáceas busca crear una pequeña cubierta vegetal y es ampliamente usada debido a sus bajos costos y facilidad de aplicación. Por otro lado, la fertilización y aplicación de mulch, compost o sustratos tratan de una manera más inmediata la incrementación de la cobertura del suelo y de sus propiedades biológicas. Ambas son medidas altamente eficientes pero los costos extra y el riesgo de introducir semillas no deseadas son sus principales desventajas (Fernández & Vega, 2011).

2. ESPECIES INVASORAS

Ligado al factor anterior, o como consecuencia de este, la restauración presenta otra variable crítica, la presencia de especies invasoras. Fernandez et al. (2010) señalan: “La invasión del sitio por especies vegetales invasoras puede disminuir el establecimiento de las especies nativas ya que competirán directamente por los recursos del sitio como nutrientes, luz, agua y espacio” (p. 108). Estas especies deben ser erradicadas en su totalidad para aumentar las probabilidades de éxito del proyecto.

ESTRATEGIAS

Las técnicas utilizadas dependen de la especie que se quiera eliminar, e incluyen métodos físicos, químicos, ecológicos o de sofocación: (Fernández et al., 2010)

Físicos: tracción, quema y labrado.

Químicos: herbicidas pre-germinativos o post-germinativos.

Sofocación: Mulch artificial como plástico, cartón, papel de diario o geotextiles; o mulch biológico como paja, chips de madera y compost.

Ecológicos: aplicación de sombra, inundación, cambio en los patrones de alteración, cambio en los niveles de nutrientes y cambio en pH del suelo.

3. HERVIBORÍA

El tercer factor relevante es la herbivoría, o el daño producido por la presencia, consumo o comportamiento de las especies animales. Acciones como el ramoneo (corte de ramas), escodado (frote de cuernos en el tronco) y descortezado influyen en la deformación de la planta, su ritmo de crecimiento y en la supervivencia misma. Además, para algunas especies, los árboles procedentes de viveros son atacados más frecuentemente en comparación con aquellos que aparecen espontáneamente de semillas o rebrotes. Esto se explica por su mayor contenido de nutrientes y probablemente por su aspecto más atractivo. (Van Lerberghe, 2014).

En Chile, las principales especies depredadoras de las plantas son especies exóticas como conejos, liebres, roedores, vacas, ciervos de distintos tipos; además especies nativas como el Pudú y el Degú. (A.Promis, comunicación personal, 29 de mayo de 2018). Generalmente por una cuestión de tamaño corporal, afectan a las plantaciones durante los primeros 2 ó 3 años de establecimiento, es decir, hasta que la planta tiene unos 40-50 cm de altura. (Nájera, s.f)

ESTRATEGIAS

Para evitar el daño de la fauna se debe considerar la exclusión de los herbívoros del sector de restauración. Existen dos maneras de lograrlo y la decisión de cual implementar depende de la estrategia de plantación que exista, el tamaño de los herbívoros y de los factores económicos del proyecto.

Por un lado esta el cercado general de la plantación, es decir, la aplicación de rejas o mallas de forma perimetral. Y por otro lado esta el cercado individual, el cual se logra con el uso de "treeshelters" o protectores de árboles, los cuales se instalan alrededor de cada planta.

4. CLIMA

Como último factor encontramos el clima. Variables climáticas como las precipitaciones, viento, temperatura y radiación excesiva, interfieren en el establecimiento temprano de las especies introducidas. En nuestro país, estas variables se agravan a medida que nos acercamos a latitudes extremas y la cantidad de pisos bioclimáticos existentes a lo largo del territorio implican un estudio posterior a los procesos de plantación.

Además, es importante tener en cuenta que en bosques ya establecidos, la regeneración natural se da gracias a la colaboración de las especies más adultas, las cuales actúan como barrera y protegen a las nuevas de los factores climáticos. Donoso y Soto (2010), en relación a los bosques del centro y sur de Chile señalan: "Se puede mencionar que este tipo de bosques se encuentran en altitudes sobre los 500 m s.n.m., donde las condiciones climáticas son más rigurosas, y un posible establecimiento de plantaciones a campo abierto sería prácticamente impracticable y poco productivo". (p. 15) En sitios expuestos, las variables climáticas pueden dañar las cutículas, aumentar la pérdida pasiva de agua, producir el cierre estomático de la planta, reduciendo la fotosíntesis y el rendimiento general de las plantas. (Potter, 1991)

ESTRATEGIAS

Debido a lo anterior, especialmente a la falta de árboles nodriza que actúen como barrera del viento o la lluvia, el único elemento de protección son los treeshelters o protectores, al igual que en el caso de la herbivoría. Estos protectores actúan como barrera al clima y son capaces de generar un propio microclima para la planta.

| ETAPAS DE REFORESTACIÓN

A continuación se explica las diferentes etapas del proceso completo de reforestación, incluyendo las medidas de control para los factores de riesgo de las especies. Estos procesos se realizan dos veces al año: en los períodos abril-mayo y agosto-octubre.

Este proceso se basa en la información obtenida por Fundación Reforestemos. Cabe destacar que según el organismo que reforeste y el objetivo de la reforestación, los grupos de trabajo son conformados de diferente manera, la cantidad de plantas por hectárea varía y el monitoreo posterior es más o menos frecuente.

ETAPAS DE LA REFORESTACIÓN EN CHILE

Fuente: Sociedad Naturalista Patagonia, 2012 / ¿Por qué Forestar?. s.f

1

PLANIFICACIÓN

Se realiza un levantamiento de información, selección del terreno y las especies a plantar. Por otro lado se planifica el método de plantación y el acondicionamiento del terreno según las condiciones del lugar, exigencias del suelo y del clima.

1.2) CULTIVO Y ABASTECIMIENTO DE PLANTAS

De forma paralela las plántulas son producidas en vivero hasta tener las condiciones para sobrevivir en terreno, un año aproximadamente. Para su producción, el material vegetal es sacado de bosques y posteriormente llevado a vivero donde son replicadas en contenedores. En vivero las plantas son acondicionadas a factores controlados de temperatura, riego y fertilización.

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Una vez que se tiene claro el método de plantación y la ubicación, se debe preparar el terreno antes de la plantación. Las desiciones tomadas dependerán de factores económicos y técnicos. Se realiza un control de malezas que puedan crecer alrededor de cada planta, preparación del suelo en cuanto a los nutrientes y humedad y el control de animales dañinos mediante cercos perimetrales.

2

EMBALAJE Y TRANSPORTE DE MATERIALES Y PLANTAS

Las plantas son embaladas y se les aplica un gel que mantiene las raíces hidratadas hasta que son establecidas en terreno. Junto con los materiales son transportadas a terreno en camiones. Cuando el lugar es de difícil acceso se continua con camionetas e incluso bueyes y caballos.

3

ENTREGA DE MATERIALES Y PLANTAS

Los equipos de trabajo se dividen en cuadrillas de plantación conformadas por un ingeniero forestal, tres marcadores de líneas o jaloneos, nueve plantadores y voluntarios. El Jefe de cuadrilla hace entrega de la cantidad de árboles diarios que se plantaran. Anteriormente se marcó el terreno con el diseño de plantación propuesto.

4

PLANTACIÓN

Las plantas se distribuyen en casillas de 100 m², alcanzando aproximadamente 2000 especies por hectárea. Se caba un hoyo de 40 cm de profundidad y se cubre la planta con tierra. En zonas muy secas se aplica agua o gel fertilizante antes de cubrir la planta.

5

INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN

El protector se arma y se coloca alrededor de la planta sobre el suelo. Con ayuda de un martillo se instalan los tutores que anclan el protector al piso y se fijan al protector con alambre o engrapadora. Comúnmente se utilizan tubos de PVC reforzados con barras de fierro de 6 mm para lograr una mayor resistencia al clima.

6

MONITOREO

Una vez al año se hacen monitoreos del terreno, se reemplazan las plantas que no sobrevivieron y los protectores dañados. Se estima que luego de los 2-5 años los protectores se pueden retirar definitivamente. En el caso de reforestación para compensación o de organismos como Fundación Cultiva, existe un monitoreo constante por parte del personal para controlar el terreno, en especial si existen instalaciones de riego.

7



Protector forestal, Cerro Renca.
Registro personal.

A close-up photograph of several vibrant green leaves with serrated edges and prominent veins. The leaves are set against a white, semi-transparent mesh background, likely a protective covering for a plant. The lighting is bright, highlighting the texture of the leaves and the grid pattern of the mesh.

4. TREESHelters

| ECOTECNOLOGÍA

El desarrollo de nuevas tecnologías, la adaptación de otras ya existentes y la recuperación de conocimientos tradicionales han contribuido al progreso de la restauración ecológica. Esta tecnología, la cual están en estrecha relación con la Ingeniería Ecológica, tiene como fin último minimizar los esfuerzos y costos de la restauración, y afectan a cada una de las fases de restauración, desde el diagnóstico hasta la monitorización. (Zuleta, Rovere y Mollard, 2017)

Es pertinente reconocer que el principal componente tecnológico presente en los proyectos de restauración del país, son los protectores de árboles, refugios o treeshelters. “Hoy con este aumento de reforestaciones o proyectos de restauración con especies nativas, las empresas plantadoras o las fundaciones se han dado cuenta de que es necesario poner protectores” (A. Promis, comunicación personal, 29 de mayo de 2018). Los protectores de árboles se han vuelto indispensables para asegurar la supervivencia de la planta frente a los factores climáticos y el ataque de los animales.

Treeshelters

Los protectores son definidos como protección mecánica individual del árbol. Son tubos de plástico translúcido que se colocan alrededor de la planta con el objetivo de crear un efecto microclimático invernadero, a la vez que funcionan como barrera protectora contra los daños de la fauna y los efectos climáticos adversos. (Van Lerberghe, 2014; Oliet, Navarro, Contreras, 2003; Valenzuela et al. 2018). Los refugios se adjuntan a estacas y deben proporcionar apoyo y protección entre 2 a 5 años aproximadamente.

La invención de los refugios o protectores comenzó en 1979, cuando Graham Tuley utilizó fundas de polietileno para envolver las mallas de plástico que se utilizaban en ese entonces para rodear los árboles, y así crear un efecto de “mini casa verde”. (Potter, 1991). Hoy, no existe una gran diferencia en términos de materialidad y forma, el material más extendido sigue siendo el polipropileno, generalmente se construyen por el procedimiento de extrusión y se añade un estabilizador que inhibe la acción ultravioleta y así evita el daño prematuro por causa del sol. (Oliet, Navarro, Contreras, 2003).



Reforestación Torres del Paine, Chile
Recuperado de: <http://agenciablackout.com/>



Reforestación Maule, Chile
Recuperado de: <https://www.reforestemos.cl/>



Reforestación Cerro Chena, Chile
Registro personal.

| CARACTERÍSTICAS FORMALES

FORMA

Es posible encontrar diferentes modelos de protector en el mercado, pero a grandes rasgos estos se distinguen en dos tipos: en formato de lámina plegable y los de forma tubular.

Los primeros refugios producidos comercialmente fueron hechos de láminas planas dobladas como tubos cuadrados. Los lados planos grandes ofrecían una gran resistencia al viento causando que los refugios se volteen o se golpeen contra la estaca, más adelante, esto fue resuelto a partir de pliegues de forma hexagonal o triangular, incluso incluyendo agujeros de ventilación en las caras principales.

Por otro lado los refugios producidos por extorsión tubular se voltean con mayor dificultad pero ocupan un espacio mayor para la misma cantidad de refugios. Esto es importante al momento del almacenamiento y del traslado hacia y en terreno. (Potter, 1991)

MATERIAL

La mayoría de los protectores actuales están hechos de polipropileno de pared doble, exceptuando algunos modelos más sostenibles que serán analizados en detalle más adelante. El polipropileno tiene la ventaja de ser relativamente barato y poseer una buena relación entre resistencia y peso.

Debido a la necesidad de permanecer en terreno entre 2 a 5 años, es de suma necesidad añadir un estabilizador que inhiba los efectos de los rayos ultravioleta sobre el material. Los refugios producidos sin tratamiento UV comienzan a romperse en los pliegues y esquinas durante el primer año de luz solar y se desintegran de manera constante a partir de entonces. (Potter, 1991)

ALTURA Y DIÁMETRO

La eficacia del protector esta medida según la capacidad de proteger al árbol durante el periodo de vulnerabilidad, especialmente de plántula a árbol joven.

Según cada modelo se pueden encontrar diferentes medidas de altura y diámetro. Para la elección de la altura adecuada, esta siempre deberá ser mayor a la altura crítica de las posibles heridas que pueda causar la fauna. Se recomienda la elección de 50 cm de altura para conejos, 60 cm para liebres, y 180 para ciervos. En el caso del diámetro, la medida depende del tipo de planta que se va a proteger y puede variar entre los 10 y 33 cm de diámetro. (Van Lerberghe, 2014)





TRANSMISIÓN DE LUZ

El color y la materialidad del protector condicionan el comportamiento que tienen frente a la luz. En el caso de los refugios plásticos, mientras más claros permiten un mayor paso de la radiación solar. Por otro lado, existe una estrecha relación entre radiación y temperatura por lo cual estos refugios también serán los más cálidos. (Oliet, Navarro & Contreras) Cuando se elige un protector es importante conocer el porcentaje de transmisibilidad lumínica del protector, para que estos estén en concordancia con el entorno en donde se desarrollará la plantación.

ESTACAS O TUTORES

En terreno podemos ver la fijación del protector a estacas llamadas tutores. “Los intentos de producir árboles aislados no han tenido éxito y todos los diseños actuales dependen de una estaca para obtener soporte”. (Potter, 1991, p.15). El material más utilizado es la madera, en el caso de Chile el coligue, pero también podemos encontrar tutores de metal o plástico como tubos de PVC en especial donde las condiciones climáticas son muy violentas y es necesario asegurar de mejor manera el protector.

Los tutores pueden ser fijados con alambre, aunque muchos modelos actuales incluyen ranuras que permiten deslizar los tutores por dentro de ellos y así facilitar el proceso de plantación, reduciendo materiales y herramientas a utilizar.



Protectores forestales,
Fotografías de Registro personal.

| BENEFICIOS DEL PROTECTOR

PROTECCIÓN CONTRA EL DAÑO ANIMAL

La razón más común para el uso de refugios de árboles es la protección contra el daño de los animales (Potter, 1991). La finalidad de la protección “mecánica” es impedir de un modo físico que el animal cause daños, manteniendo al animal alejado del tronco para que no pueda frotarse contra él ni ramonear las ramas o brotes. El protector individual, a diferencia de la protección colectiva o los cercos perimetrales, limita el acceso a cada planta pero permite que los animales circulen por el sector y se alimenten de vegetación no protegida. (Van Lerberghe, 2014)

REDUCCIÓN DEL ESTRÉS DE TRANSPLANTE

Las plantas recién sacadas del vivero usualmente están expuestas a sufrir por estrés hídrico. Las cutículas finamente desarrolladas presentes en las hojas recién expandidas permiten una mayor transmisión de humedad desde el tejido epidérmico de la planta. En sitios expuestos la planta puede perder agua pasivamente debido al viento o el roce con partículas del suelo o hielo. Por otro lado, al momento del trasplante desde vivero, la plántula pierde parte sustancial de su sistema de raíces finas, las cuales le permiten captar agua con mayor facilidad.

El refugio protege a las especies de los factores climáticos y dentro de ellos la diferencia de presión del vapor de aire y la hoja es menor, disminuyendo la transpiración y pérdida pasiva del agua, y fomentando la condensación dentro de las paredes del refugio. Las gotas acumuladas por la transpiración e incluso la lluvia pueden volver al suelo y ser reabsorbidas por la planta.

Por último, las tensiones mecánicas provocadas por los factores climáticos pueden conducir al engrosamiento del tallo inferior y el desarrollo de un sistema de raíces estructurales mayor. El uso del protector evita el movimiento del viento y la planta puede destinar recursos al crecimiento en altura. (Potter, 1991)

MICROCLIMA DENTRO DEL REFUGIO

El microclima presente dentro de los refugios se caracteriza por las temperaturas más cálidas en comparación con el exterior, la falta de movimiento del aire, la mayor concentración de CO₂ y la reducción de la radiación solar. (Potter, 1991)

En climas fríos o templados, el aumento de las temperaturas internas favorece a la actividad fisiológica de la planta sin afectar el crecimiento y la supervivencia. Por otro lado favorece la asimilación de CO₂ contenido en mayores proporciones dentro del refugio.

La protección contra el movimiento del viento evita el cierre estomático de las plántulas, que daría como resultado una reducción de la fotosíntesis y el rendimiento general de la planta. Por último, la transmisividad lumínica ajustada contribuye a reducir los efectos negativos de la radiación solar como la elevación de las tasas de evaporación de agua por parte de las plantas y la menor disponibilidad de agua del suelo. (Valenzuela, Arellano, Burger, Oliet & Perez, 2018).

SUPERVIVENCIA

Desde la primera experimentación con refugios de árboles, se pudo comprobar las mejorías en las tasas de supervivencia de los árboles. Si bien se pensaba que la mortalidad sería mayor debido a las altas temperaturas creadas por los refugios, en la primera experimentación el total de los árboles protegidos sobrevivieron, mientras que el 25% de los que no estaban protegidos murieron en los primeros dos años incluso estando rodeados por cercas para ciervos y conejos. (Potter, 1991)

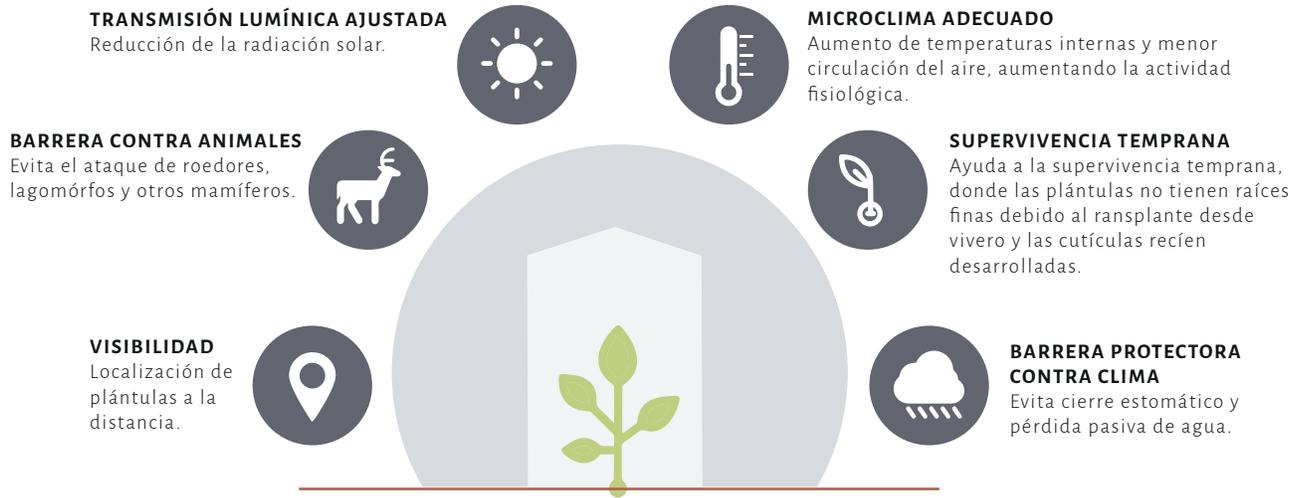
Un estudio realizado en 1993 en 11 especies comúnmente plantadas en Estados Unidos demostró que la supervivencia de los árboles protegidos fue aproximadamente del 85%, en comparación con el 50% de los árboles no protegidos. (Chappelka, Ponder, Tilt, West & Williams, 1999)

Es importante tener en cuenta que existen diferentes factores críticos de mortalidad según las zonas geográficas y el clima. Si bien hay lugares donde es clave la instalación de protectores para asegurar la supervivencia por razones climáticas, existen casos donde la aislación del daño animal es el factor más importante.

VISIBILIDAD

Como beneficio secundario, el protector otorga visibilidad importante a la hora de localizar los árboles jóvenes. La facilidad de ubicación evita la necesidad de plantar en líneas rectas o de forma regular y permite cortar las malezas sofocantes o aplicar herbicidas sin dañar al árbol protegido. (Potter, 1991)

PRINCIPALES BENEFICIOS PARA LA PLANTA



MINIMIZA EL SHOCK DE TRANSPLANTE Y POR LO TANTO AUMENTA LA SUPERVIVENCIA TEMPRANA Y EL RENDIMIENTO FÍSICO DE LAS PLÁNTULAS

DESARROLLO DEL PROTECTOR

Hoy existen diferentes tipos de protectores, a continuación se explicaran los principales modelos y cómo fueron evolucionando desde sus inicios

TUBO TULEY

El desarrollo de los refugios de árboles comenzó en Gran Bretaña en 1979, cuando Graham Tuley envolvió los clásicos protectores de malla en fundas de polietileno, para crear una "mini casa verde" alrededor de cada árbol. (Potter, 1991) El llamado Tubo Tuley fue evaluado por primera vez en 1978, luego de esto, alrededor de 1 millón de refugios fueron usados en Gran Bretaña en 1983 y 1984, y 10 millones se produjeron en 1991. Hoy su uso es mundial. (Chappelka et al., 1999)

Los primeros refugios producidos comercialmente fueron hechos con láminas planas de polipropileno, en formato circular o dobladas como tubos cuadrados (Potter, 1991). Hoy, no existe una gran diferencia en términos de materialidad y forma. El material más extendido sigue siendo el polipropileno, generalmente se construyen por el procedimiento de extorsión y se añade un estabilizador que inhibe la acción ultravioleta y así evita el daño prematuro por causa del sol. (Oliet et al., 2003).

TUBEX TREESHELTER

Comenzaron en Reino Unido, en 1970 como un extrusor de plástico especializado. En 1980 lanzaron sus primeros protectores al mercado, se caracterizan por una gran variedad de modelos y su presencia mundial. (www.tubex.com)

TREE PRO TUBES

Posteriormente, en 1987, surgen en Indiana los protectores Tree Pro Tubes, siendo los primeros de la industria en introducir ventilación y una parte superior enrollada para proteger a los árboles del borde afilado de los tubos. (www.treepro.com)

OTROS

Más adelante, surgen modelos como Protex Pro Grow Tubes y Blue-X Treeshelter, que consisten en láminas planas de plástico, las cuales se enrollan para formar un cilindro.

PROTECTUB

Como proyectos de investigación, se destaca la colaboración de la empresa petrolera REPSOL, junto a Juan Antonio Oliet, académico de la Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Madrid. A partir del año 2009, se llevo a cabo el proyecto I+D+I "Diseño, caracterización y selección de material plástico fotoselectivo en tubos protectores para repoblación con especies forestales, PROTECTUB". El resultado fue un protector tubular del material plástico EBA, que continua utilizándose en diversas investigaciones y testeos por parte del equipo investigativo (Oliet, Perez & Briones, 2017).



Tubex Treeshelter, Recuperado de: <https://www.forestry-suppliers.com/>



Protex Pro Tube, Recuperado de: <https://www.pinterest.co.uk/>



Pro tree shelter, Recuperado de: <http://rainbow.eu.com/>



Tubex 12D, Recuperado de: <http://www.kestrelforestry.ie/>



Eco Protect Plant 50, Recuperado de: <http://www.ecoprotectplant.com/>

Modelos Ecológicos

BIOTUBE

Es un refugio biodegradable creado por "BioCycle" en el año 2003 en el norte de Gales. Esta hecho de lino y resina de aceite de anacardo, y se descompone a partir de los 3 a 5 años. (www.britishhardwood.co.uk)

TUBEX 12D

La empresa Tubex, también posee un protector biodegradable, el cual se realiza a pedido. Esta hechos a partir de la combinación de biopolímeros (hechos a base de almidón) y polipropileno oxo-biodegradable, estos se desintegran en terreno a partir de los 3 a 5 años.

ECO PROTECT PLANT 50

Refugio biodegradable hecho completamente de "bambú rasgado" y trenzado, al final de su ciclo de vida se deja degradar en terreno. (www.ecoprotectplant.com)

Mercado Chileno

Hoy no existe una industria nacional que produzca protectores de árboles. En su mayoría son importados desde Perú. (J. Tapia, comunicación personal, 12 de septiembre de 2018)

1) Bioland: Bioland comercializa protectores de plantas de diferentes dimensiones, para uso agrícola y forestal hechos de "Kartoplast", polipropileno corrugado. Dentro de las especificaciones del producto se destaca que es 100% reciclable, reutilizable y resistente a la humedad. Son plegables, de diseño triangular con el objetivo de generar una mayor resistencia estructural y cuenta con tratamiento Anti-UV para aumentar la vida útil del protector y proteger a la planta contra la radiación térmica. (www.bioland.cl)

2) Comercial CMX: La empresa CMX comercializa protectores de árboles fabricados en polipropileno alveolar corrugado. Al igual que los de Bioland, son plegables de forma triangular, cuentan con tratamiento Anti-UV y poseen apoyo para mangueras de riego. (www.comercialcmx.cl)

3) Rentabins: Esta empresa dedicada a packaging comercializa protectores en diferentes tamaños. Son plegables de forma triangular, cuentan con tratamiento Anti-UV y según como se nombra en la página web, son 100% reciclables y reutilizables. (www.rentabins.cl)

4) Inpacta: Inpacta comercializa protectores del modelo "Vitypro", los cuales también son producidos en polipropileno de doble capa, plegables en formato triangular y dicen ser reutilizables. Se distinguen por su cierre "tipo ziploc" para asegurar la unión de la estructura. (www.in-pacta.cl)



Protectores caídos, Cerro Chena.
Registro personal.



5. DESEMPEÑO DE LOS PROTECTORES

| ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Estudio realizado por J.C. Arnold y S.M. Alston, el cual expone la evaluación detallada del Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment / LCA) de la fabricación, distribución, uso y degradación de los refugios de árboles de polipropileno, a partir de diferentes escenarios de uso tales como bosques con fines comerciales y no comerciales, uso de treeshelters o desprotección, uso de treeshelters de biopolímeros y degradación in situ o recolección al final del ciclo de vida. El estudio trabaja en base a los refugios Tubex Ltd. de South Wales, Reino Unido; y utiliza el software Simapro, la base de datos Ecoinvent y la metodología de evaluación ReCiPe. (Arnold & Alston, 2012)

“

A pesar de su valor económico, aún no se han evaluado los impactos ambientales generales de los refugios de árboles, especialmente con la práctica actual de permitir que los refugios se degraden in situ en lugar de exigir que se recolecten”. (Arnold & Alston, 2012, p.5)

PRODUCCIÓN, USO Y ELIMINACIÓN DE PROTECTORES TUBEX

Fuente: Arnold & Alston, 2012



RESULTADOS

COMPENSACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS

- Aunque la producción de refugios utiliza combustibles fósiles, esto se compensa por el gas natural ahorrado debido a la combustión de madera producida.

- En el escenario de la silvicultura comercial los refugios brindan un mayor beneficio en comparación a la desprotección debido a la reducción en la mortalidad de plantas y la mayor producción de biomasa destinada a combustión. Estos beneficios también compensan el impacto de la producción, distribución y disposición de los refugios.

- La recolección y eliminación de los refugios tiene impactos similares a la degradación in situ. Por otro lado el uso de refugios de árboles de biopolímeros tienen un beneficio adicional muy leve gracias a los impactos de eliminación ligeramente reducidos.

- Para escenarios semiáridos, el uso de refugios reduce significativa en el uso del agua, lo que disminuye significativamente los impactos en comparación con el caso desprotegido.

- La tasa de supervivencia de las especies es uno de los factores mas relevantes. Cuando la diferencia entre plántulas protegidas y no protegidas es pequeña, los beneficios ambientales de los refugios de árboles son poco probables, pero a medida que la diferencia aumenta, el beneficio del protector es mayor.

IMPACTOS NEGATIVOS

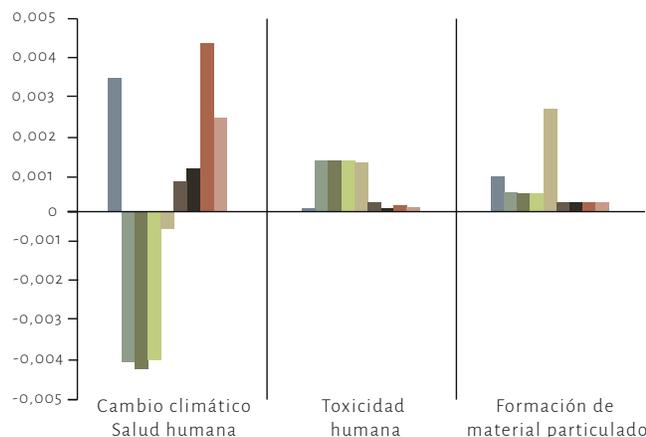
- En el caso de escenarios forestales de servicios, los refugios tienen un impacto ambiental neto ya que los impactos de la producción, distribución y eliminación de refugios arbolados son mayores que los impactos de las plántulas adicionales necesarias para el caso desprotegido. Para casos no comerciales, los impactos de fabricación son compensados solo en parte por los ahorros de la producción y siembra de plántulas.

- Existe poca diferencia entre la recolección de los protectores al final de su tiempo de uso versus la degradación in situ. La degradación in situ genera mayores emisiones de gases debido a la degradación de CO₂, y la recolección conduce al agotamiento de combustibles fósiles y otros impactos, debido a los viajes adicionales.

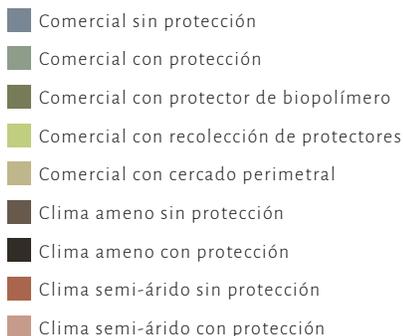
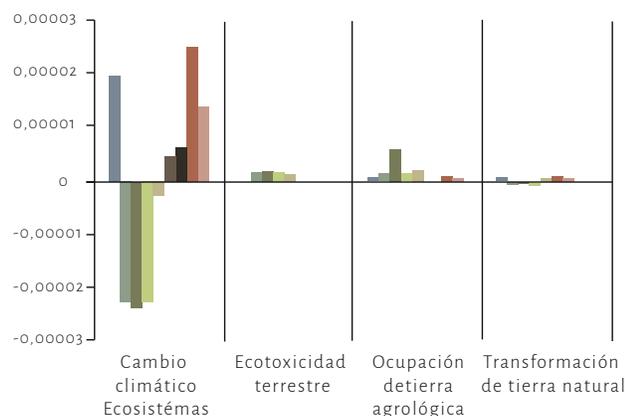
- Otro punto importante es que Arnold & Alston, 2012 plantean: "existe el peligro de que si la ley exige la recolección en el futuro, el uso de refugios en los árboles puede disminuir por razones económicas, lo que reduce el beneficio ambiental general". (p. 11).

IMPACTOS EN LA SALUD HUMANA (DALY'S)

Fuente: Arnold & Alston, 2012



IMPACTOS EN PÉRDIDA ECOSISTÉMICA (species/yr)



| ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DEL PROTECTOR

Con el objetivo de investigar el desempeño de los protectores en nuestro país se realizaron diferentes salidas a terreno y entrevistas. Se busco entender en detalle cómo funciona la relación del protector con el sujeto instalador, la relación con la fauna e incluso la desinstalación y reciclaje posterior. A modo de levantamiento de información se hizo lo siguiente:

*Entrevista personal a Alvaro Promis, Ingeniero Forestal, Director del Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile y Asociado de la Fundación Reforestemos.

*Entrevista personal a Jorge Tapia, Gerente de Operaciones de la Corporación Cultiva

*Visita en terreno de la Reserva Natural Altos del Cantillana.

*Visitas en terreno del proceso de reforestación del Cerro Chena: Visita 20 de mayo con el objetivo de observar la instalación y uso de los protectores. Visita 13 de junio, posterior a las lluvias y nevadas (9,10,11 de junio), con el objetivo de comprobar el estado de los protectores y su resistencia a las condiciones climáticas.

*Observación del proceso de reposición de protectores en el Cerro Chena por parte de la Organización Cultiva.

La información obtenida fue complementada con bibliografía referente al tema y luego de un estudio completo se identificaron las principales interacciones críticas.

Debilidad ante factores climáticos

Luego de las dos visitas seguidas al Cerro Chena se pudo comprobar la poca resistencia de los protectores frente a variables climáticas, especialmente viento y lluvia. Durante la segunda visita, se constató que muchos protectores no logran soportar factores climáticos extremos, dentro de las consecuencias podemos observar la apertura de los protectores y el quiebre del material, especialmente en la zona e los vértices. Además logran voltear las plantas, botar los sistemas de riego, e incluso se vuelan y acumulan en sectores más reparados.

Esto genera un nuevo riesgo de mortandad para la planta, ya que el refugio pasa de ser un agente protector a uno disruptor. Por otro lado, el hecho de que se quiebren y vuelen, provoca que en lugares de difícil acceso su acumulación sea difícil de remover. Es importante destacar que hasta que los protectores no sean reemplazados o vuelvan a su posición original, el proyecto de restauración se ve afectado indefinidamente.

Por último, se debe tener en cuenta que en este caso el sector de estudio se encuentra en la zona central de Chile. En la zona sur y patagónica, este problema se agrava debido a al aumento de las precipitaciones, nevazones y velocidad del viento.





Protectores forestales,
Fotografías de Registro personal.

Recolección versus degradación in situ

Hoy, el principal problema que tienen la utilización de protectores de polipropileno es la tendencia de dejarlos degradar in situ en lugar de recolectarlos al final del tiempo de uso. Promis (Comunicación personal, 29 de mayo de 2018), respondiendo al periodo de los protectores en terreno, señala: “Ese es otro problema, se dejan y después no se van a buscar. Porque eso no es utilizable nuevamente y en mucho de los casos, los bosques no están cerca de los caminos”. Así mismo, la “Evaluación detallada del ciclo de vida para la fabricación, el uso y la eliminación de los refugios de árboles de polipropileno.” (Arnold y Alston, 2012) también señala que es una tendencia recurrente, incluso plantea: “Existe el peligro de que si la ley exige la recolección en el futuro, el uso de refugios de arboles puede disminuir por razones económicas, lo que reduce el beneficio ambiental general”(p. 11).

Es importante tener en cuenta que factores como una mala instalación, reforestación en sectores de difícil acceso y variables climáticas pueden agravar este problema debido a una disminución de monitoreo, escasa reposición de los protectores y el hecho de que éstos se vuelen a lugares lejanos.

Durante la degradación del protector, parte del polipropileno se pierde como dióxido de carbono y agua. El resto se degrada en cetonas, ésteres, ácidos orgánicos y alcoholes, de tamaño cada vez más pequeño hasta perderse por evaporación. Al final, los restos se degradarán aún más por la acción de los rayos UV y las bacterias. Para el caso de los protectores de biopolímeros, un 50% se pierde como CO₂ y agua, y el resto se descompone en azúcares que “se supone que tienen un impacto ambiental.” (Arnold y Alston, 2012)

Entre los efectos medioambientales producidos por el uso y degradación de los protectores están: Ecotoxicidad terrestre, ocupación de tierras agrícolas para la producción de biopolímeros y agotamiento de combustibles fósiles y metales. En el caso de abandono, los protectores pueden contaminar visualmente el medioambiente, obstruir infraestructuras hidráulicas, permanecer en superficies acuáticas, ser ingeridos por la fauna y deteriorar el suelo debido a la proliferación de microfragmentos plásticos. Por otro lado, se aclara la diferencia entre la degradación in situ de los protectores y su recolección es mínima. La degradación in situ genera más emisiones de gases invernadero y la recolección conduce a un mayor agotamiento de combustibles fósiles y otros impactos debido al transporte. (Van Lerberghe, 2014; Arnold y Alston, 2012)

Eliminación de los refugios

Existe una contradicción entre el beneficio ambiental obtenido por el uso del protector y la contaminación que genera a nivel masivo. Durante la investigación de protectores en el mercado, la mayoría de ellos señala su capacidad de reutilización y reciclaje, aunque esto no funciona realmente así. El Análisis del Ciclo de Vida plantea que generalmente los refugios se eliminan en un 60% mediante incineración y en un 40% en vertedero, ya que al final de su uso están demasiado contaminados y degradados para ser reciclados. (Arnold y Alston, 2012) Respecto al mismo tema, Tapia (comunicación personal, 2018) señala: “El tema es que no son reciclables después del uso, por lo quemado que están. El plástico que está quemado ya no se puede reciclar.” Tapia además asegura que los protectores no son capaces de soportar integralmente el ciclo completo de uso, como aseguran los distribuidores, sino que luego del primer año ya están dañados por los efectos del sol.

Es importante tener en cuenta que cuando hablamos de eliminación de los protectores o degradación in situ, estamos hablando de grandes cantidades de plástico. Hoy se habla de reconstruir un bosque con al menos 3.000 árboles por hectárea (Promis, comunicación personal, 2018) y las medidas de un protector promedio son de 58 cm. x 81 cm., es decir, el total de plástico por hectárea equivaldría a una superficie de 1.409 m². Por ejemplo, en agosto del 2017 se retiraron oficialmente los 40 mil protectores instalados en el Parque Nacional Torres del Paine luego de los incendios del año 2011. Esta suma equivalió a 8 mil kilos de plástico, los cuales fueron trasladados a Puerto Natales y Punta Arenas. (Retiran los plásticos destinados a proteger árboles plantados en el Paine, 2017)

Estandarización del protector pero variación del tutor

Al hacer una recopilación e investigación de los diferentes protectores usados en Chile, los resultados demostraron que el tipo de protector no esta relacionada a las variables geográficas o climáticas como se pensaba en un comienzo, sino que depende directamente del organismo que realiza el trabajo de restauración. En general cada empresa u organización tiene un proveedor fijo, y cada proveedor comercializa un mismo modelo en diferentes medidas.

Esto trae como consecuencia, que los protectores funcionen de manera correcta en ciertos climas pero reaccionen mal frente a otros, en especial en la zona sur-patagónica del país. Para solucionar este problema, las empresas han buscado formas anclar el protector de forma más firme al suelo. Si bien en la zona central podemos ver el uso de un coligue como tutor, a medida que nos acercamos a la zona sur, aumenta la cantidad de tutores e incluso se reemplazan éstos por tubos de PVC reforzados con barras de hierro. Estas desiciones ayudan a proteger a la planta eficientemente pero generan una mayor contaminación al medio ambiente.

“

Para nosotros, si no es protector, es basura” (J. Tapia, comunicación personal, 12 de septiembre de 2018)



Protectores usados, Recuperado de: <http://www.agri-cycle.uk.com/>



Actividad de reparación, Recuperado de: <https://www.reforestemos.cl/>



Actividad de reparación, Recuperado de: <https://www.reforestemos.cl/>

Dificultad de instalación

Para lograr la protección eficiente de la planta, no solo basta la elección del protector indicado sino que es necesaria una correcta instalación. A partir de las visitas en terreno se concluyó que existen diferentes factores que entorpecen la instalación.

Por un lado, el tamaño de las planchas y la liviandad del material contribuye a que éste sea más difícil de manipular debido a que se vuela fácilmente y las caras planas ofrecen mayor resistencia al viento. Al mismo tiempo, su inestabilidad sobre el suelo genera que la instalación sea lenta y fácil de voltearse en el proceso.

En temas de armado, el protector cuenta con hendiduras que señalan donde plegar las láminas. Pero a causa de la doble capa de polipropileno, muchas veces se doblan solos o se pliegan en otros lugares; causando que el protector tenga una forma irregular y tienda a abrirse. El instalador debe realizar los pliegues de forma pausada y a veces descartar protectores por su deformación.

Por último, el protector cuenta con “pestañas” de 1,5 cm en la parte inferior, las cuales deben abrirse y ser enterradas. Pero una vez que se instala el tutor estas deben plegarse hacia arriba o abajo ya que hacen presión con el coligue y funcionan en un mismo espacio. Debido a esto y a su tamaño, las pestañas no son suficientes para afirmar el protector.

Cabe destacar, que en la mayoría de los casos, los terrenos no son planos. Las personas deben trabajar en pendiente, lo que dificulta la movilidad y estabilidad, y hace el trabajo más difícil. Por otro lado, en muchas campañas de reforestación, las personas encargadas de colocar los protectores son voluntarios inexperimentados.

¿Qué ocurre con los protectores biodegradables ya existentes?

Van Lerberghe (2014) explica que en los últimos años se han desarrollado diferentes protectores biodegradables, generalmente hechos de bioplásticos a base de almidón de maíz o papa, pero estos aun no han logrado satisfacer las necesidades del mercado. Ciertos modelos comienzan a degradarse a una altura entre 10 y 15 cm por el contacto directo con otras herbáceas, mientras que otros más altos pierden su rigidez mecánica desgarrándose en los pliegues y descomponiéndose en partes.

Señala: “La vida útil de los protectores biodegradables disponibles actualmente no es suficiente para garantizar su adecuación para uso forestal, ya que no superan los dos años. Además, debido a que no se pueden almacenar durante mucho tiempo, estos productos solo están disponibles por encargo”. (p. 28)



Protectores forestales, Fotografías de Registro personal.

| REFLEXIÓN

¿Qué significa una buena restauración ecológica?

La creciente tendencia reforestadora ha forzado a diversos autores a considerar lo que implica una buena Restauración Ecológica. Por otro lado, éste proyecto requiere una visión ampliada de la restauración con el objetivo de garantizar una buena respuesta, para esto se revisaron diferentes autores. Dentro de los puntos de vista, Wortley, Hero y Howes (2013) plantean que la incertidumbre de cuan efectivos son los programas de restauración se debe a la juventud relativa de esta disciplina, además la falta de monitoreo de calidad y los objetivos mal definidos inhiben la comprensión de los resultados. Por otro lado, señala que concentrarse únicamente en los resultados ecológicos es insuficiente para la evaluación de los proyectos, es necesario una investigación de los impactos sociales y económicos, como de los efectos sobre el bienestar y desarrollo de la comunidad.

Zuleta, Rovere y Mollard (2017) se suman a lo anterior, añadiendo que la tecnología y la restauración ecológica deben ser valoradas desde una perspectiva holista, incorporando conocimientos de múltiples campos, incluyendo la fisiología vegetal, biología de las poblaciones, ecología del paisaje, entre muchas otras. Además señalan que existe una necesidad de definir criterios de éxito que vayan más allá de la supervivencia de una plantación o la recuperación de la cubierta vegetal, considerando el conjunto de la comunidad ecológica e incorporando criterios socioeconómicos.

También así, LucreÑiu, Mazare, Gaica y Merce (2011) sostienen que la restauración es un tema tanto ético como técnico, y que los “entrenados científicamente” han ignorado este primer punto. Recalca que una buena restauración requiere una visión expandida que incluya aspectos históricos, sociales, culturales, políticos, estéticos y morales. “Esta definición ampliada es necesaria a nivel práctico para guiar a los profesionales en la búsqueda de la excelencia y en un nivel conceptual para evitar que la restauración se inunde por actividades tecnológicas y proyectos que se alejan de la fidelidad ecológica.”(p. 286)

Por último, Mitsch (2012) expone que los problemas característicos de las prácticas tecnológicas son la atención al producto a expensas del proceso y la separación de acciones de sus consecuencias. Además señala que una consecuencia directa de la ingeniería ecológica es la contraproducción para eliminar o alterar los ecosistemas naturales.

| CONCLUSIONES

A partir de la investigación realizada, es factible señalar que el protector de árbol es una herramienta tecnológica que logra cumplir su función al aumentar los porcentajes de prendimiento, evitar el daño animal y posibilitar la reforestación en sectores donde muchas veces no es posible. Aun así, esta solución no esta exenta de consecuencias negativas dentro de nuestro país, en especial, cuando se tiene en cuenta que es un producto de uso masivo.

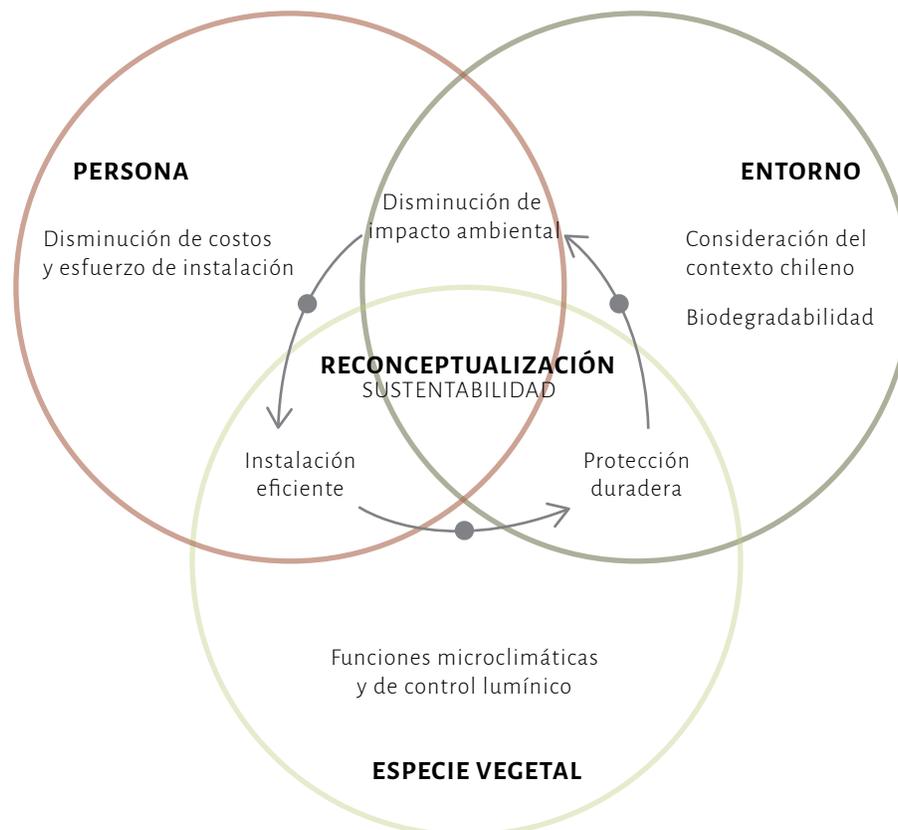
Como se menciono anteriormente, el éxito de un proyecto de restauración debe comprenderse desde una perspectiva holista. Y es en este punto, donde se encuentra la raíz del problema; hasta ahora la ingeniería forestal se ha hecho cargo de compensar las pérdidas vegetales centrándose únicamente en la planta, pero ignorando dos agentes importantes: *la persona como medio de instalación y el medioambiente como soporte del protector*. Una vez que estos dos elementos son incluidos, se puede analizar el mapa de problemas completo.

En primer lugar, es necesaria la incorporación de la persona (instalador) como factor relevante para el éxito de la restauración, tomando en cuenta las necesidades, limitaciones y obstáculos a los que se enfrenta para lograr una correcta instalación y posterior desempeño del producto.

Por otro lado, es fundamental el estudio del contexto chileno, incluyendo variables climáticas, geográficas, geomórficas y la fauna. Considerando además la flora, con el objetivo de cumplir con sus necesidades climáticas y lumínicas.

Por último, se debe tener en cuenta la incorporación de materialidad sustentable que resista el periodo completo de restauración, los factores externos, y que a la vez disminuya la contaminación ambiental generada por los más de 2000 protectores instalados por hectárea.

El disminuir los esfuerzos de instalación, incorporar las necesidades de las especies vegetales y considerar el contexto chileno y la biodegradabilidad del material al final de su tiempo de uso, se traducen en una instalación más eficiente la cual puede resistir de mejor manera a las variables externas, protegiendo a la planta de manera efectiva y duradera, y reduciendo finalmente el impacto ambiental que generan las fallas del protector.





Reforestación voluntaria en Cerro Renca
Registro personal.



6. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

| OPORTUNIDAD DE DISEÑO

(1)

Dado que no existe una industria nacional que se dedique al diseño y producción de protectores forestales, y que estos están teniendo problemas al ser instalados en terreno; surge como oportunidad el desarrollo de un protector pensado para el contexto chileno. De este modo, se generaría una solución que logre desempeñarse correctamente ante las condiciones climáticas, geográficas de flora y fauna, además de fortalecer la industria local y disminuir los costos ambientales y monetarios que conlleva la producción y transporte desde el extranjero.

(2)

Debido a la concepción de los protectores actuales desde la disciplina dominante, la ingeniería forestal, existe la oportunidad de diseñar un protector forestal desde la interdisciplinar que garantice un beneficio completo de este producto. Además el incipiente desarrollo de protectores biodegradables supone una oportunidad tanto medioambiental como comercial.

| FORMULACIÓN

QUÉ

Protección individual biodegradable para árboles, destinado al ámbito de la reforestación de bosques nativos en Chile, el cual busca ampliar el espectro de diseño a los distintos actores que se asocian a la vida útil de éste: Persona, Especie Vegetal y Medioambiente.

POR QUÉ

Hasta el momento, la ingeniería ecológica ha velado exclusivamente por la disminución de los esfuerzos y costos de la restauración ecológica, certificando el éxito de los proyectos desde el campo de la fisiología vegetal, y dejando en un segundo plano la interacción de los objetos con el entorno y con el medio de instalación (persona). Debido a lo anterior, los protectores se han transformado en objetos estandarizados, de instalación deficiente, con poca resistencia a las variables climáticas adversas y altamente contaminantes para el medioambiente.

PARA QUÉ

Generar una respuesta desde la interdisciplina que incorpore el contexto de uso del protector, con el objetivo de disminuir el impacto ecológico de éste y lograr una protección eficiente de las especies vegetales; a través de una correcta instalación y resistencia duradera en los distintos suelos bioclimáticos del país.

OBJETIVO GENERAL

Proponer una alternativa realista a los protectores forestales actuales, disminuyendo el impacto ambiental que éstos generan y mejorando su desempeño en terreno.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Reducir la contaminación ambiental generada por la producción, uso y degradación material de los protectores de polipropileno actual.
2. Mejorar la resistencia y durabilidad de la protección, a través del estudio de las variables climáticas, geográficas y daños provocados por la fauna en el contexto nacional.
3. Disminuir las dificultades de instalación en terreno, incorporando a la persona (instalador) como factor relevante para el éxito de la restauración.
4. Mantenimiento de las funciones microclimáticas y lumínicas de los protectores actuales.
5. Generar un producto asequible, capaz de competir comercialmente con los protectores existentes actualmente en el mercado.

| CONTEXTO

El proyecto se inserta en el contexto de la restauración ecológica, específicamente en el del bosque nativo en Chile.

Como se mencionó en el marco teórico, existen diferentes factores que han influido en la progresiva degradación de las superficies boscosas del planeta provocando una preocupación generalizada por recuperar estos ecosistemas. Hoy, los bosques ocupan un espacio prioritario en los diferentes planes para el manejo de los recursos naturales y las estrategias contra el cambio climático, generando como consecuencia un aumento en las actividades de conservación y restauración. En este contexto podemos distinguir dos razones principales que impulsan las actividades de recuperación ecológica:

COMPROMISOS DE COMPENSACIÓN

Forestación que deben realizar las empresas por la tala de bosque nativo, debido a la construcción de obras civiles de interés productivo particular o nacional. (Compensación por medio de forestación: Desafíos de un proceso necesario, 2017) Según el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, los Planes de Compensación, deben considerar la reforestación de al menos la superficie afectada, incluyendo la sustitución de los recursos naturales presentes en el medioambiente afectado, por otros similares en características, clase, naturaleza y calidad. (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2001)

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN

Forestación con la finalidad de restaurar uno o más de los componentes del medioambiente a una calidad similar a la anterior a su degradación. (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2001). Tal como se expuso anteriormente, en Chile existen alrededor de 1,5 millones de hectáreas sometidas a diversos grados de deterioro las cuales deben recuperarse a futuro. (Consejo de Política Forestal, 2016)

La explicación en detalle del contexto se irá desarrollando junto al análisis de los usuarios.

| METODOLOGÍA / FOCOS

Se fijaron los focos del trabajo, aquellos elementos de análisis esencial a los que va dirigido el proyecto, definiendo las variables a estudiar de cada uno, con el objetivo de organizar los requerimientos de diseño y entregar una solución integral al problema. Posterior a esto, comienza la etapa de prototipado, en la que se prioriza la búsqueda material; finalizando con los testeos correspondientes a la naturaleza del proyecto.



| SEMINARIO | TÍTULO | | |
|---|---|--|--|
| INVESTIGACIÓN DESEMPEÑO DE LOS PROTECTORES | INVESTIGACIÓN DE CADA USUARIO | INVESTIGACIÓN MATERIAL | DESARROLLO DEL PROYECTO |
| <ul style="list-style-type: none"> * Visitas a terreno * Chequeos protectores * Observación proceso de instalación * Entrevista Alvaro Promis * Entrevista Jorge Tapia | <ul style="list-style-type: none"> * Participación en voluntariados de reforestación: Renca y Pelequén * Observación proceso de instalación * Investigación fisiología vegetal * Creación de perfil de bosques chilenos | <ul style="list-style-type: none"> * Testeo combinaciones materiales * Testeos desempeño, resistencia y durabilidad de material escogido | <ul style="list-style-type: none"> * Prototipado * Testeo condiciones microclimáticas * Testeo usabilidad * Certificación de duración y biodegradabilidad * Trabajo junto a Fundación Cultiva e Ingenieros Forestales |



Reforestación voluntaria en Pelequén.
Registro personal.

A person wearing a blue vest with the text "CULTIVAR VOLUNTARIOS" on the back is standing in a field of white daisies. The person is holding a clear plastic bag and appears to be working with the plants. The field is filled with many small white flowers with yellow centers, and several green plastic plant protectors are visible around the plants. The background shows some trees and a wooden structure.

7. INVESTIGACIÓN DE USUARIOS

| DEFINICIÓN DE USUARIOS

A partir de lo ya mencionado, el proyecto busca ampliar el espectro de diseño a los distintos actores que se asocian ciclo de vida del protector, estableciendo tres usuarios: Especie Vegetal, Persona y Medioambiente.

Se reconoce la primacía de la Especie Vegetal o Planta como usuario principal ya que el objetivo del protector es el crecimiento y supervivencia de ésta. Aún así se establece al Medioambiente como usuario secundario debido al contacto directo con el protector y su función de soporte de éste. Por último, se considera a la Persona como usuario complementario ya que de él depende la correcta instalación.

USUARIO PRINCIPAL/ ESPECIES VEGETALES: Árboles nativos provenientes de vivero.

USUARIO SECUNDARIO/ MEDIOAMBIENTE: Ecosistemas boscosos a restaurar y sus alrededores.

USUARIO COMPLEMENTARIO/ PERSONA: Instalador voluntario o profesional, encargado de plantar las especies en terreno.

CLIENTE: En este caso, el cliente no corresponde a ninguno de los usuarios anteriores. Se establece como cliente a toda Empresa u organización que busque compensar o restaurar bosque nativo.

Tanto los usuarios como el cliente serán definidos en detalle a continuación.

| USUARIO / ESPECIE VEGETAL



RECOLECCIÓN DE SEMILLAS

Dependiendo de la especie, las semillas son sacadas tanto del suelo como del árbol mismo.



TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS

Las semillas son sometidas a diversos tratamientos los cuales entregan las condiciones adecuadas para la germinación, como el remojo en agua, en hormonas, abertura de la cubierta externa, etc.



GERMINACIÓN

La germinación implica el desarrollo de las estructuras primarias del embrión, indicando su capacidad para producir una planta normal.



CULTIVO

Las plantas son colocadas en contenedores donde son cultivadas en sustrato artificial y condiciones ambientales controladas. Muchas veces son removidas de los almácigos y replantadas para continuar su crecimiento.



COSECHA

La cosecha se realiza en la etapa inmediatamente previa a la plantación. Se seleccionan aquellas plantas aptas y muchas veces son reubicadas de sus contenedores y se les aplica gel humectante.



TRANSPORTE

El plazo entre salida del vivero y recepción en terreno no debe exceder las 24 horas. Durante el transporte las plantas no pueden quedar expuestas al sol, viento o heladas.



PLANTACIÓN

Se recomienda que el tiempo entre transporte y plantación no exceda un día. Si la plantación se realiza en altura o climas muy fríos, se necesita un período de adaptación de algunas semanas en algún vivero o sector cercano a la plantación.

El usuario principal del proyecto son todas aquellas especies nativas que serán plantadas con el objetivo de reforestar un terreno. Son plántulas producidas en vivero, en donde son acondicionadas a factores controlados de temperatura, riego y fertilización, hasta que cumplen con las condiciones de sobrevivir en terreno, aproximadamente un año después. (¿Por qué Forestar?. s.f)

Producción de Plántulas

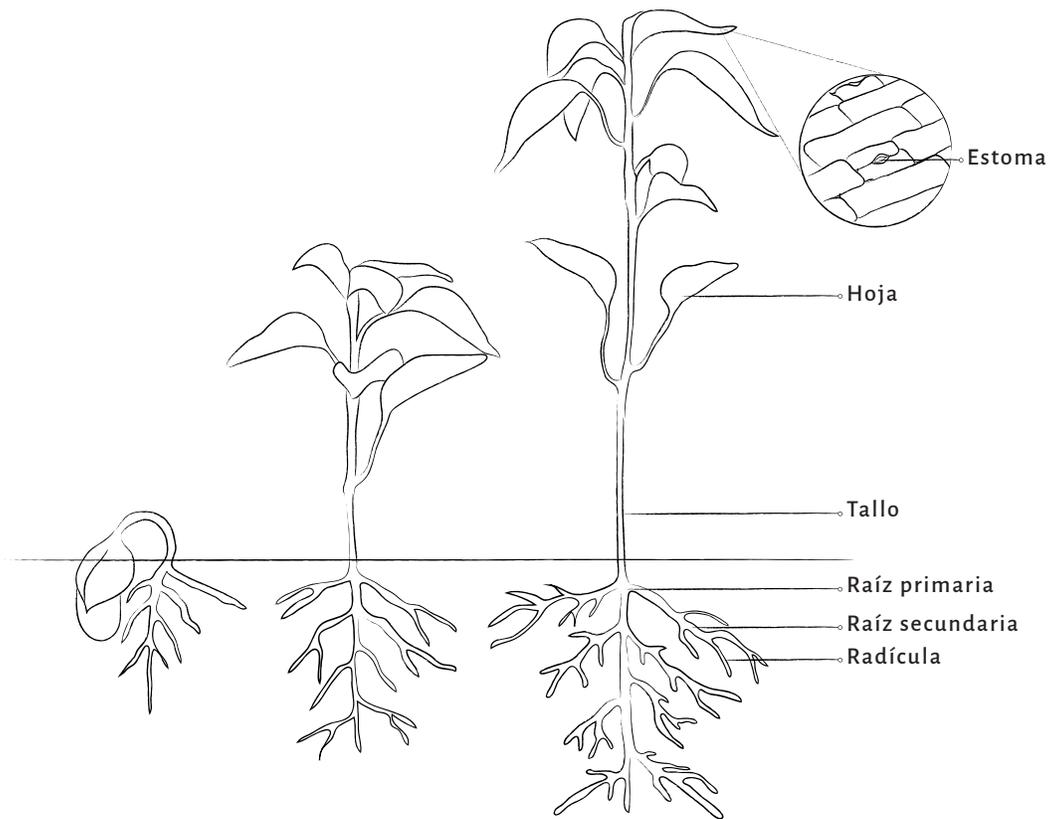
En Chile existen 209 viveros dedicados a la reproducción de especies vegetales. Para tener una referencia, en el año 2008 se produjeron aproximadamente 223 millones de plantas, de las cuales solo el 1,5% (3,5 millones) correspondía a especies nativas. La reproducción incluye un total de 21 especies nativas, siendo el Raulí, Roble y Quillay los más frecuentes.

La mayoría de las especies son producidas a través del método de "producción a raíz cubierta". El proceso necesario para la producción hasta la plantación es el siguiente: (Marchant, García, González, Chung & Soto, 2009)

| FISIOLÓGÍA VEGETAL

¿QUÉ ES?

La fisiología vegetal es el estudio de los procesos físicos y químicos que ocurren en la planta. Se considera que gran parte de estos procesos están influenciados por los factores ambientales a los cuales está sujeta la planta. Debido a esto es de suma importancia la investigación del efecto de la luz, la temperatura, la humedad del suelo en procesos como la fotosíntesis, la respiración y la transpiración de la especie. (Meyer, Anderson & Bohning, 1966)



ESTABLECIMIENTO Y MORTALIDAD DE LAS PLÁNTULAS

El crecimiento inicia en la germinación y termina con la muerte del individuo. En el sentido longitudinal, el árbol experimenta un crecimiento primario que se manifiesta en el alargamiento de las raíces en dirección al interior de la tierra y en el crecimiento en altura del fuste y las ramas. Por otro lado, existe un crecimiento secundario, donde tallo y raíces crecen en diámetro.

En esta etapa, la mortalidad es muy alta y las que logran sobrevivir entran en un periodo de crecimiento vigoroso siendo consideradas plantas establecidas. Este periodo varía según cada especie pero puede durar entre 1 a 3 o más años, siendo uno de los periodos más críticos de la planta.

1) Etapa suculenta (4 semanas): Acá los tejidos son débiles y delicados, y extremadamente susceptibles a diferentes daños. Entre las posibles causas de muerte están parásitos, calor, desecación, etc.

2) Etapa juvenil: En esta etapa, el desarrollo y supervivencia dependen del tipo de especie. Factores como luz, altitud, heladas y especialmente el daño causado por el pastoreo, ramoneo o pisoteo de especies animales son los efectos de deterioro y mortalidad más serios de esta etapa. (Donoso, 2015)

EFFECTOS DE LOS FACTORES MEDIOAMBIENTALES EN LA FISIOLÓGÍA VEGETAL

Fuente: Meyer, Anderson & Bohning, 1966

| | FOTOSÍNTESIS | PÉRDIDA DE AGUA | VELOCIDAD DE CRECIMIENTO |
|---|--|--|---|
| LUZ | Al aumentar la intensidad aumenta la fotosíntesis de manera proporcional. Intensidades muy altas inhiben la fotosíntesis, aumentan la transpiración y reducen el contenido hídrico de las células foliares. Intensidades muy bajas provocan el cierre estomático y por ende pueden restringir la fotosíntesis. | El principal efecto de la radiación se refleja en la apertura y cierre de los estomas. Cuando no hay luz se cierran los estomas y se detiene la transpiración, por el contrario, un aumento de la radiación produce la apertura de los estomas y la pérdida de agua. | Intensidades altas pueden producir fuerte transpiración lo que deriva en deficiencias hídricas internas y un retardo en el crecimiento celular. |
| CONCENTRACIÓN DE ANHÍDRIDO CARBÓNICO | Un aumento de la concentración de dióxido de carbono concuerda con un aumento de fotosíntesis. Es importante tener en cuenta que la luz puede resultar un factor limitante si la intensidad es muy alta. En un invernadero la concentración de dióxido de carbono puede disminuir en un día luminoso. | | |
| TEMPERATURA | La actividad de la fotosíntesis aumenta cuando se eleva la temperatura. Un posterior aumento de la temperatura da como resultado una declinación de la actividad fotosintética a causa de los efectos traumáticos de la temperatura sobre el protoplasma. | Un aumento en la temperatura significa un aumento de la velocidad de la transpiración. Además la temperatura afecta en la velocidad en que la planta difunde el vapor de agua de la hoja a través de los estomas, mientras mayor la temperatura, mayor es la difusión. | Frío: muchos tejidos vegetales mueren o son lesionados cuando quedan expuestos a temperaturas suficientemente bajas como para provocar formación de hielo en su interior. Calor: aumentos excesivos producen alteraciones metabólicas que llevan a la muerte del protoplasma. (termino letal: 50°-60°) |
| AGUA | La deficiencia de agua rara vez es un factor limitante de la fotosíntesis, pero si la planta es privada de agua se acaba la actividad fotosintética debido a la marchitez de las hojas. | | Cualquier factor externo que afecte la intensidad de la transpiración o la absorción del agua afectara por consiguiente el crecimiento de la planta. |
| CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO | Los órganos fotosintéticos raramente quedan expuestos a concentraciones de oxígeno menores a la concentración presente en la atmósfera. El aumento de la concentración de oxígeno se traducirá en una disminución de la actividad fotosintética. | Cuando la presión de vapor es mayor, mas lenta es la transpiración. | Cualquier factor externo que afecte la intensidad de la transpiración o la absorción del agua afectara por consiguiente el crecimiento de la planta. |
| VIENTO | | Un aumento en la velocidad del viento significa un aumento de transpiración. Si las hojas reciben el viento, este dispersara toda posible acumulación de moléculas de agua. Cualquier agitación de las ramas y brotes aumenta la transpiración. | |

ESPECIES NATIVAS Y CRECIMIENTO

Fuente: Donoso, 2015 / García y Ormazabal, 2008

| Flora | Nombre científico | Altura (m/año) | Diametro (cm/año) | Volumen (m3/ha/año) |
|--------------------------|---------------------------------|----------------|-------------------|---------------------|
| Algarrobo | <i>Prosopis Chilensis</i> | | | |
| Boldo | <i>Peumus boldus</i> | | | |
| Bollén | <i>Kageneckia oblonga</i> | | | |
| Belloto del Norte | <i>Beilschmiedia miersii</i> | | | |
| Corontillo | <i>Escallonia pulverulenta</i> | | | |
| Espino | <i>Acacia caven*</i> | - | 0,7 cm. | - |
| Frangel | <i>Kageneckia angustifolia</i> | | | |
| Litre | <i>Lithrea caustica*</i> | - | 0,44 | - |
| Maiten | <i>Maytenus boaria</i> | | | |
| Molle | <i>Schinus molle</i> | | | |
| Naranjillo | <i>Citronella mucronata</i> | | | |
| Palma Chilena | <i>Jubaea chilensis</i> | | | |
| Petrillo | <i>Myrceugenia correfolia</i> | | | |
| Peumo | <i>Cryptocarya alba*</i> | - | 0,38 | - |
| Quillay | <i>Quillaja saponaria*</i> | - | 0,49 | - |
| Tayú del Norte | <i>Dasyphyllum excelsum</i> | | | |
| Belloto del Sur | <i>Beilschmiedia berteroa</i> | | | |
| Ciprés de la Cordillera | <i>Austrocedrus chilensis*</i> | - | 0,25 a 1,150 | - |
| Coigüe | <i>Nothofagus dombeyi*</i> | 0,44 - 0,68 | 0,01 - 2,0 | 6,8 - 25 |
| Hualo | <i>Nothofagus glauca*</i> | 0,37 | 0,43 | 17,27 |
| Laurel | <i>Laurelia sempervirens*</i> | 0,35-0,52 | 0,8-0,9 | - |
| Lingue | <i>Persea lingue*</i> | - | 0,6 - 0,7 | - |
| Luma del Norte | <i>Legrandia concinna</i> | | | |
| Lleuque | <i>Prumnopitys andina</i> | | | |
| Mañío de hojas largas | <i>Podocarpus salignus</i> | | | |
| Piñol | <i>Lomatia dentata</i> | | | |
| Pitao | <i>Pitavia punctata</i> | | | |
| Queule | <i>Comortega keule</i> | | | |
| Radal | <i>Lomatia hirsuta*</i> | 0,30- 0,40 | | |
| Raulí | <i>Nothofagus alpina*</i> | 0,16- 0,85 | 0,01 - 1,05 | 5- 15 |
| Roble | <i>Nothofagus obliqua*</i> | 0,55- 0,83 | 0,75 - 0,94 | 11,14 - 11,9 |
| Roble de Santiago | <i>Nothofagus macrocarpa</i> | | | |
| Ruil | <i>Nothofagus alessandrii*</i> | - | 0,4 | 14,4 |
| Araucaria | <i>Araucaria araucana*</i> | 0,82 | 0,271 | 5-6 |
| Arrayán | <i>Luma apiculata</i> | | | |
| Avellano* | <i>Cevuina avellana</i> | 0,47 | 0,4 | - |
| Canelo * | <i>Drimys winteri</i> | 0,45 | 0,4 - 1,0 | 4,39 - 10,03 |
| Chaquihue | <i>Crinodendron hookerianum</i> | | | |
| Fuinque | <i>Lomatia ferruginea</i> | | | |
| Luma | <i>Luma</i> | | | |
| Mañío de hojas cortas* | <i>Saxegothaea conspicua</i> | - | 0,23 | - |
| Meli | <i>Amomyrtus meli</i> | | | |
| Olivillo | <i>Aextoxicon punctatum</i> | | | |
| Palo Santo | <i>Bursera graveolens</i> | | | |
| Pillo Pillo | <i>Ovidia pillopillo</i> | | | |
| Pitrapitra | <i>Myrceugenia exsucca</i> | | | |
| Sauco del Diablo | <i>Pseudopanax laetevirens</i> | | | |
| Tepa* | <i>Laurelia philippiana</i> | - | 0,04 - 0,5 | - |
| Tiaca | <i>Caldcluvia paniculata</i> | | | |
| Tineo | <i>Weinmannia trichosperma</i> | | | |
| Ulmo* | <i>Ulmo</i> | 0,2 - 0,5 | - | 4,5 - 9,4 |
| Lenga* | <i>Nothofagus pumilio</i> | - | 0,11 - 0,714 | 2,5 - 10,98 |
| Notro | <i>Embothrium coccineum</i> | | | |
| Ñirre | <i>Nothofagus antarctica</i> | | | |
| Alerce* | <i>Eucryphia cupressoides</i> | 0,0295 | 0,074- 2,26 | 2,08 |
| Ciprés de las Guaitecas* | <i>Pilgerodendron uviferum</i> | - | 0,07 - 0,12 | <1 |
| Coigüe de Chiloé* | <i>Nothofagus nitida</i> | - | 0,57 | - |
| Coigüe de Magallanes* | <i>Nothofagus betuloides</i> | - | 0,1 - 0,5 | 6,3 - 9,5 |
| Leña Dura | <i>Maytenus magellanica</i> | | | |
| Mañío de hojas punzantes | <i>Podocarpus nubigenus</i> | | | |
| Tepú | <i>Tepualia stipularis</i> | | | |

| USUARIO / MEDIOAMBIENTE

Como usuario secundario, se definen la totalidad de bosques nativos presentes en el territorio chileno. Como se nombró anteriormente, actualmente los bosques nativos se dividen en 11 tipos, según la clasificación realizada por Claudio Donoso en 1981, tomando en cuenta factores como distribución espacial, suelo, latitud, altitud, etc. (Dietmar & Quiroz, 2001). De norte a sur estos son (Donoso, 2015):

Tipo forestal Esclerófilo

Agrupa distintas comunidades forestales propias de la región mediterránea de Chile. Dominan especies esclerófilas o de hojas duras, que pueden ser clasificados como especies arbustivas.

Tipo Forestal Roble- Hualo

Caracterizado por la presencia de las especies *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus glauca*.

Tipo Forestal Ciprés de la Cordillera

Dominado por la especie *Austrocedrus chilensis*, una especie de conífera de los bosques templados de Sudamérica. Además es el bosque nativo con menor presencia en el territorio chileno.

Tipo Forestal Roble- Raulí- Coigüe

Se caracteriza por la presencia de estas tres especies de *Nothofagus* en diferentes proporciones y mezcla dependiendo principalmente de la latitud.

Tipo Forestal Lenga

Caracterizado por una amplia extensión geográfica y por la formación de comunidades de la especie *Nothofagus pumilio*. Dentro d los bosques nativos, es el de mayor ocupación territorial.

Tipo Forestal Araucaria

Se distingue por la presencia de la especie *Araucaria Araucana* y corresponden a bosques endémicos del sur de Chile y Argentina.

Tipo Forestal Coigüe- Raulí- Tapa

En éste, existe una presencia constante y uniforme de estas tres especies a lo largo de toda su distribución

Tipo Forestal Siempreverde

Caracterizado por la constitución de especies siempreverdes y un clima de altas precipitaciones y gran humedad. Posee una gran extensión, siendo el segundo bosque nativo más grande.

Tipo Forestal Alerce

Cuenta con una gran población de *Fitzroy cupressoides*. Debido a la explotación de esta especie, estos bosques se han protegido y declarado monumentos naturales de Chile.

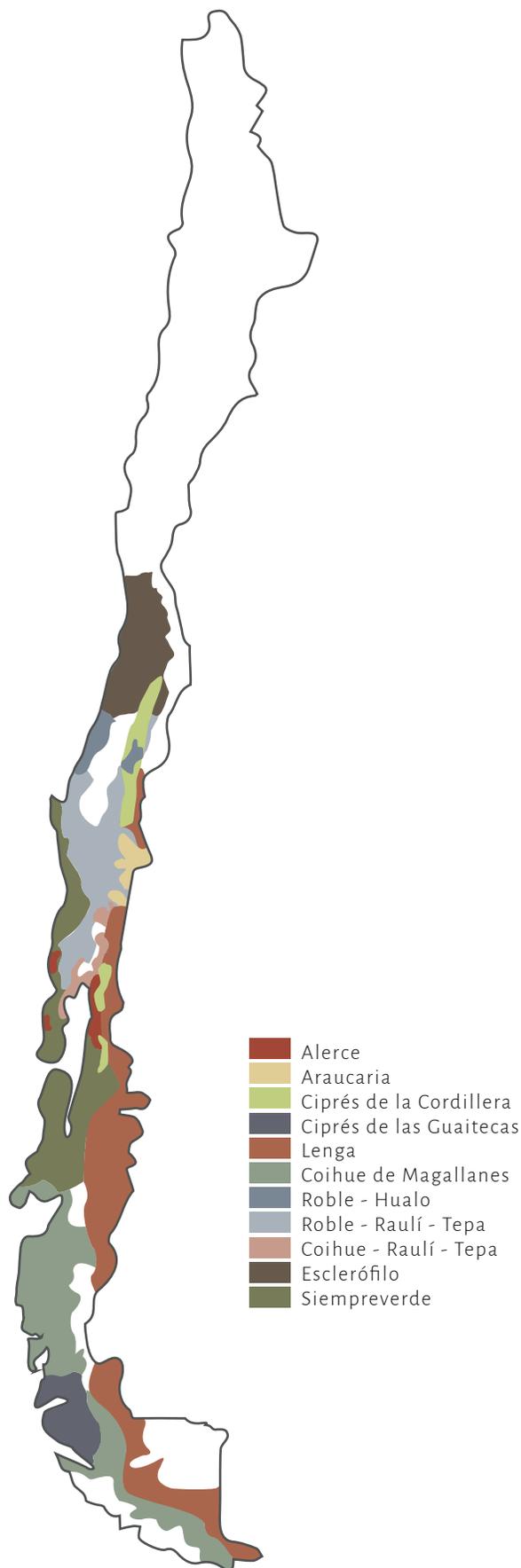
Tipo Forestal Ciprés de las Guaitecas

Es reconocido por la presencia de la especie de conífera endémica, *Pilgerodendron uviferum*.

Tipo forestal Coigüe de Magallanes

Es dominado por la presencia de la especie *Nothofagus betuloides*.

A continuación, se presenta el análisis de cada tipo forestal, incluyendo su ubicación geográfica, superficie, características climáticas, geomórficas y la fauna presente en ellos. La recopilación de estos datos es de suma importancia para tener en consideración los factores a los que se verá enfrentado el proyecto.



ESPECIES NATIVAS Y CRECIMIENTO

Fuente: Donoso, 2015 / Celis, J., Ippi, S., Charrier, A. & Garín, C., 2011

| BOSQUE | SUPERFICIE | UBICACIÓN | GEOMORFÍA |
|---------------------------------------|---------------|--|--|
| TIPO FORESTAL ESCLERÓFILO | 1.355.171 ha. | Sus límites geográficos son: 30°50' latitud sur (sur del Río Limarí) a 36°30' latitud sur (Río Itata), por la Cordillera de la Costa; 30°50' latitud sur (Río Malleco) por la Depresión Central; 32° (altura de los Vilos) a 37°50' latitud sur (altura de Collipulli), por la Cordillera de los Andes. | Gran parte es montañosa y se encuentra sobre los 600 m de altitud. Existe una geomorfía abrupta, influenciada por el clima, lo que se evidencia en el efecto de la erosión y depositación por el escurrimiento y vegetación abierta. |
| TIPO FORESTAL ROBLE - HUALO | 220.455 ha. | Sus límites geográficos son: al sur por la ribera norte de los ríos Ñuble por el sector andino, e Itata por el sector costero. Al norte se define por los cerros El Roble y La Campana, entre Santiago y Valparaíso por la Cordillera de la Costa y en los 34°50' latitud sur de la Cordillera andina de Colchagua. | Este tipo forestal crece sobre ambas cordilleras y se encuentra desde los 300 a los 2.000 msnm. |
| TIPO FORESTAL CIPRÉS DE LA CORDILLERA | 56.460 ha. | Sus límites geográficos son: al norte en los 32°39' latitud sur en la Cordillera de los Andes y continúa hasta los 38° latitud sur. | La existencia de estos bosques se caracteriza por estar entre los 900 y 1.800 msnm. en la zona norte y entre los 400 y 800 msnm. en la zona sur de la Cordillera de los Andes. Estos bosques reaparecen en las áreas de Futaleufú-Palena a una altura inferior a los 400 msnm. |
| TIPO FORESTAL ROBLE - RAULÍ - COIGÜE | 1.528.027 ha. | Sus límites geográficos son: el paralelo 36°30' y el 40°30' latitud sur, en ambas cordilleras. | Estos bosques se ubican tanto en la Cordillera de la Costa, Llano Central y Cordillera de los Andes. La altitud va desde 400 a 1.000 msnm. |
| TIPO FORESTAL LENGUA | 3.642.696 ha. | Sus límites geográficos son: desde los 35° a 56° sur, aproximadamente desde la región del Maule a Magallanes. Crece en la Cordillera de los Andes y Cordillera de la Costa. | Estos bosques se encuentran principalmente en zonas cordilleranas y la altitud va de los 2.000 msnm. a la altura de Chillán y disminuye a los 0 msnm. en la zona de Tierra del Fuego. |
| TIPO FORESTAL ARAUCARIA | 253.738 ha. | Sus límites geográficos son: ubicación en la Cordillera de los Andes, empezando en el norte en los 32°37' latitud sur, cerca de la Laguna Laja y el Volcán Antuco; y hasta el valle de Liñique, al sur del volcán Quetrapillán a los 39°40' latitud sur. En la Cordillera de la Costa se encuentran exclusivamente en la Cordillera de Nahuelbuta en dos poblaciones: entre los 37°50' latitud sur; y en los 38°40' latitud sur. | Generalmente la Araucaria Araucana se encuentra en laderas de la Cordillera de los Andes en altitudes que rodean los 1.000 m. Existe un gran presencia de volcanes. |
| TIPO FORESTAL COIGÜE- RAULÍ - TEPA | 787.027 ha. | Sus límites geográficos son: altitudes medias desde los 37° hasta los 40°30' latitud sur en la Cordillera de los Andes, y desde los 38° a los 40°30' latitud sur en la Cordillera de la Costa. | Estos bosques han sido afectados por la actividad volcánica. Además se ubican principalmente en la Cordillera de los Andes en altitudes que van disminuyendo de norte a sur, entre los 1.400 y 600 msnm. |
| TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE | 3.514.644 ha. | Sus límites geográficos son: entre los 40°30' y 47° latitud sur en la Cordillera de los Andes. Y desde los 38°30' hasta los 40° latitud sur en la Cordillera de la Costa. En el Llano Central se ubican al sur de los 40° latitud sur | Al igual que la variación de clima, existe una variación de suelos. Podemos encontrar la presencia de la Cordillera de la Costa, cordillera de los andes, Llano Central y gran presencia de volcanes y depositos glaciares |
| TIPO FORESTAL ALERCE | 303.799 ha. | Sus límites geográficos son: distribución discontinua entre los 39°50' y los 43°30' latitud sur. En la Cordillera de la Costa se ubican entre los 40° al suroeste de Valdivia y los 42°30' latitud sur en la Isla de Chiloé. | Existen dos hábitats para esta especie: uno de pantano y otro de altitudes entre los 700 y 1.000 m. La ubicación pues ser sobre la Cordillera de la Costa, Depresión Central con altitudes máximas menores a 200 m y En la Cordillera de los Andes. |
| TIPO FORESTAL CIPRÉS DE LAS GUAITECAS | 579.959 ha. | Sus límites geográficos son: entre los 39°36' y los 54°20' latitud Sur. Al norte de su distribución se presenta como poblaciones aisladas, mientras que en el sur como poblaciones continuas. | Su distribución es muy amplia, a latitudes desde el nivel del mar hasta los 1.000 m. Es posible encontrarlos en tierras bajas como en Valdivia o en tierras altas como cordilleras. |
| TIPO FORESTAL COIGÜE DE MAGALLANES | 2.003.481 ha. | Sus límites geográficos son: entre los 34°41' y 48° latitud sur por ambas cordilleras. En el Llano central crece desde los 38° hacia el sur. | Frecuentemente se desarrollan sobre rocas en pendiente, entre los 0 y 700 msnm. aproximadamente. |

| CLIMA | FAUNA |
|--|---|
| <p>Clima mediterráneo caracterizado por una alta concentración de precipitaciones en los meses de invierno y veranos cálidos y secos. Se distinguen cuatro subáreas geomorfológicas:</p> <p>Terrazas marinas costeras: Precipitaciones altas, asociadas a las neblinas matinales y corriente de Humboldt.</p> <p>Cordillera de la Costa: Alcanza los 800 a 1000 mt sobre el nivel del mar, y la altura genera una mayor humedad que en las terrazas</p> <p>Depresión Central: Clima seco</p> <p>Precordillera Andina: Condiciones similares a la cordillera de la costa, pero con mayor sequedad y temperatura a la misma altitud y latitud.</p> | Roedores / Conejo / Liebre |
| El clima que caracteriza a este tipo de bosque es el mediterráneo, siempre que crezca sobre los 1.000 msnm. | Roedores / Degú / Pudú / Ciervo dama / Conejo / Liebre |
| <p>A partir de la humedad se identifican tres tipos de bosques de A. chilensis:</p> <p>Bosques marginales o abiertos: ubicados en la zona octogonal con una precipitación anual entre 600 y 900 mm</p> <p>Bosques compactos o puros: En zonas con precipitación anual de 900 a 1.600 mm.</p> <p>Bosques mixtos: ubicados en sectores más húmedos con precipitaciones entre 1.600 y 2.000 mm.</p> | Roedores / Degú / Huemul / Pudú / Ciervo dama / Conejo / Liebre |
| El clima del sector donde se ubican estos bosques se caracteriza por un aumento gradual de precipitaciones de norte a sur, manteniendo una influencia mediterránea hacia el norte, especialmente en la zona del Llano Central. Las precipitaciones y temperaturas varían considerablemente según el sector, las precipitaciones pueden ir de los 700 a 5.000 mm anuales y las temperaturas medias van desde 3,9 a los 7,6 grados. | Roedores / Degú / Huemul / Pudú / Ciervo dama / Conejo / Liebre |
| La enorme amplitud geográfica demuestra un gran rango de tolerancia de la especie. En la región mediterránea las precipitaciones alcanzan los 1.500 mm anuales y caen durante los 3 o 5 meses de invierno, siendo los veranos muy secos. En la región valdiviana, las precipitaciones son mayores y distribuidas durante todo el año. | Roedores / Degú / Huemul / Pudú / Ciervo dama / Ciervo rojo / Conejo / Liebre |
| <p>En general, esta especie se desarrolla en climas: templados-cálidos con 4 meses secos, climas de hielo debido a la altitud y el clima seco de estepa.</p> <p>Existe una gran diferencia climática entre el sector oriental y occidental del bosque de Araucaria. En el sector oriente las precipitaciones varían entre 2.000 y 4.500 mm los cuales disminuyen a mayor latitud donde la nieve se hace más importante. En el sector occidente las lluvias varían entre 1.600 y 1.900 mm. en Lonquimay y 1.200 mm en el Lago Moquehué. Las temperaturas invernales alcanzan los -10 grados y en verano alcanzan los 30 grados.</p> | Roedores / Degú / Huemul / Pudú / Ciervo dama / Ciervo rojo / Conejo / Liebre |
| El clima del sector donde se ubican estos bosques se caracteriza por un aumento gradual de precipitaciones de norte a sur, manteniendo una influencia mediterránea hacia el norte, especialmente en la zona del Llano Central. Las precipitaciones y temperaturas varían considerablemente según el sector, las precipitaciones pueden ir de los 700 a 5.000 mm anuales y las temperaturas medias van desde 3,9 a los 7,6 grados. | Roedores / Pudú / Ciervo dama / Ciervo rojo / Conejo / Liebre |
| Altas precipitaciones pluviales y gran humedad durante todo el año. La amplia distribución de este tipo forestal a lo largo de más de 9 grados determinar que ocurra una fuerte variación del clima. El factor precipitación fluctúa entre 1.300 mm hasta 3.000 mm. Existen precipitaciones mayores a 5.000 mm en las laderas de ambas cordilleras debido al efecto biombo. | Roedores / Huemul / Pudú / Ciervo dama / Ciervo rojo / Conejo / Liebre |
| En general se cuenta con precipitaciones anuales de 4.700 mm en la Cordillera de los Andes y 4.000 a 5.000 mm en la Cordillera de la Costa. Además las temperaturas absolutas son menores a 0 grados en la Cordillera de los Andes, significando intensas precipitaciones nivales y una mayor duración de la nieve en primavera. En el Llano Central, las temperaturas oscilan entre temperaturas bajas y altas. | Roedores / Pudú / Ciervo dama / Ciervo rojo / Conejo / Liebre / Guanaco |
| Los bosques dominados por la especie <i>P. uviferum</i> esta ubicados en sitios húmedos de escaso drenaje y con precipitaciones entre 2.500 y 8.000 mm. | Roedores / Huemul / Pudú / Conejo / Liebre / Guanaco |
| El clima bajo el cual se desarrollan este tipo de bosques es de tipo oceánico húmedo frío. Las precipitaciones en forma de lluvia alcanzan los 7.500 mm anuales y al sur del paralelo 52° sur se hace más frecuente la precipitación en forma de nieve. | Roedores / Huemul / Pudú / Conejo / Liebre / Guanaco |

| USUARIO / PERSONA

El tercer y último usuario por definir es la persona o instalador. Se considera al instalador como el encargado de plantar las especies en terreno; además de armar, instalar y fijar los protectores alrededor de cada plántula. Estos pueden ser divididos en dos:

INSTALADOR PROFESIONAL

Es aquel dedicado a esta actividad, contratado por empresas particulares u organizaciones dedicadas a la reforestación de especies nativas. En general, su labor incluye el transporte de las plántulas hacia el terreno, la plantación (posicionamiento de la plántula, instalación de la protección e incluso sistema de riego), monitoreo constante, especialmente si hay sistema de riego; y la recolección de los protectores al final del tiempo de uso.

En general son hombres, trabajan en grupos de dos o cuatro y constan con transporte tipo camioneta.

INSTALADOR VOLUNTARIO

Es aquel que participa de forma voluntaria en actividades organizadas por empresas particulares u organizaciones dedicadas a la reforestación de especies nativas. Los voluntariados se organizan principalmente de dos formas: como convocatorias abiertas, generalmente publicadas en las redes sociales, donde las personas se inscriben de forma on-line. O como alianzas con empresas, en donde los empleados pueden participar libremente.

La labor de los voluntarios se extiende generalmente un día o medio día, y deben encargarse de la plantación, instalación de la protección y posterior riego de las plántulas.

Éste grupo es más heterogéneo, participan tanto hombres como mujeres, incluso niños. Pueden llegar al terreno por medios propios o por los transportes que suele ofrecer la empresa que organiza la actividad.

Con el objetivo de descubrir las necesidades, limitaciones y obstáculos a los que se enfrenta el instalador para lograr una correcta instalación del protector, se revisó bibliografía referente al tema. A partir del libro "Universal Methods of Design" se tomó la decisión de incorporar el "Método AEIOU" (Activities, Environments, Interactions, Objects and Users) y la "Observación Participativa". (Martin y Hanington, 2012) A continuación se describen los procesos de plantación realizados por ambos tipos de instaladores y posteriormente el análisis de los factores críticos que se deben incorporar a los requerimientos de diseño.

Proceso de plantación: Voluntarios

Descripción del proceso de plantación aplicado a los voluntarios. Cabe destacar, que este puede tener modificaciones según el organismo que realice la actividad. La información presente, fue recopilada a partir de la participación personal en dos salidas a terreno junto a la Corporación Cultiva: Cerro Renca (8 de septiembre, 2018) y Pelequén (30 de octubre, 2018)

ANTERIOR A LA ACTIVIDAD

Se trasladan las herramientas, materiales y plántulas a terreno. El organismo encargado planifica la plantación indicando la ubicación de cada plántula con coligues.



EXPLICACIÓN DE LA ACTIVIDAD Y CONFORMACIÓN DE CUADRILLAS

Una vez en terreno, se hace una breve introducción general al proceso de reforestación. Luego los voluntarios se organizan en parejas y posteriormente en cuadrillas de 16 personas (aproximadamente) junto a dos jefes.

Cada cuadrilla es destinada a un "bosquete" o zonas de plantación, y se deben recoger los materiales necesarios. Cada pareja cuenta con un balde, una pala, un chuzo, guantes y un peto de protección.



EXPLICACIÓN

Los jefes de cuadrilla explican el proceso de plantación ejemplificando cada etapa. Es importante el trabajo en pareja ya que la alternancia de las herramientas facilita y agiliza el proceso.



CAVADO

Se retira el coligue que indica la posición de cada planta. El primer voluntario debe soltar la primera capa de tierra con ayuda del chuzo, mientras que el segundo voluntario la separa con la pala y reserva a un costado.

Se cava un hoyo de la profundidad de la pala separando esta tierra en otro montón. Con el chuzo se sigue soltando la tierra. Ambos voluntarios se dividen las tareas y trabajan en equipo



PLANTACIÓN

Una vez listo el hoyo se hecha la primera capa de tierra seleccionada, ya que esta cuenta con un mayor contenido de nutrientes. Luego se hecha humus con el balde (aproximadamente 1,5 kg.)

La planta se saca de su envoltorio y cuidadosamente se apoya en el humus. Es muy importante que no se desmorone el "pan de tierra" ya que sus raíces pueden quedar expuestas y dañar la planta. Se pone la capa de tierra restante y se entierra el coligue.

PROTECTOR

- El protector se pliega formando un triángulo
- Posteriormente se enganchan las uniones
- Se abren las "patillas" inferiores
- Se desplaza a través del coligue. Con ayuda de la pala se entierra aun más el coligue y se cubren las patillas del protector.

RIEGO

Finalmente se hacen cadenas humanas con baldes de agua para regar cada bosque plantado. Las cadenas se van desplazando y adecuando al terreno. Esta etapa es clave para acondicionar a la planta y entregar el agua necesaria para los próximos días.

Proceso de plantación: Profesionales

Descripción del proceso de plantación aplicado a los instaladores profesionales. Al igual que en el caso anterior, se debe tener en cuenta que existen cambios en el proceso dependiendo del organismo que realiza la reforestación. Según la ubicación del terreno y del clima, puede existir o no un sistema de riego permanente. Por otro lado, según la accesibilidad y el plan de reforestación hay un monitoreo más o menos constante.

Si bien el proceso de reforestación fue explicado a grandes rasgos en el marco teórico, es necesaria la explicación en detalle del proceso de plantación para comprender las acciones específicas realizadas por el usuario-instalador. La información presente, fue recopilada a partir de la observación del equipo de instaladores de la Corporación Cultiva en el Cerro Chena (20 de mayo y 6 de diciembre, 2018) y de la información proporcionada por la Fundación Reforestemos en su página web (www.reforestemos.cl)

ANTERIOR A LA ACTIVIDAD

Anterior a la actividad, existe una planificación de la estrategia de plantación y un acondicionamiento del terreno de acuerdo a las condiciones del lugar y las exigencias el clima y suelo.

DIVISIÓN DE EQUIPOS

De forma paralela, los plantadores se organizan en parejas y la plantación se realiza de forma similar a la antes explicada. Cada pareja cuenta con un chuzo, una pala, guantes, mazo y a veces alicate y alambre para la instalación del riego.

PLANTACIÓN

Uno de los plantadores suelta la tierra con el chuzo, mientras que el segundo plantador cava un hoyo de la profundidad de la pala. Se hecha humus con el balde. La planta se saca de su envoltorio y cuidadosamente se apoya en el humus. Se tapa con tierra y se entierra el coligue con ayuda del mazo.

PROTECTOR

El protector se pliega de formando un triángulo. Posteriormente se enganchan las uniones. Se abren las "patillas" inferiores. Se desplaza a través del coligue. Con ayuda del mazo se entierra aun más el coligue y se cubren las patillas del protector



RIEGO

En zonas muy secas o en proyectos de compensación donde existe un mayor capital, se hace una instalación de sistemas de riego. Las mangueras se desplazan aéreamente sobre los protectores y se afirman a los coligues con ayuda de alambre. Es importante que las mangueras queden tenzas para que los conejos no puedan morderlas.

MONITOREO POSTERIOR

Una vez al año se hacen monitoreos del terreno, se reemplazan las plantas que no sobrevivieron y los protectores dañados. En el caso de reforestación para compensación o de organismos como Fundación Cultiva, existe un monitoreo constante por parte del personal.

RETIRO DE LOS PROTECTORES

A partir de los 2 a 5 años los protectores se pueden retirar definitivamente. Generalmente son recolectados en bolsas y llevados a basureros.

INTERACCIONES CRÍTICAS LEVANTADAS EN TERRENO

| ENTORNO | OBJETOS | USUARIOS | INTERACCIONES |
|--|--|---|--|
| <p>1. CLIMA Con climas calurosos aumentan los riesgos de insolación y retrasa el proceso debido a la fatiga y la sed. En contraposición, con clima frío, los movimientos se ven entorpecidos, especialmente la motricidad de las manos.</p> <p>2. PENDIENTE Dificulta y limita los movimientos, haciendo el trabajo más lento y cansador.</p> <p>3. TIPO DE TIERRA Existen cerros con tierras blandas y arcillosas y otros, como el Cerro Renca, son de tierra dura y con una gran presencia de piedras y basura. Esto genera la necesidad de ir retirando los elementos que entorpezcan la plantación.</p> <p>4. DIFÍCIL ACCESO Aumentan las distancias del transporte de objetos y no presentan fuentes de regadío para nutrir a la planta en una primera instancia.</p> | <p>1. PLANTA La planta es el elemento más delicado de la actividad. Al crecer de forma compacta en el almácigo, sufre de gran estrés al momento del trasplante. "es como una guagua y esto es como un parto, debemos tratar de hacer el cambio de la guata de la madre al exterior lo menos estresante posible" (Jefa de cuadrilla al momento de explicar el proceso).</p> <p>2. PROTECTOR Elemento de mayor complicación ya que la supervivencia de la planta depende de éste y muchas veces no queda bien instalado. Los mayores problemas se detectan a la hora del plegado y al enterrar las patillas inferiores.</p> <p>3. HERRAMIENTAS En el caso de los voluntarios existe un especial dificultad para el manejo de las herramientas debido a la inexperiencia. Por otro lado su peso dificulta el traslado.</p> | <p>1. VOLUNTARIOS Al ser inexpertos muchas veces no logran cumplir con la tarea de forma correcta, esto provoca que instaladores profesionales deban revisar y corregir el trabajo.</p> <p>2. PROFESIONALES Estos presentan una mayor carga laboral, generando cansancio y agotamiento.</p> | <p>1. ENTRE INSTALADORES Es importante el trabajo en equipo para agilizar y disminuir los esfuerzos de la plantación.</p> |

* El ítem de "ACTIVIDADES" se explica a través de los otros puntos.

| CLIENTE

Se define como cliente a empresas u organizaciones dedicadas a la restauración del bosque nativo, ya sea por razones de sustentabilidad ecológica o planes de compensación de emisiones. Dentro de los potenciales clientes del proyecto están:

CORPORACIÓN CULTIVA

Empresa creada en el año 2000 la cual se subdivide en: Cultiva Empresa y Corporación Cultiva. La primera esta dedicada a la elaboración de planes de manejo forestal y planes de compensación de emisiones enfocado a empresas; se encargan de la gestión de terrenos, ejecución de planes de reforestación, mantención, riego y monitores.

La segunda, esta enfocada en la educación ambiental, proyectos de viverización y la restauración y conservación de ecosistemas a través de compensaciones voluntarias, donaciones, voluntariados, etc. (www.cultiva.cl)

FUNDACIÓN REFORESTEMOS

Fundación sin fines de lucro, que organiza iniciativas de cuidado, educación y recuperación de patrimonios naturales de Chile. Se financia gracias al apoyo de empresas y esta asociada a la Corporación Nacional Forestal (CONAF), quienes colaboran en la selección de terrenos, especies a plantar y el tipo de protección a utilizar. (www.reforestemos.cl)

Si bien ha realizado reforestaciones en distintas partes del país, su foco se encuentra en la zona sur-patagónica.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF)

Entidad de derecho privado dependiente del Ministerio de Agricultura, cuya principal tarea es administrar la política forestal de Chile y fomentar el desarrollo del sector. CONAF desarrolla diferentes programas de reforestación, colaborando con fundaciones, universidades e incluso con campañas como "Un chileno, un árbol". Además entrega apoyo técnico y financiero a propietarios y empresas. (www.conaf.cl)

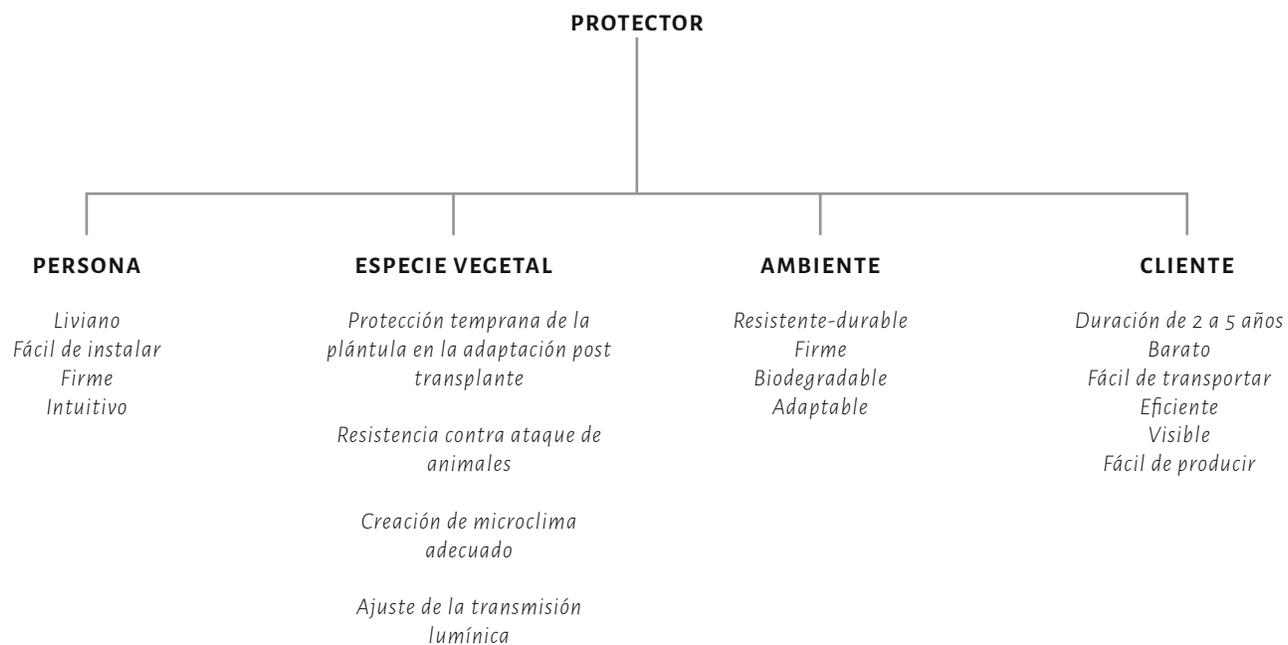
MINA INVIERNO

Empresa minera, que posee un programa de revegetación y reforestación ambiental, con el objetivo de rehabilitar las áreas intervenida por el desarrollo minero. Para esto, contempla la plantación de especies herbáceas sobre botadores y árboles nativos en zonas de compensación ambiental. (www.minainvierno.cl)

UNIVERSIDADES

Se tiene en consideración a diferentes universidades como Universidad de Chile, Universidad Católica, Universidad de Talca, entre otras; ya que usualmente realizan campañas de reforestación por fines ecológicos o de investigación. Esto se ha hecho cada vez más común, en especial por los incendios ocurridos en la Zona central de Chile en los últimos años.

| RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE DISEÑO





Pruebas materiales,
Registro personal.

A black plastic seedling tray is shown, filled with dark soil. The tray is divided into several compartments. In the center, a vertical strip of soil is visible, showing a cross-section of different layers or treatments. To the left and right, there are various pieces of plant material, including what appears to be burlap fabric, cardboard, and other organic matter, some secured with wooden sticks. The text "8. DESARROLLO DEL PROYECTO" is overlaid in the center of the image in a bold, white, sans-serif font.

8. DESARROLLO DEL PROYECTO

| ANTECEDENTES Y REFERENTES



Recuperado de: <https://materialdistrict.com>

COCOON, Land Life Company

Incubadora biodegradable de celulosa, residuos agrícolas y ceras naturales para la plantación de árboles en condiciones áridas. Posee un depósito de agua de 25 litros, el cual se llena antes de ser enterrarlo y va nutriendo a la planta durante los primeros meses. Además incorpora hongos al suelo, mejorando el desarrollo de raíces y aumentando la absorción de nutrientes y humedad de la planta.



Recuperado de: <https://latingene.com>

TUBETE BIODEGRADABLE, Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción

Tubete biodegradable para que las plantas comiencen su crecimiento en viveros y luego puedan ser transplantadas a bosques o plantaciones forestales. Esta hecho a partir de ácido poliláctico (PLA), cargas orgánicas como fibras de madera y aditivos. El proyecto busca reducir la contaminación provocada por los millones de tubetes utilizados en la industria forestal y lograr reubicar la planta sin necesidad de retirarla de su contenedor, evitando el estrés de transplante y las pérdidas asociadas.



Recuperado de: <https://materialdistrict.com>

PAPER WATER BOTTLE

Botella para agua hecha a partir de una pulpa biodegradable de celulosa, trigo, bambú, cáscaras, caña de azúcar y/ o junco. Su forma es personalizable y puede ser impresa con tintas de soja y otras ecológicas. Hoy no es biodegradable en su totalidad ya que posee una barrera interior hecha a partir de resina reciclada, sin embargo el interior se puede separar fácilmente de los otros materiales, entregando la posibilidad de reciclar la sección de resina y compostar el exterior.



Recuperado de: <http://www.castilloarnedo.com>

AGROBIOFILM, Repsol - Adesva

Plástico acolchado para cultivos, biodegradable y compostable. Hecho a partir de poliolefinas, que provienen del almidón de maíz y otros aceites vegetales. Tras su uso se transforman en agua, biomasa y CO₂, eliminando los costos de la recolección posterior y disminuyendo la contaminación ambiental.



Recuperado de: <http://neuheiten.koelnmesse.net>

ORGANOID TECHNOLOGIES

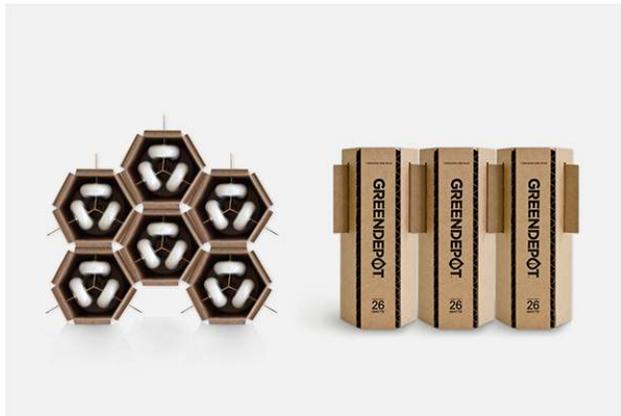
Las molduras y recubrimientos de esta empresa alemana están hechas únicamente de aglutinantes biológicos libres de biocidas, plastificantes y disolventes y cualquier material orgánico elegidos según los deseos de cada cliente. Disponen de aproximadamente 500 materias primas diferentes, desde pétalos, hierbas, fibras, pastos, etc. Las mezclas son pulverizadas, sometidas a presión y recubiertas de una película al vacío hasta que se secan y conservan la forma.



Recuperado de: <https://www.plataformaarquitectura.cl>

PROYECTOS UNIVERSIDAD DIEGO PORTALES / ARAUCO

Colaboración de Arauco y el taller "Procesos y Productos Sustentables" de Diseño de la Universidad Diego Portales, para la investigación y desarrollo de proyectos sustentable hechos de Cholguan. El desafío consistió en crear modelos de 25x10 cm. por medio de corte láser para usarse como insertos troquelados para revista, a modo que cualquier persona pudiera armarlo sin necesidad de herramientas adicionales. Como resultado se obtuvieron copas para huevos, joyería, pinzas, organizadores de papeles, portavelas, revestimientos de mesas, etc.



Recuperado de: <https://www.behance.net>

PACKAGING

El packaging es otro gran referente, se estudiaron diversos ejemplos que cumplieran con la protección, almacenaje y transporte eficiente de los productos, además de ejemplos sustentables, simples y muchas veces con el mínimo de material. Por otro lado, el packaging es capaz de incorporar al cliente y al producto, ambos como focos igual de importantes en el diseño final.



Recuperado de: <https://issuu.com>

DIGITAL WOOD, Chalmers University of Technology

Estructura temporal para la exhibición de "Madera y Tecnología" en Gotemburgo, Suecia, la cual utiliza las propiedades de flexión del contrachapado mediante el diseño computacional y fabricación digital. El proyecto busca generar un lugar de reunión, al mismo tiempo que explora nuevas formas de implementar la madera.

| BÚSQUEDA MATERIAL

Se podría decir que el objetivo principal del proyecto es lograr la biodegradabilidad del producto a largo plazo, para lo cual es necesario el uso de un material que cumpla con 4 características:

- Duración mínima de 3 años
- Fácil de trabajar, coseguir y producir
- Sustentable y ecológico
- Barato

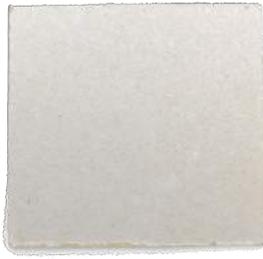
Para esto se analizaron más de 30 proyectos incluyendo: Paper Bottle, Cocoon, Pulp, Ecoform, ZeaPlast, Limex y marcas como Organoid Technologies, Aotta, Natureworks, Basf, etc. Se hizo especial énfasis en su composición material y duración; para luego hacer una selección de los materiales considerados apropiados para los testeos. Estos se dividieron en tres grandes grupos:

Materiales secos: aquellos que por si solos no pueden ser moldeados o utilizados para la construcción de elementos, pero que generalmente aportan el mayor contenido de volumen.

Materiales aglutinantes: son aquellos capaces de unir uno a más materiales para constituir un nuevo producto capaz de ser moldeado, unificado a otros, adherido o endurecido.

Materiales constituidos: aquellos compuestos por la unión de uno o mas materiales para conseguir propiedades que no son posibles de obtener en cada uno por separado.

Materiales de recubrimiento: son aquellos utilizados cubrir otros materiales y así generar mayor protección.

**CARTÓN PIEDRA**

Cartón rígido de color gris formado por varias capas de pasta de papel. Utilizado en papelería, embalaje, muebles, etc.

**CARTÓN MADERA**

Cartón duro y rígido de color café formado por varias capas de papel encoladas entre sí. Utilizado en papelería, embalaje, muebles, etc.

**CHOLGUAN**

Tablero delgado de fibra de madera prensada unidas por medio de la lignina propia del árbol. Utilizado principalmente en el ámbito de la construcción.

**LÁMINA DE ALGA NORI**

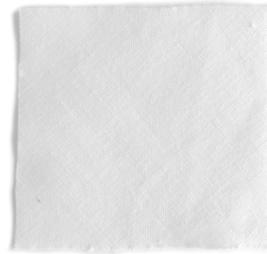
Lámina delgada y seca hecha a partir de diferentes algas comestibles. Se utiliza en el rubro alimenticio.

**ARPILLERA DE YUTE**

Tejido hecho a partir de la herbácea fibrosa Yute, es de gran resistencia. Se usa principalmente para la fabricación de sacos.

**ARPILLERA TUPIDA DE YUTE**

Tejido hecho a partir de la herbácea fibrosa Yute, es de mayor resistencia que la anterior. También se usa para la fabricación de objetos de transporte.

**BATISTA DE ALGODÓN**

Tejido hecho a partir de la fibra vegetal extraída de la planta de algodón. Utilizada en indumentaria.

**CREA CRUDA**

Tela hecha generalmente de algodón. Utilizada para la fabricación de prendas y bolsos.

**PULPA DE CELULOSA KRAFT**

Material hecho a base de madera utilizado para la fabricación de papel y derivados.

**PULPA DE CELULOSA BLANCA**

Material hecho a base de madera utilizado para la fabricación de papel y derivados. Para obtener su color blanco se somete a un proceso de blanqueamiento.

**ASERRÍN**

Desperdicio del proceso de elaboración de cortes de madera. Usado para aglomerados de madera, productos de limpieza, incluso para calefacción.

**PAJA DE TRIGO**

Tallo seco de diferentes cereales, en este caso trigo. Se utiliza como alimento para animales, elaboración de papel y en la construcción.

**FIBRA DE COCO**

Subproducto del coco obtenido de su cáscara. Es utilizado en la industria de la construcción, jardinería e incluso para la fabricación de fibras

**TURBA**

Acumulación de residuos de la planta de Musgo de Sphagnum. Es utilizada para la producción de sustratos debido a su capacidad de retener agua.

**CASCARILLA DE ARROZ**

Fibra que envuelve al grano de arroz. Es un residuo utilizado en la industria alimenticia, construcción, jardinería y elaboración de combustibles.

**COLA DE HUESO**

Adhesivo obtenido de la trituración de huesos animales. Es altamente soluble en agua y con fuertes propiedades de adhesión.

**YESO**

Producto elaborado a partir del mineral del mismo nombre. Es un polvo blanco utilizado como fertilizante, aislante térmico, cemento y en el ámbito de la construcción.

**CARBONATO DE CALCIO**

Compuesto químico abundante en la naturaleza. Se usa en la industria médica, producción de vidrio, cemento y en la construcción.

**DEXTRINA AMARILLA**

Polvo amarillento obtenido del almidón de la papa. Por sus propiedades adhesivas es utilizada para la elaboración de pegamentos y acabados textiles.

**LÁTEX NATURAL**

Líquido obtenido de la sabia del árbol del Caucho. Se usa para la fabricación de adhesivos, recubrimientos, en la industria sanitaria y textil.

**BARNIZ ECO KOLOR**

Barniz a base de agua marca "Kolor", repelente al agua, antihongos y resistente a los rayos UV. Perteneciente a la línea "ECO" de la marca.

**COLOFONIA**

Resina extraída del Pino. También es utilizada para diferentes rubros como la fabricación de tintas, barnices y adhesivos.

**CERA DE ABEJA**

Cera producida por la abeja Apis Mellifica. Se usa en diferentes rubros como cosméticos, alimentos, pegamentos, pulimentos, etc.

**CERA CARNAUBA**

Cera dura, de alto punto de fusión, extraída de las hojas de la Copérnico Cerifera. Usada para revestimientos y productos de limpieza.

ELABORACIÓN Y TESTEO DE MUESTRAS

METODOLOGÍA DE TESTEO



Prueba de materiales, Fotografías de Registro personal.

Con el objetivo de comprobar la resistencia de los materiales y determinar si son o no adecuados para el futuro desarrollo del proyecto, se buscó la simulación de las condiciones climáticas a las que estarían expuestos en terreno. Para esto se realizaron muestras de 7 cm. x 15 cm. a partir de la mezcla de los diferentes materiales. Para la elaboración de cada muestra, los materiales fueron seleccionados, pesados, mezclados, colocados sobre una bandeja y dejados secar el tiempo que requiriera cada uno. El grosor de cada muestra varió según el material, aunque las medidas están entre los 0,1 y 0,4 cm., exceptuando las muestras hechas con látex natural las cuales alcanzan los 1,6 cm.

Una vez que todas las probetas estaban listas se colocaron en bandejas de frutas plásticas cubiertas de papel impermeable y rellenas de una mezcla de 50% arena y 50% compost. Las muestras se enterraron hasta la mitad para poder observar el comportamiento del material bajo tierra y sobre esta.

Las bandejas fueron colocadas al aire libre y sometidas a riego por goteo durante una hora, una vez al día, durante diez días. Esto, con el objetivo de simular la lluvia y al mismo tiempo observar el tiempo de secado día a día, además de comprobar efectos como quiebre del material, humedecimiento, derretimiento, etc.

FECHAS: Domingo 30 de septiembre del 2018 al martes 9 de octubre del 2018.

RIEGO:

Riego de 14:00 hrs a 15:00 hrs

66,6 ml por minuto

4.000 ml en una hora a cada bandeja.

CONDICIONES CLIMÁTICAS

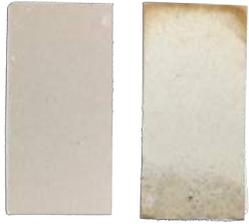
Fuente: <https://www.meteored.cl>

| DOMINGO 30 | LUNES 1 | MARTES 2 | MIÉRCOLES 3 | JUEVES 4 |
|---|---|--|--|--|
| T° MAX: 15° T° MIN: 9° VEL/VIENTO: 3,1 hk/h PRESIÓN: 1019.4 Pa | T° MAX: 18° T° MIN: 7° VEL/VIENTO: 6,7 km/h PRESIÓN: 1019,5 Pa | T° MAX: 22° T° MIN: 5° VEL/VIENTO: 7,1 km/h PRESIÓN: 1019,5 Pa | T° MAX: 25° T° MIN: 5° VEL/VIENTO: 7 km/h PRESIÓN: 1017 Pa | T° MAX: 27° T° MIN: 8° VEL/VIENTO: 7 km/h PRESIÓN: 1014.5 Pa |
| VIERNES 5 | SÁBADO 6 | DOMINGO 7 | LUNES 8 | MARTES 9 |
| T° MAX: 25° T° MIN: 9° VEL/VIENTO: 7,3 km/h PRESIÓN: 1016.6 Pa | T° MAX: 27° T° MIN: 8° VEL/VIENTO: 6,8 km/h PRESIÓN: 1014.6 Pa | T° MAX: 20° T° MIN: 10° VEL/VIENTO: 6,6 km/h PRESIÓN: 1015,5 Pa | T° MAX: 18° T° MIN: 10° VEL/VIENTO: 7,1 km/h PRESIÓN: 1020.8 Pa | T° MAX: 18° T° MIN: 10° VEL/VIENTO: 4,9 km/h PRESIÓN: 1020.4 Pa |



Prueba de materiales, Fotografías de Registro personal.

| RESULTADOS



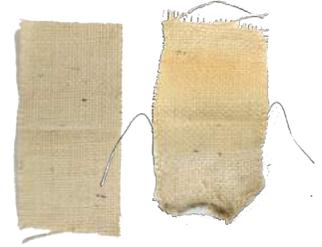
CARTÓN PIEDRA



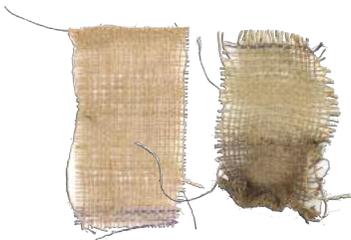
CARTÓN MADERA



CHOLGUAN



ARPILLERA DE YUTE TUPIDA



ARPILLERA DE YUTE



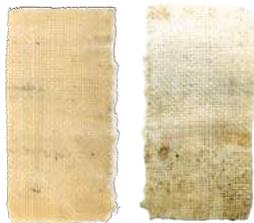
**CARTÓN PIEDRA CUBIERTO
EN CERA DE ABEJA**



**CARTÓN MADERA CUBIERTO
EN CERA DE ABEJA**



**CHOLGUAN CUBIERTO EN
CERA DE ABEJA**



**ARPILLERA TUPIDA CUBIERTA
EN CERA DE ABEJA**



**ARPILLERA CUBIERTA EN CERA
DE ABEJA**



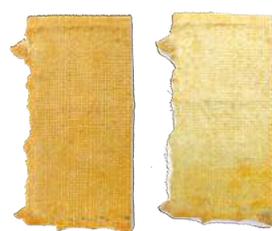
**ALGA NORI CUBIERTA EN CERA
DE ABEJA**



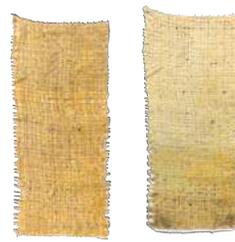
**CARTÓN MADERA CUBIERTO EN
CERA CARNAUBA**



**CHOLGUAN CUBIERTO EN CERA
CARNAUBA**



**ARPILLERA TUPIDA CUBIERTA
EN CERA CARNAUBA**



**ARPILLERA CUBIERTA EN CERA
CARNAUBA**



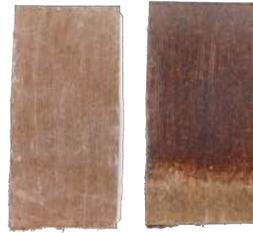
**CARTÓN PIEDRA CUBIERTO DE
COLOFONIA**



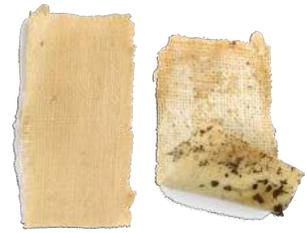
CARTÓN PIEDRA CUBIERTO DE LÁTEX NATURAL



CARTÓN MADERA CUBIERTO DE LÁTEX NATURAL



CHOLGUAN CUBIERTO DE LÁTEX NATURAL



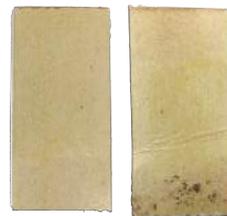
ARPILLERA DE YUTE CUBIERTA DE LÁTEX NATURAL



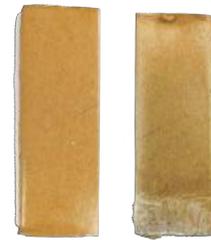
CREA CRUDA CUBIERTA DE LÁTEX NATURAL



ARPILLERA CUBIERTA EN CERA DE ABEJA



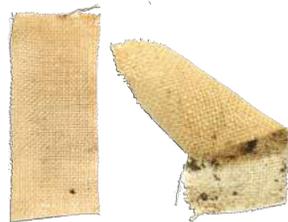
ALGA NORI CUBIERTA EN CERA DE ABEJA



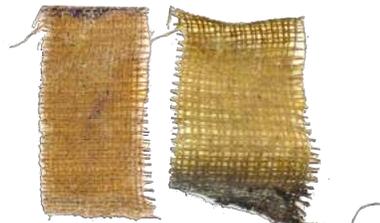
CARTÓN MADERA CUBIERTO EN BARNÍZ ECOLÓGICO



CHOLGUAN CUBIERTO EN BARNÍZ ECOLÓGICO



ARPILLERA TUPIDA CUBIERTA EN BARNÍZ ECOLÓGICO



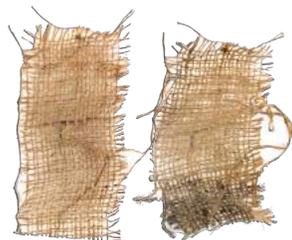
ARPILLERA CUBIERTA EN BARNÍZ ECOLÓGICO



ALGA NORI CUBIERTA EN BARNÍZ ECOLÓGICO



CARTÓN MADERA CUBIERTO DE COLA DE HUESO



ARPILLERA CUBIERTA DE COLA DE HUESO



COLA DE HUESO CON FIBRA DE COCO, TURBA, PAJA Y CELULOSA



DEXTRINA CON FIBRA DE COCO, TURBA, PAJA Y CELULOSA

RESULTADOS

Durante la prueba de materiales se realizaron aproximadamente 55 muestras. Anteriormente se muestran aquellas más importantes, dejando de lado las que sufrieron mayores desgastes como las de fibras vegetales, dextrina, yeso y carbonato de calcio, etc.



CONCLUSIONES Y MATERIALIDAD ESCOGIDA

A partir de los testeos anteriores se pudo comprobar que cada material responde de manera distinta a factores como humedad, calor, viento, entre otros. Materiales como las celulosas, fibras vegetales y minerales son propensos a desintegrarse por causa de la humedad, mientras que las ceras, barnices y latex sufren los efectos del sol.

Si bien, se pensó en seguir con los testeos, se identificó al cholguan como el único material que permaneció íntegro en cada una de sus versiones. Es capaz de absorber el agua, retenerla y botarla por evaporación, no sufre los efectos del sol, ni es propenso al quiebre. Debido a esto se decretó como el material ideal para seguir con las futuras etapas del proyecto, asumiendo los desafíos de peso y flexibilidad que esto significaba.

TOP 5 MEJORES MATERIALES O MEZCLAS MATERIALES

- 1 CHOLGUAN
- 2 LÁTEX CON FIBRAS VEGETALES O CELULOSA
- 3 CARTÓN MADERA CUBIERTO EN CERA DE ABEJAS
- 4 CARTÓN PIEDRA
- 5 ARPILLERA TUPIDA Y CERAS

TOP 5 PEORES MATERIALES O MEZCLAS MATERIALES

- 1 ALGA NORI
- 2 DEXTRINA Y CELULOSA O FIBRAS VEGETALES
- 3 CARBONATO DE CALCIO- YESO
- 4 TELAS CUBIERTAS DE LÁTEX VEGETAL
- 5 COLOFONIA

| CHOLGUAN



El Cholguan es un tablero delgado de fibra de madera prensada. Es amigable con el medio ambiente ya que no utiliza resinas químicas sino únicamente la resina presente en la corteza del Pino radiata, es necesario un proceso de presión y temperatura para reactivar la resina y unir la fibra. Gracias a esto puede ser utilizado en casi cualquier ámbito como en el embalaje de alimentos o en contacto con niños. Además, la presencia de corteza de Pino radiata y la ausencia de resinas químicas hacen que sea un material liviano, flexible y rígido sin aportar peso de más.

Las aplicaciones más tradicionales incluyen muebles, instalaciones, estanterías, especialmente en los fondos y partes traseras de estos. Es usado como revestimientos interiores y exteriores, cielos, tabiques, escenografía, elementos publicitarios y decoración. (Tableros de Cholguan, Arauco, s.f)



| PRIMERAS APROXIMACIONES

Una vez que el material fue definido, surgieron una serie de interrogantes tales como: ¿Cómo lograr el traspaso de la luz?, ¿Cómo moldear el material?, ¿Cómo disminuir el peso?, entre muchas otras. La aproximación a la solución de estas preguntas fue importante para comenzar a pensar en la forma que podía tener el protector final.

Para esto se realizaron muestras de 50 x 12 cm. en cholguan de 2,4 mm. El material fue llevado al Taller de Herramientas de la Universidad Católica, ubicado en el Campus Lo Contador, donde se realizaron los siguientes procesos:

Muestra 1: Perforado del material con taladro a lo largo de toda la muestra, en distintos diámetros.

Muestra 2: Adelgazamiento del material mediante cepilladora, llegando a los 0,5 mm. de espesor. Perforado de este con sacabocados para cuero en la parte central de la muestra.

Muestra 3: Adelgazamiento del material mediante cepilladora, llegando a 1 mm. de espesor

Muestra 4: Realización de medios cortes con cuchillo cartonero en diferentes direcciones

Muestra 5: Realización de medios cortes en dirección vertical cada 2 cm.

Muestra 6: Se reservó una muestra intacta para comparación.

Con ayuda de la sierra de huincha se cortaron diferentes diseños en la parte inferior de las muestras para poder ser enterrados fácilmente y soportar erguidos. Las muestras fueron enterradas 15 cm bajo tierra y se les aplicó riego mediante manguera 30 minutos al día, durante 7 días.

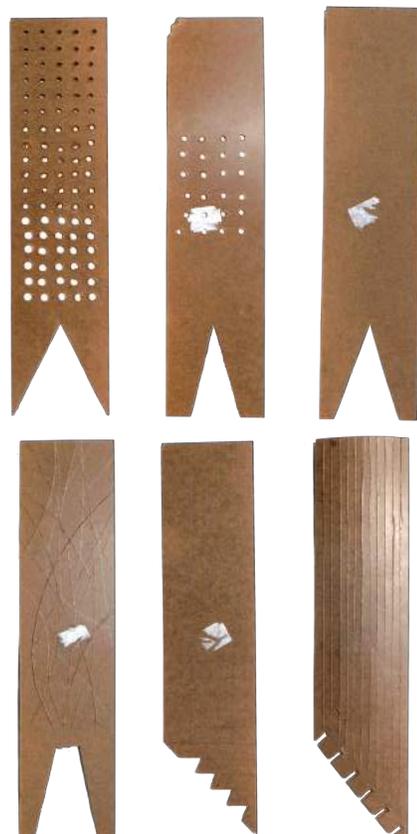
RESULTADOS

*Los medios cortes debilitan el material y no son suficientes para lograr curvatura

*Las terminaciones del corte y perforado del cholguan son bastante desprolijas, muchas veces rompiendo el material y logrando un efecto de "pelos".

*Las muestras de 0,5 y 1 mm se curvan gracias al calor y la humedad del riego. Si bien se sabe que se debe a su formato en lamina, el adelgazamiento del material se descarta debido a las dificultades de su proceso y las pérdidas de material asociadas.

Además se realizó una visita informal a la Oficina de Innovación de Arauco, ubicada en el Centro de Innovación UC; donde se presentó el proyecto y se preguntó sobre la posibilidad de reducir el espesor del material. Se llegó a la conclusión de que los costos asociados a este cambio no eran factibles y fue sugerida la idea de reducir el peso mediante calados o agujeros.



Primeros acercamientos, Fotografías de Registro personal.

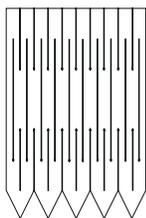
| KERF BENDING



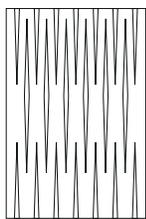
Kerf Bending. Recuperado de: <https://www.woodgroup.com>

Para continuar con el proyecto se buscaron diferentes soluciones al tema del traspaso de luz, peso, moldeo y estructuración; además de lograr cortes más limpios y evitar la rotura del material. Se llegó a la técnica del “Kerf Bending” la cual fue puesta a prueba en diferentes prototipos a escala y en tamaño real.

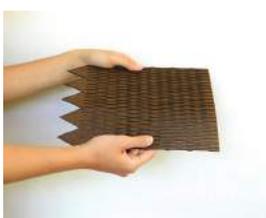
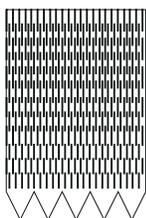
El Kerf Bending es un método de fabricación sustractiva que apunta a la creación de formas flexibles y eficientes a partir de materiales rígidos. Esto se logra mediante cortes geométricos tipo ranuras o patrones, haciendo que el material se vuelva cada vez más maleable pero sin perder su estructura externa, es decir, permite que la forma se lea como una sola pieza manteniendo su revestimiento. (Kerf Bending, s.f) Es posible descargar distintas plantillas en sitios web, aunque para explorar nuevas formas de plegado se prefirió la creación de diseños propios a partir de lo ya observado.



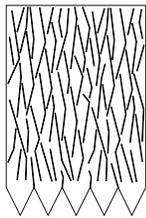
Flexibilidad: alta
Resistencia al quiebre: alta



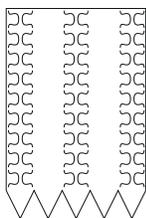
Flexibilidad: alta
Resistencia al quiebre: alta



Flexibilidad: alta
Resistencia al quiebre: baja



Flexibilidad: media
Resistencia al quiebre: baja



Flexibilidad: nula
Resistencia al quiebre: baja

| PRIMEROS PROTOTIPOS

A partir de las pruebas anteriores, se seleccionaron las muestras con mejores resultados y fueron adaptadas a los primeros prototipos de escala real. Estos fueron hechos con corte láser en cholguan de 2,4 mm.

Uno de los grandes focos del diseño fue la eliminación del tutor con el objetivo de disminuir los costos monetarios, de transporte e instalación del coligue, e incluso la contaminación generada por tutores de pvc o barras de hierro. Para esto se probaron distintas formas de anclaje al piso basándose en el diseño de estacas de jardín, construcción y camping. La finalidad estaba en lograr enterrar el protector de forma rápida y sencilla pero que a la vez fuera difícil de remover, demostrando la resistencia a la presión de factores climáticos y animales.

Por otro lado se crearon diferentes formas de cierre que aseguraran la permanencia del protector en esa posición, evitando la apertura que ocurre con los modelos plásticos. A través de los patrones de corte se jugó con el traspaso de luz y los efectos que estos podrían tener en la generación de un microclima ideal para la planta.

RESULTADOS / CONCLUSIONES

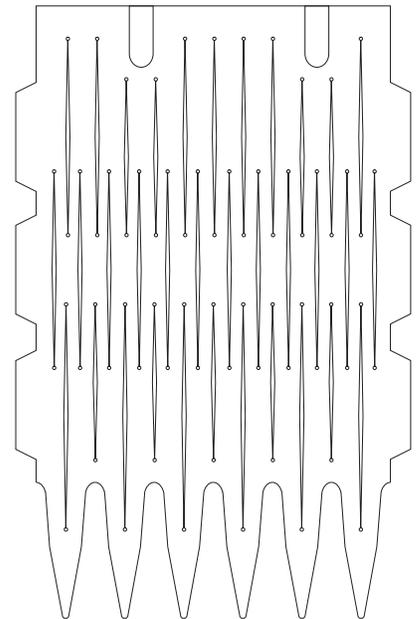
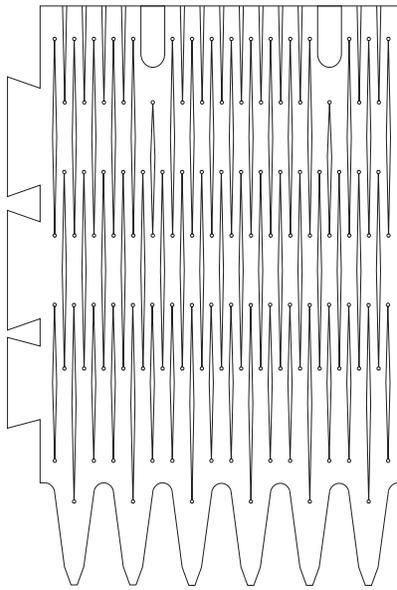
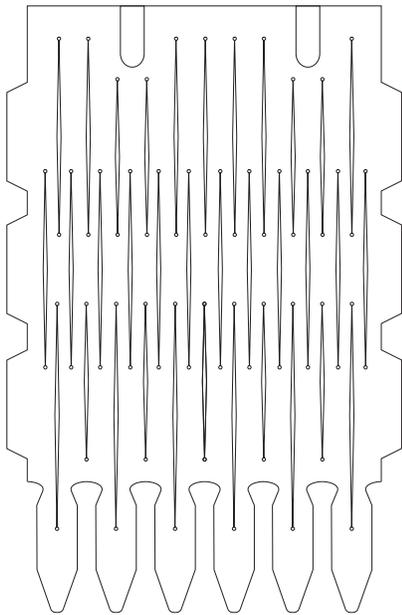
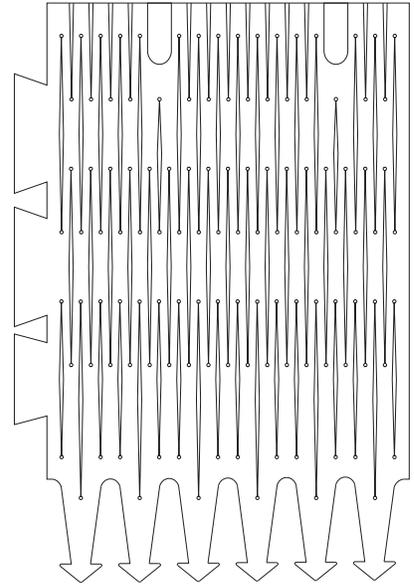
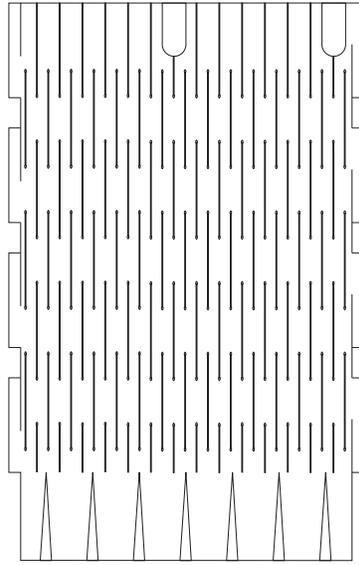
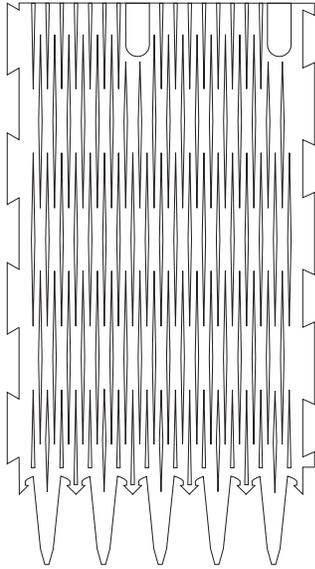
*El Cholguan es altamente sensible al quiebre cuando se dobla. La ubicación y tamaño de los cortes genera distintos efectos en este sentido, y son críticos para la resistencia del material.

*Relacionado al punto anterior, se deben evitar detalles "externos" muy pequeños ya que se desprenden de la estructura principal.

*En el caso del prototipo de patrón más libre, este no funciona debido a que es muy difícil controlar la uniformidad de los pliegues. Si bien se decidió su testeo por motivos estéticos, este no cuenta con la capacidad funcional.

* Respecto a los métodos de cierre, se deben evitar piezas que sobresalgan y los encajes muy justos, ya que estos se pueden romper y son difíciles de manipular.





| PRESENTACIÓN A EXPERTOS

Antes de reformular los prototipos y corregir los errores detectados se consideró importante la obtención de feedback por parte de expertos. Se coordinaron tres reuniones, las cuales fueron esenciales para planificar las futuras etapas de testeo y obtener el visto bueno para continuar.

JORGE TAPIA

La primera demostración se hizo a Jorge Tapia, Gerente general de Cultiva Empresas y Socio-Director de Hope, retiro de reciclaje. El estaba al tanto del desarrollo del proyecto como de los objetivos, debido al trabajo colaborativo que se tuvo con Fundación Cultiva durante la segunda etapa investigativa. Se le mostraron los prototipos y explicó la búsqueda y testeo material.

Los comentarios fueron positivos, Jorge enfatizó que las posibles desventajas del proyecto, tales como el peso o los efectos microclimáticos se veían más que compensados por la posibilidad de retirar el plástico de las campañas de reforestación.

Por otro lado, en la reunión estuvo presente Hernán Innsen, Gerente general de Hope, quién trabajó hasta el año 2011 en la Planta Trupan Cholgúan como Coordinador de Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional. El explicó que efectivamente el cholguan era un material duradero y muy sustentable “Todos los que conocen el cholguan se enamoran de él” (H. Innsen, comunicación personal, 14 de noviembre de 2018)

ALVARO PROMIS

Para continuar se llevó el proyecto a Alvaro Promis, Ingeniero Forestal, Director del Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile y asociado de Fundación Reforestemos, quien ya había participado en la primera etapa del proyecto y se mantenía al tanto de los avances.

Los comentarios nuevamente fueron positivos y el proyecto fue aprobado. Además, el eje de la reunión estuvo puesta en los tests necesarios para descubrir el comportamiento del protector. Respecto a las expectativas personales, las cuales incluían lograr un microclima ideal para facilitar el crecimiento, Alvaro señaló dos puntos importantes:

1- *“El éxito en una primera etapa de reforestación con especies nativas es asegurar supervivencia; el crecimiento que se ve expresado a futuro con una mayor cantidad de luz no es tema en una primera etapa. Que tenga una protección y la planta vaya a sobrevivir creciendo de a poco es una buena respuesta. El crecimiento en altura dejemos para después, centrémonos en como disminuir los problemas ambientales para asegurar el prendimiento de la planta.”*

2- *“No hay una ciencia exacta para los protectores y gran parte de ellos se han desarrollado para las especies frutícolas, ahora estamos empezando a probarlos en especies forestales y nativas.” (A.Promis, comunicación personal, 15 de noviembre de 2018).*

Dentro de los comentarios negativos, Promis comentó la imposibilidad de retirar el tutor según su opinión personal, especialmente para la zona sur, debido a las condiciones climáticas.

PABLO BECERRA

La última reunión fue coordinada con Pablo Becerra, Ingeniero Forestal y Profesor de la Universidad Católica, experto en Ecología Forestal y Restauración Ecológica. Si bien la reunión estuvo más enfocada en cómo testear las capacidades lumínicas y térmicas del protector, Pablo recalcó el mismo punto señalado por Alvaro Promis, la imposibilidad de concebir un protector sin el apoyo de un tutor. Pablo explicó que en general los conejos y liebres se paran sobre dos patas y se apoyan en el protector intentando alcanzar las hojas, por otro lado, animales grandes como vacas y ovejas podrían botarlo fácilmente.

| TESTEOS DE TEMPERATURA Y TRANSMITANCIA LUMÍNICA

En relación a los testeos, se tomó la decisión de hacerlos en la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Católica, junto al profesor Pablo Becerra. El determinó y asesoró el proceso de instalación de los protectores y la medición de los factores.

Se decretó la medición de dos factores principales: la transmitancia de luz [1] a través de los protectores y la temperatura generada dentro de ellos. Factores como la humedad de la tierra y concentraciones internas de CO₂, se dejaron para una segunda etapa ya que no eran primordiales para la evaluación del proyecto.

El objetivo era realizar un análisis comparativo entre el protector de polipropileno y los protectores de cholguan, evaluando la capacidad de éste último para aumentar la temperatura interna y dejar pasar la luz.

1. PREPARACIÓN

Pablo Becerra explicó que para lograr una buena comparación de datos era necesario tener al menos dos prototipos de cada tipo. Se realizaron cuatro protectores nuevos aplicando las observaciones obtenidas de los primeros prototipos. Para evitar nuevas roturas del material se incluyeron terminaciones curvas en los calados interiores y se aumentaron las distancias de estos a los bordes. Por otro lado se probaron nuevas formas de cierre y de estacas. Por último, se jugó con la distancia entre los cortes, para así obtener diferentes resultados y decidir los valores más adecuados.

A estos cuatro protectores, se sumaron los dos prototipos del comienzo y dos protectores de polipropileno de la misma altura.

2. INSTALACIÓN DE LOS PROTECTORES

Los protectores fueron instalados en un sector de la Facultad de Ingeniería Forestal. Se colocaron intercalados, en línea recta y cada 1,5 mt. Era de suma importancia su ubicación en un sitio donde no les llegara sombra en ningún minuto del día, y realizar las mediciones en un día completamente soleado.

Debido a la dureza del suelo y a la necesidad de introducir los sensores por la parte inferior, los protectores se instalaron de cabeza y se sujetaron con un tutor de fierro. En su interior se colocaron Maitenes comprados en el Vivero Pumahuida lo cuales tenían un año de edad. La presencia de plantas no era necesaria pero se buscó imitar lo mejor posible el contexto de uso.

3. MEDICIONES

Las mediciones se hicieron durante un rango de 12 horas, comenzando a las 8:00 am y terminando a las 20:00 pm. Los valores fueron tomados cada dos horas y traspasados a una planilla de resultados. Los instrumentos utilizados fueron:

Psicrómetro digital: aparato utilizado para la medición de la humedad relativa, el contenido de vapor de agua en el aire y la temperatura ambiental. Posee un sensor que facilita el posicionamiento del lugar a medir, lo cual fue clave para la medición dentro del protector.

* El sensor se cuelga dentro del protector y se cronometra un minuto antes de tomar el valor.

Medidor cuántico de espectro completo: aparato que proporciona medidas específicas de la radiación fotosintética activa, es decir, el rango de longitudes de onda que son capaces de producir actividad fotosintética en las plantas. Este rango esta entre los 400 y 700 nanómetros.

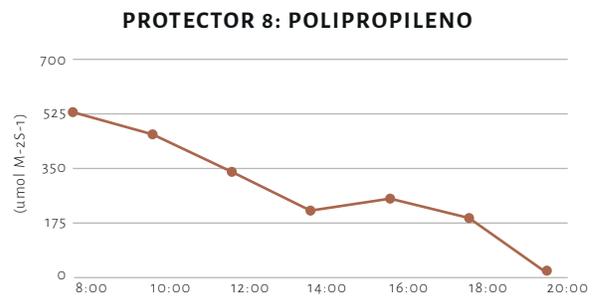
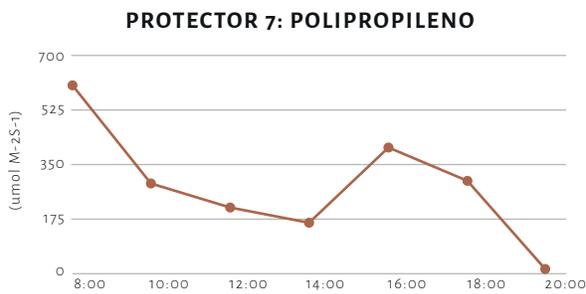
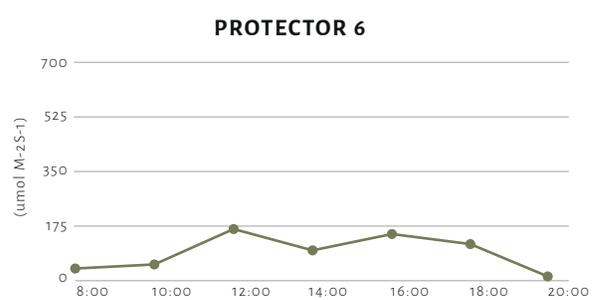
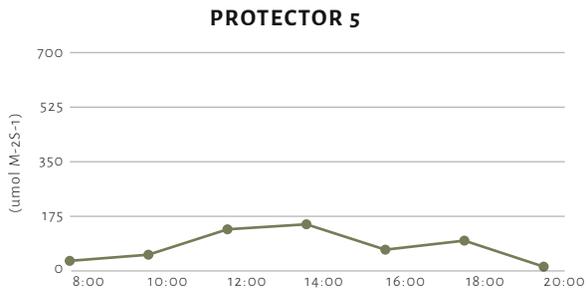
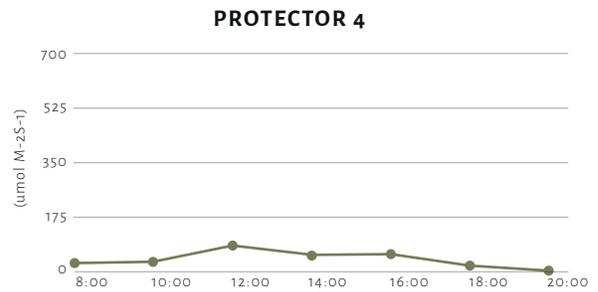
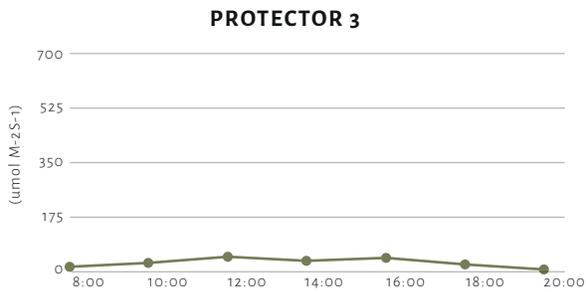
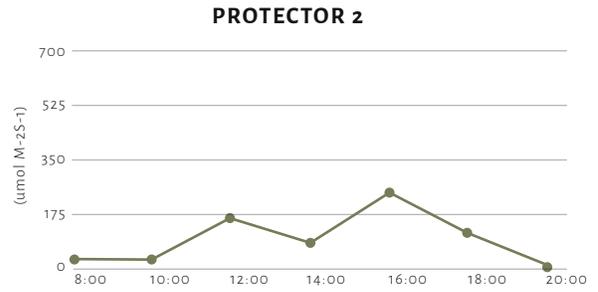
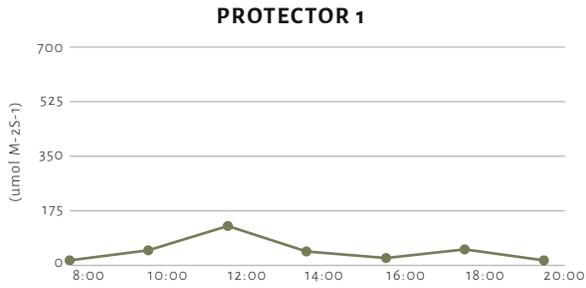
*el sensor se apoya en el suelo y se toma el valor. Como los protectores de cholguan no generan una luz pareja sino que existen lugares a los que les llega luz directa y otros donde llega sombra, se dictaminó que los valores se debían tomar en el área sombreada.

[1]Transmitancia lumínica: magnitud lumínica o cantidad de energía que atraviesa un cuerpo en la unidad de tiempo (potencia). (Transmitancia y absorbancia. s,f.)

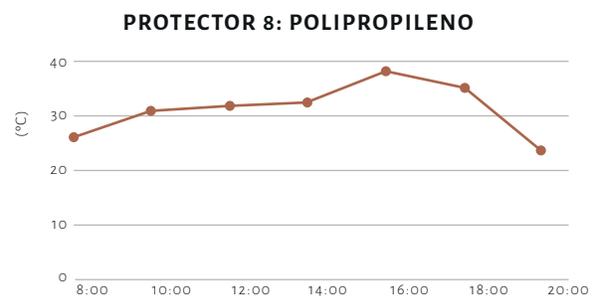
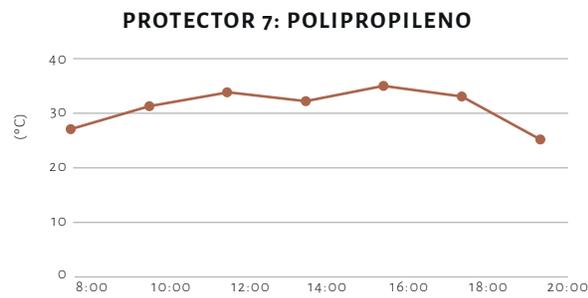
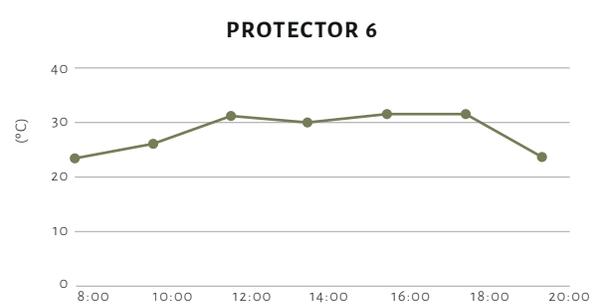
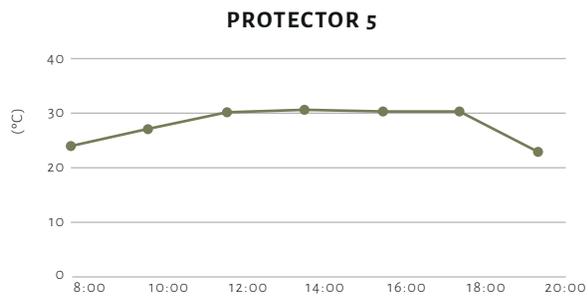
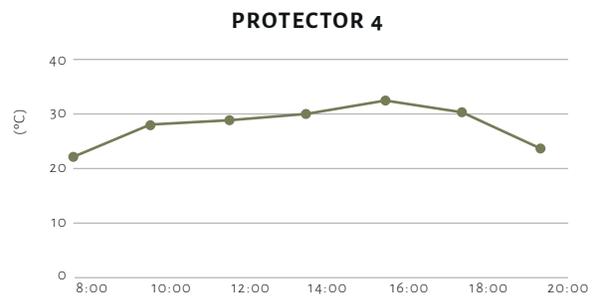
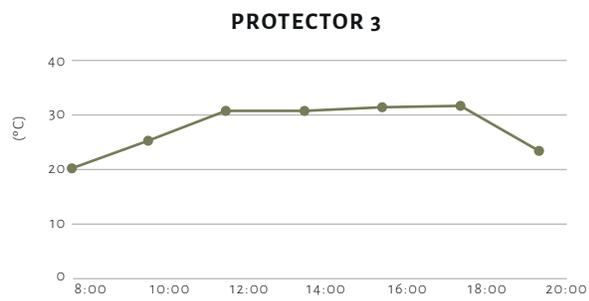
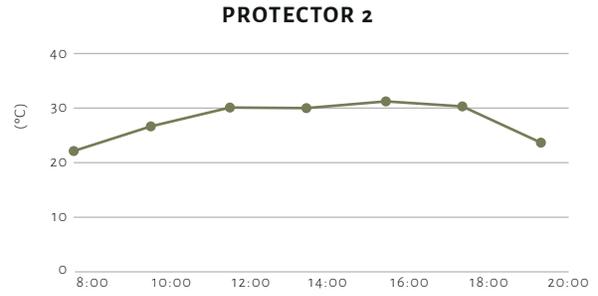
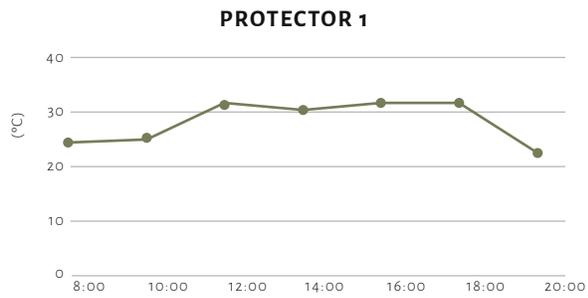


Testeos, Fotografías de Registro personal.

RESULTADOS PRUEBAS DE TRANSMITANCIA LUMÍNICA



RESULTADOS PRUEBAS DE TEMPERATURA



RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se debe destacar que los resultados de este análisis son meramente comparativos.

A partir de los resultados obtenidos, se puede notar que el protector de polipropileno logra valores superiores tanto en temperatura como en transmitancia lumínica. Aun así, esto no es negativo para el proyecto.

Los protectores de cholguan logran aumentar las temperaturas internas, elevando en hasta 5 grados la temperatura exterior. Esto es positivo en los minutos más calurosos del día, donde el protector de polipropileno entregó valores de 38,6° mientras que el protector de cholguan se mantuvo en números más bajos. Analizando los resultados con el profesor Pablo Becerra, este explicó que uno de los puntos débiles del protector plástico, es que puede incluso llegar a matar a la planta por los excesivos aumentos de temperatura.

En relación a la transmitancia lumínica, esta fue difícil de medir ya que el protector de cholguan no genera una luz pareja como el de polipropileno, sino que según donde se coloque el medidor, los valores son diferentes. Se debe contemplar para un futuro, la búsqueda de un método más eficaz pensado en esta característica del protector.

CONCLUSIONES PERSONALES

Como conclusiones personales, se tomaron los resultados de forma positiva. Si bien no se llegan a los valores dador por el protector de polipropileno, puede ser una oportunidad para la aplicación del protector de cholguan en la zona central.

Por otro lado, se considera importante la repetición de estas pruebas a futuro, para la correcta certificación del producto.

A partir del testeo, se establece como modelo ideal para futuras etapas de desarrollo al protector N 4. Este logró el mejor desempeño en comparación con sus pares.

RESULTADOS LUZ Y TEMPERATURA EN CONTEXTO CON MEDICIONES AMBIENTALES

| | 8:00 | | 10:00 | | 12:00 | | 14:00 | |
|-----------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | LUZ (umol M-2S-1) | TEMPERATURA (°C) |
| AMBIENTAL | 817 | 20 | 1300 | 22,7 | 2112 | 29,1 | 2044 | 29,1 |
| 1 | 14 | 24,7 | 46 | 24,9 | 124 | 31,3 | 42 | 30,1 |
| 3 | 14 | 20,1 | 30 | 25,3 | 53 | 30,6 | 39 | 30,6 |
| 7 | 603 | 27 | 292 | 31,1 | 214 | 33,7 | 163 | 32 |
| 2 | 31 | 22,5 | 33 | 27 | 164 | 30,4 | 84 | 30,2 |
| 4 | 24 | 22,5 | 30 | 28,1 | 83 | 28,9 | 52 | 30,6 |
| 8 | 530 | 26,5 | 460 | 31,2 | 337 | 32,2 | 212 | 33,1 |
| 5 | 31 | 24,2 | 53 | 27,1 | 132 | 30 | 149 | 30,8 |
| 6* | 38 | 23,7 | 52 | 26,4 | 166 | 31,4 | 94 | 30,4 |

| | 16:00 | | 18:00 | | 20:00 | |
|------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | LUZ (umol M-2S-1) | TEMPERATURA (°C) | LUZ (umol M-2S-1) | TEMPERATURA (°C) | LUZ (umol M-2S-1) | TEMPERATURA (°C) |
| 1520 | 29,1 | 1600 | 28,5 | 62 | 21,3 | |
| 20 | 31,5 | 50 | 31,6 | 11 | 22,5 | |
| 48 | 31,4 | 24 | 31,1 | 8 | 23,2 | |
| 405 | 34,8 | 298 | 32,7 | 14 | 25 | |
| 246 | 31,6 | 112 | 30,5 | 12 | 24 | |
| 55 | 32,5 | 20 | 30,8 | 2 | 24,1 | |
| 253 | 38,6 | 192 | 35,8 | 21 | 23,9 | |
| 64 | 30,6 | 96 | 30,5 | 11 | 23 | |
| 147 | 31,8 | 117 | 31,5 | 12 | 23,1 | |

| TESTEO DE USABILIDAD

El segundo testeo clave para la evaluación del proyecto fue el testeo de usabilidad. Para esto se hicieron los terceros prototipos en base al testeo de transmitancia lumínica y temperatura. Incluyendo las mejoras para evitar las roturas, la incorporación de un tutor y el método de cierre final. Se hicieron dos prototipos en cholguan de 2,4 mm.

El testeo fue planificado con la Fundación Cultiva, coordinando una salida a terreno junto a Fernanda Muñoz, Jefa de Proyectos. Se llevaron todos los prototipos hechos hasta el momento y se probaron en el Cerro Chena.

USUARIOS

El testeo se realizó con cuatro plantadores permanentes de la Fundación Cultiva: David Morales, Christopher Morales, Ricardo Morales y Gonzalo Reyes. En general funcionan como un equipo y desarrollan las tareas de plantación y mantención, cuidando del riego y los protectores.

METODOLOGÍA

Se reunieron a los cuatro plantadores, se mostraron los prototipos y la manera de armado. Posteriormente se les pidió la tarea de armarlos e instalarlos siguiendo el mismo procedimiento que realizan comúnmente, incluyendo la fijación de riego.

El primer prototipo fue instalado como pareja, mientras que el segundo de forma individual. Una vez que el trabajo fue terminado se hizo una entrevista grupal dónde se les pidió a cada uno que comentaran acerca del nuevo modelo de protector. La entrevista tuvo una modalidad de conversación abierta que permitió que cada uno expresara sus opiniones complementando las ideas entre ellos.



| RESULTADOS



A partir de lo observado y de los comentarios hechos por los plantadores se rescatan lo siguiente puntos:

1. MANEJO: El protector de cholguan se percibe como un elemento frágil que requiere un mayor cuidado al minuto de manipulación. Esto genera descontento ya que los trabajadores están acostumbrados al trato brusco que pueden tener con el protector plástico.

“En temas de manejo, este es mucho más delicado que el protector por el tema que se va a quebrar”

“La fragilidad es lo que me preocupa”

2. TRANSPORTE: El peso del protector genera diferentes opiniones aunque se asume que el aumento de peso en comparación con el plástico es una de las grandes desventajas del proyecto. Esto es un tema a considerar para el transporte en vehículos como por personas.

“El transporte es lo de menos, se hacen paquetes más pequeños”

“Si usted me manda a instalar 1000 sería ir para acá y para allá”

3. INSTALACIÓN: En cuanto a la instalación se rescata que la totalidad de los instaladores señalaron que el tiempo de instalación del protector de cholguan versus el de polipropileno es igual. Por otro lado destacaron la firmeza de la instalación, lo cual se traducirá en la resistencia del protector frente al clima y animales.

“En temas de tiempo es casi mismo que el otro, hay que apretarlo con un poco más de cuidado. Pero es rápido”

“Encuentro que es lo mismo, si es lo mismo”

4. ROBOS: otro punto que se tenía en consideración y se recalzó por los instaladores es la probabilidad de que sea sacado de terreno por su atractivo visual.

“Acá tenemos mucha gente, la implementación va a depender del sector. El tránsito de personas es más dañino que los animales”- Se lo van a robar”

5. BASURA: Respecto a comentarios positivos, lo más rescatable por los plantadores fue el hecho de que fuera biodegradable. Enfatizaron la menor probabilidad de que se volara y que esto al mismo tiempo se traduce en menos basura que recoger y menos trabajo para ellos.

“Es bueno para el ecosistema, nosotros no vamos a tener que estar recojiéndolos.”

“La contaminación es lo principal yo creo, A veces hay tanta basura que no sabemos donde tirarla. Pero es bueno... y se ve bonito”

“Esta bueno, el viento no se lo va a llevar como a este, por los hoyos y el peso que tiene”

OTROS TESTEOS

De forma paralela a los testeos principales, se realizaron otras pruebas para evaluar el comportamiento del material frente a la humedad constante:

PRUEBA 1: CAMBIOS EN LA RIGIDEZ DEL MATERIAL FRENTE A LA HUMEDAD

Procedimiento: Se cortó un rectángulo de 18 x 10 cm de cholguan de 2,4 mm. y se pesó. Posteriormente fue sumergido en un recipiente con 750 ml. de agua durante 10 días. Para terminar, se pesó inmediatamente después de retirarlo del agua y dos horas después, una vez que estaba completamente seco.

Resultados:

Peso inicial: 56 gr.
Peso en estado húmedo: 89 gr.
2º Peso en estado seco: 54 gr.

-Respecto al peso, el material absorbe gran cantidad de agua, aumentando su peso casi en un 150%. Visiblemente se nota la expansión de este, especialmente en el aumento de espesor de la lámina. Aun así se seca rápidamente volviendo a su estado original tanto en peso como espesor. El hecho que disminuya su peso original se toma como un indicador del desgaste que tiene el agua para el cholguan.

-El material aumenta su flexibilidad en estado mojado pero se mantiene rígido. Una vez que se vuelve a secar pierde la flexibilidad.

PRUEBA 2: EXPANSIÓN DEL MATERIAL

Debido a la posibilidad de que el material se expanda con la humedad e interfiera en el traspaso de luz a la planta se hizo una segunda prueba

Procedimiento: Se utilizó un rectángulo de cholguan de 2,4 mm. al cual se le hizo un patrón de medias lunas en diferentes tamaños en corte láser. Este fue sumergido en un recipiente con 750 ml. de agua durante 10 días. Luego se observó la hinchazón del material, especialmente en los cortes.

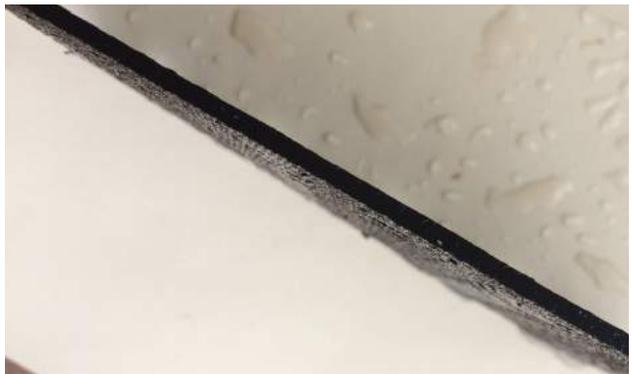
Resultados:

-La humedad no es relevante para el traspaso de luz ya que no llega a tapar los calados. El corte láser provoca un efecto sellante en los cortes

Conclusiones generales:

El agua solo se ve como una amenaza para el desgaste del material pero no para su funcionamiento en el día a día. Esta no logra interferir en el traspaso de luz y el material es capaz de volver a su estado original con gran rapidez.

El aumento de peso se ve como un factor positivo ya que en zonas muy frías, donde el clima es más agresivo, será más difícil de voltear y volar.





| BIODEGRADABILIDAD Y DURACIÓN

Para determinar la duración aproximada del proyecto en terreno y asegurar un mínimo de tres años, se llevaron los prototipos a la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC S.A). Sus servicios están vinculados a diferentes áreas como Salud, Construcción, Transporte, Alimentación, Agroindustria, entre otros. Y dentro del campo de los Materiales realizan Análisis de ciclos de vida, Análisis de cualidades biodegradativas, Certificaciones de biodegradabilidad, entre otros.

Se conversó con Mario Olivares, Ingeniero civil y Jefe Laboratorio Servicios Especiales, quien aclaró dos puntos importantes:

DURACIÓN DEL PROTECTOR EN TERRENO

Respecto a la resistencia del material, Mario explica que desde el punto de vista del pino, éste tiene una duración de 5 años sin ninguna tipo de protección. Por otro lado existen maderas más blandas como el álamo que tienen un máximo de duración de dos o tres años a la intemperie.

En relación al proyecto mismo, considerando su forma, cortes y armado, Mario señala que sin ningún problema debería durar un mínimo de tres años en terreno.

“Sí, sin ninguna problema. Va a depender de las condiciones ambientales, manipulación y ese tipo de cosas.”

BIODEGRADABILIDAD TOTAL

En cuanto a la biodegradabilidad total del protector, este debería desaparecer completamente debido a que esta formado únicamente de madera aglomerada sin ningún tipo de aditivo. Mario explica que esto se debe principalmente a que es un material que se expande mucho al someterlo al agua. Al tener ciclos de humedad y secado, la madera va perdiendo sus características hasta degradarse completamente. (M. Olivares, comunicación personal, 19 de noviembre de 2018)

Igualmente, se tienen en consideración que al momento de lanzar el producto al mercado, sería necesaria la realización de pruebas de laboratorio que entreguen información cuantitativa más exacta.

| PINTURAS

En las entrevistas realizadas a Fundación Cultiva, se nombró el tema del color verdoso de los protectores de polipropileno y se les preguntó si creían necesario la incorporación de color a los prototipos de cholguan. Respecto a esto se rescataron dos puntos importantes:

2- Visibilidad en la operación: el color ayuda a identificar rápidamente el correcto posicionamiento de los protectores, notando rápidamente cuando uno se cae o se vuela.

“También desde la operación es más fácil identificar si el protector esta caído, lo ves al toque y a distancia”

1- Visibilidad de proyecto: el color ayuda a comunicar el proyecto como un total, tanto en terreno como en fotografías, agregando “impacto” al resultado.

“Esto ayuda a la visibilidad de un proyecto, que se vea que ahí hay una plantación. Es interesante también poder comunicar que se esta haciendo una actividad, que hay arboles nativos, etc.”

Para esto se hicieron mezclas de pintura casera, que cumplieran con características ecológicas y no tuvieran un impacto posterior. Se usaron aglutinantes como maicena, goma arábica, látex ecológico, colafría escolar, y se mezclaron con cal.

RESULTADOS

A mayores concentraciones de cal, esta se seca y se vuelve a transformar en polvo sin adherirse al material. Aun así, en bajas concentraciones, la pintura queda transparente.

En el caso de las mezclas con maicena y goma arábica, estas no logran desempeñarse como aglutinante. Además, las mezclas con látex ecológico no alcanzan el color deseado

El aglutinante con mejor desempeño es la colafría escolar, la cual resiste a la manipulación.

DISCUSIÓN

Al enseñarle los prototipos a Alvaro Promis, este destacó la naturalidad del resultado y su posibilidad de ser insertado en el medioambiente sin perturbar visualmente. Aún explicando los puntos señalados por Cultiva, este dijo que según su opinión personal prefería la menor interferencia del prototipo.

Durante las pruebas de usabilidad, se volvió a conversar del tema con la Fundación Cultiva, mostrando los resultados de la pintura. Estos concluyeron que no era de gran importancia y que también preferían el resultado visual que genera el prototipo al natural. Si bien limita su visión a la distancia, el resultado refleja un trabajo más sustentable y acorde a la restauración ecológica.

Aun así se incorporó la pintura en uno de los modelos finales ya que su finalidad es completamente funcional. A pesar de esto, queda pendiente el mejoramiento de la pintura, ya que los resultados obtenidos no son los óptimos para la implementación bajo condiciones climáticas.



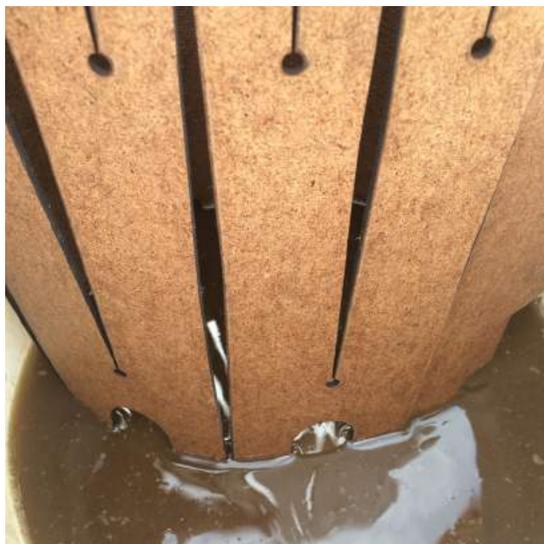
Pintura a base de Cola fría, Fotografías de Registro personal.



Pintura a base de Goma arábica, Fotografías de Registro personal.



Comparación de visibilidad, Fotografías de Registro personal.



Preparación té de compost, Fotografías de Registro personal.

| FERTILIZANTES

A partir de los referentes revisados y de la capacidad de absorción de agua por parte del cholguan, se pensó en la posibilidad de embeber la parte inferior del protector en fertilizante que fuera nutriendo a la planta en el transcurso de crecimiento.

El cholguan tiene la capacidad de absorber agua y luego dejarla evaporar volviendo a su estado original, esto crea la oportunidad de mojarlo con nutrientes y que los sobrantes de agua sean expulsados. Al momento de las lluvias o el contacto del protector con la humedad de la tierra, este puede ir liberando los nutrientes absorbidos paulatinamente.

Para la búsqueda del fertilizante ideal se conversó con Alvaro Promis. Este señaló que sería algo positivo para la planta pero que no había que generar una dependencia de ésta a los nutrientes extra. Luego de una extensa búsqueda se concluyó que lo ideal sería aprovechar el mismo fertilizante usado en las campañas de reforestación, el compost.

TÉ DE COMPOST

El té de compost es un fertilizante orgánico, de fuerza moderada, increíblemente nutritivo para todo tipo de plantas. Es capaz de potenciar las raíces debilitadas, mejorar los suelos degradados, fortalecer a las plantas frente a enfermedades y por ende mejorar la productividad de esta. (Té de compost, una solución efectiva para los problemas radiculares, s.f)

Generalmente las bacterias presentes en el compost se vuelven inactivos por la falta de nitrógeno. Al hacer té de compost las bacterias vuelven a activarse generando beneficios fertilizantes para la planta. En el proceso de destilación, los nutrientes, bacterias y hongos se multiplican quedando suspendidos en el agua, de manera que se hacen accesibles inmediatamente. (Cómo hacer un té de composta en 6 pasos, s.f)

PREPARACIÓN

- 1- En un recipiente se vertieron 3/4 partes de compost de buena calidad y se rellenó el sobrante con agua.
- 2- Se dejó reposar la mezcla durante 4 días, revolviendo ocasionalmente.
- 3- Luego, se filtró el líquido hacia otro recipiente utilizando una tela. Si bien varios referentes indicaban que se debía añadir más agua, esto se evitó para tener una mayor concentración de nutrientes.
- 4- Los protectores se dejaron en remojo durante 2 horas hasta el nivel requerido y luego fueron puestos a secar.

| TUTOR

Como se dijo anteriormente, uno de los focos del proyecto fue remover el uso del tutor. Aun así, durante el desarrollo, se llegó a la conclusión de la imposibilidad de concebir un protector sin el tutor ya que cada terreno es diferente, incluyendo variables de suelo, fauna y clima distintas.

Sin embargo es importante dejar en claro las recomendaciones del proyecto sobre qué tutor debería ser el ideal para el uso en terreno, tratando de disminuir la implementación de barras de fierro y tubos de pvc. Para esto se eligieron los tutores de especies bambúceas debido a que ya han funcionado correctamente en esta área, por su resistencia y sustentabilidad. Se recomienda el uso de varas de alrededor de 80 cm.

TUTOR BAMBUSA CHUSQUEA

En Chile existen al rededor de 11 especies de bambú, pertenecientes al genero Chusquea, concentradas principalmente en la IX y XI región. Las especies más conocidas y usadas son el Coligue y Quila. Estos tienen entre 25 y 60 milímetros de diámetro y un largo de 1 a 6 metros. (Figueroa & Sardiña, 2009)

Principales beneficios del género Chusquea para su uso como tutor

*Velocidad de crecimiento: es considerada como una de las especies vegetales con mayores velocidades de crecimiento en el mundo, nace con un diámetro definitivo y su altura la adquieren durante la primera fase de su desarrollo, entre 2 y 3 meses. (Pastene, 21 de abril, 2008)

* Capacidad estructural: Tiene una alta resistencia a la flexión y compresión.

*Recuperación de suelos: es capaz de adaptarse a suelos degradados, generando biomasa y nutriendo la tierra.

*Disponibilidad: los bambúes están dentro de las especies forestales no madereras mas importantes del país. En Chile existen alrededor de 3,5 millones de hectáreas con presencia de especies bambusáceas, en comparación a las 2,5 millones de Pino. Se estima que 900.000 hectáreas tienen potencial productivo, y que de cada hectárea se puede obtener una productividad anual de 12 a 13 metros cúbicos.

*Manejo sustentable: En el país no existen aún plantaciones ni cultivo de bambú, no se gasta en regadío, fertilizantes ni mantención. Por lo cual no es una especie amenazada, sinó que popularmente es considerada como una plaga con un comercio aun "marginal". Es más, existen diferentes proyectos que buscan impulsar el mercado y comercio de estas especies debido a su potencial no explotado. (Figueroa & Sardiña, 2009)

DISCUSIÓN

Dentro de las discusiones a lo largo de la última etapa del proyecto, se contempló la posibilidad de incluir el tutor como parte del producto pero esto fue descartado luego de conversaciones con la Fundación Cultiva e investigación personal. Principalmente por razones como:

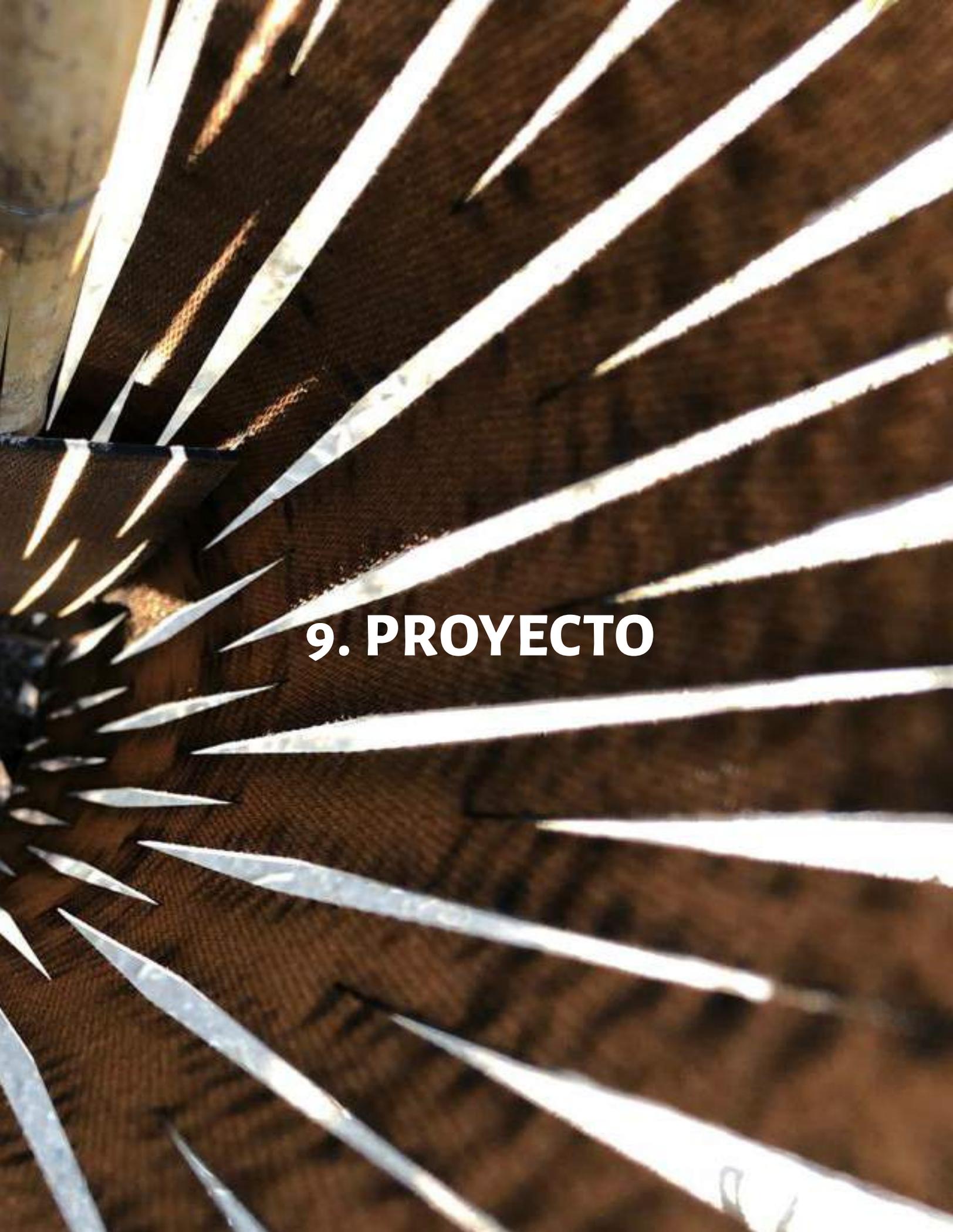
-La posibilidad de que el cliente encuentre un proveedor mas barato y esto entorpezca la decisión de compra del producto.

-Debido a la distribución de esta especie, no se cree conveniente el transporte desde la zona de producción hacia cada lugar de reforestación. Adquiriendo el producto en sectores cercanos a la reforestación, se potencia el comercio local y se disminuyen gastos económicos y ecológicos.

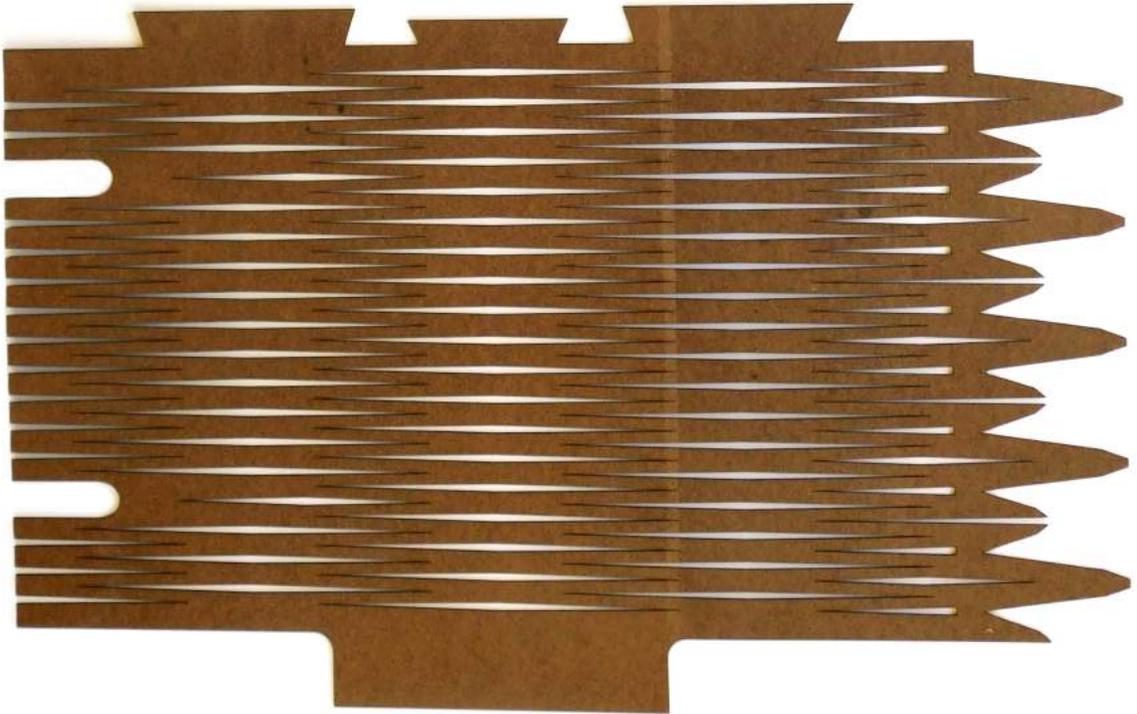
-Si bien se propone el bambú como tutor ideal, se debe tener en consideración que cada cliente toma la decisión final de que tutor utilizar.



Interior de los protectores,
Registro personal.



9. PROYECTO



| RESULTADOS

Protector o mejor dicho, refugio forestal, biodegradable hecho a base de cholguan. Orientado a la reforestación de los bosques nativos en Chile.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Como se dijo anteriormente, el refugio esta pensado en la reforestación del bosque nativo en Chile. Para esto, posee características que abarcan tanto la reforestación por compensación o simplemente por campañas de restauración y beneficio medioambiental. Se realizaron dos modelos de protector, pero las características que los diferencian pueden ser combinadas formando diversas tipologías.

Materialidad: El protector esta hecho completamente de cholguan, fue prototipado en corte láser, pero esta pensado para ser producido industrialmente por medio de troquelado.

Estacas: En la parte inferior, el protector cuenta con un sistema de fácil entierre para otorgar mayor resistencia y durabilidad, facilitando además la instalación de este.

Cierre: Luego de diversas pruebas, se definió el sistema de cierre. Este cuenta con tres secciones, las cuales atraviesan la estructura general del protector. Para su armado, el refugio se debe enrollar cilíndricamente y sellar a través del cierre.

Espacio para el tutor: Una vez que el refugio se arma, la misma estructura ofrece un espacio especializado para afirmarse al tutor. Esto se da gracias a la sobreposición de la lámina.

Fertilización: La parte inferior del protector esta embevido en fertilizante, con el objetivo de proveer nutrientes a la planta mientras esta crece dentro.

Manguera: En la parte superior cuenta con un espacio diseñado para pasar la manguera, permitiendo la convivencia de instalaciones de riego y el protector. Cabe destacar que para sectores donde no es necesario el riego, este elemento puede ser quitado.

Pintura superior: Al igual que el detalle de la manguera, la pintura fue pensada para la fácil localización del protector, especialmente en sectores donde es necesario hacer seguimiento y mantenimiento. En sectores alejados, como por ejemplo la Patagonia, esta característica no es necesaria.

| IDENTIDAD VISUAL

Naming

El proyecto tiene como principal objetivo la protección eficiente de las especies vegetales al minuto de ser transplantadas en terreno. Recordemos, que en el caso de la regeneración natural en un bosque, esta se da fácilmente por la existencia de árboles nodriza que son capaces de proteger a las nuevas especies de las amenazas.

Al no contar con esta protección natural, se hace sumamente necesario el uso de un elemento externo que funcione como barrera a cualquier peligro. Desde este punto, nace el nombre de Rukan, tomado a partir de la palabra mapuche Rucan, que significa "Construir una casa". El proyecto busca reflejar la idea de la creación de un refugio para la planta, un lugar seguro que la nutra y proteja mientras esta crece. El claiming apoya esta idea aludiendo también a la principal diferencia del proyecto con los otros protectores presentes en el mercado: su capacidad de biodegradarse completamente al final de su tiempo de uso. Se utiliza el concepto de ecológico para enfatizar que más allá de su capacidad biodegradativa, es un producto que incorpora un análisis detallado del contexto en el que se inserta.

También fue integrado un monograma para uso como estampa en otras aplicaciones, este puede servir a modo de sello para aplicarse directamente sobre el prototipo final.



Color values
RGB 184 · 97 · 37
HEX/HTML · B86125
CMYK 5 · 71 · 100 · 23

Packaging

En el caso del packaging, este fue pensado como paquetes de 25 protectores, envueltos en papel madera o papel kraft. Esto, para abaratar costos, reemplazar la envoltura plástica que esta siendo utilizada en este minuto y cumplir con las normativas de la Dirección de Trabajo respecto al peso máximo que puede cargar, arrastrar o empujar un trabajador sin ayuda mecánica.



• Tipografía Montserrat Regular

• Tipografía Maven Pro Medium









ANÁLISIS FODA

FORTALEZAS

Producto que asegura la disminución del impacto ambiental que genera la producción, uso y degradación de los actuales protectores de polipropileno ya que es capaz de biodegradable completamente. Hasta ahora, sería el único protector biodegradable a la venta en el país.

Eliminación de los costos de recolección al final del tiempo de uso. Esto permite compensar el leve aumento de costos que significa la compra de este producto.

Único protector forestal desarrollado por la industria chilena, entregando la posibilidad de co-diseño con el cliente, seguimiento de forma directa y disminución de los costos ambientales y económicos que genera la importación de la competencia.

Incorporación de la persona y el medioambiente como actores relevantes para el proceso de diseño, sin dejar de lado los requerimientos técnicos esperados de un protector forestal (protección de la fauna, control lumínico, generación de microclima, etc)

OPORTUNIDADES

Posicionarse como el primer protector 100% biodegradable presente en el mercado chileno, aprovechando el cambio de conciencia y leyes que existe respecto a la importancia del cuidado del medioambiente y al uso y desecho del plástico.

Posibilidad de expandir la línea de productos al ámbito agrícola, ofreciendo una alternativa a los protectores frutales y de viñas.

Subdividir el protector en diferentes tipologías según el tipo de clima en el que se instalarán, incorporando variaciones lumínicas más específicas para la necesidad de cada especie.

Aprovechar el actual “desprestigio” del cholguan como material y el compromiso ecológico que tiene Arauco, para crear un alianza estratégica en términos de financiamiento de tests y futuras restauraciones ecológicas.

DEBILIDADES

El peso es una de las debilidades críticas del producto ya que es casi 6 veces más pesado que el protector de polipropileno. Esto es un problema tanto para su transporte en vehículo como el transporte en terreno realizado por la persona.

Si bien la estructura resiste el medio exterior (clima, fauna), al momento de la manipulación se debe ser más cuidadoso que con el protector de plástico ya que puede quebrarse. Esto hace que la tarea de transporte, armado y enterrado implique una mayor dedicación y atención en el proceso.

El producto obtiene menores resultados respecto a la temperatura interna y la transmitancia de luz. Esto genera una oportunidad para la aplicación del producto en climas áridos pero la desventaja en climas muy fríos. Aun así, se desconoce el comportamiento del producto en este último.

Relacionado a lo anterior y por temas de tiempo para el desarrollo del proyecto, sería necesario realizar pruebas de humedad de tierra, concentración de CO₂, entre otras; además de comprobar su efectividad en la plantación real de diferentes especies.

AMENAZAS

Las empresas que venden modelos plásticos son considerados como una amenaza ya que tienen mayores certificaciones del protector de polipropileno, debido a la trayectoria de más de 40 años de éste. Estas pueden alegar la poca evidencia existente respecto a los resultados empíricos del protector de cholguan.

A partir de los resultados de luz y temperatura, existe la posibilidad de que el protector no se desempeñe correctamente para todas las especies nativas, disminuyendo los volúmenes de venta.

Debido a las regulaciones del plástico, existe la posibilidad de que se incorporen nuevos protectores de plástico biodegradable al mercado.

MARKETING: MODELO CANVAS

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| <p>SOCIOS CLAVES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Arauco (proveedor de cholguan) -Proveedores de compost -Empresas de transporte | <p>ACTIVIDADES CLAVES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Producción continua -Reuniones con clientes, captación presencial de clientes -Chequeo constante de calidad, monitorización de producto en terreno -Postulación a fondos concursables para generar ingresos | <p>PROPUESTA DE VALOR</p> <ul style="list-style-type: none"> -Generar alternativa sustentable al protector de polipropileno -Disminución de los costos de recolección del protector -Incorporación del instalador y medioambiente en las decisiones de diseño -Protector como fuente de nutrientes para la planta | <p>RELACIONES CON CLIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cercana con los clientes y potenciales clientes, manteniéndose involucrado en los proyectos de reforestación para monitorear resultados obtenidos y hacer posibles mejoras. -Trabajo colaborativo en primera persona | <p>SEGMENTO DE CLIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> -Empresas y organizaciones dedicadas a la restauración ecológica ya sea por generar un impacto positivo o compensación de emisiones. -Universidades e instituciones que realicen actividades del mismo tipo e investigativas. |
| <p>RECURSOS CLAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cholguan - Compost -Maquinaria de producción -Espacio de trabajo y almacenamiento de material -Equipo de trabajo capacitado | | <p>CANALES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Captación de clientes principalmente de forma presencial -Redes sociales y página web (a futuro) -Participación en ferias forestales y de interés sustentable | | <p>ESTRUCTURA DE COSTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Materia prima -Maquinaria (Troqueladora) -Espacio de trabajo y almacenamiento -Mano de obra -Packaging -Transporte y distribución del producto <p>FUENTES DE INGRESO</p> <ul style="list-style-type: none"> -Venta del producto -Fondos concursables -Posibles inversiones o donaciones |

| COSTOS ASOCIADOS

El modelo de negocios se realizó pensando en cubrir la demanda de un año por parte de la fundación Cultiva. La fundación anualmente requiere de 90.000 protectores, debido a la única oferta que existe en el mercado actual se ven obligados a comprar el de plástico, es decir, altamente contaminante, su precio fluctúa entre los 460 y 600 pesos cada uno.

El modelo propuesto considera los siguientes elementos: el arriendo de una bodega de 120 mts cuadrados, la compra de la maquina necesaria para realizar el troquelado, la contratación de un asistente para ayudar en la fabricación, el costo del packaging, el transporte necesario para trasladarlos.

Se calculó que el precio de venta de \$544 logra cubrir todos los costos de un año, incluyendo la inversión de maquinaria. Este resultado es sumamente positivo ya que demuestra la posibilidad real de insertarse en el mercado competitivo. Aun así, según el supuesto de la venta de 90.000 protectores anuales.

| PRODUCTO | CANTIDAD | PRECIO | TOTAL |
|----------------------------|----------------|---------------|----------------------|
| Cholguan | 15.000 láminas | \$ 1.753 | \$ 26.295.000 |
| Compost | 284 sacos | \$ 4.613 | \$1.560.940 |
| Máquina Troqueladora | 1 máquina | \$ 10.915.800 | \$ 10.915.800 |
| Transporte | 10 viajes | \$ 47.560 | \$ 475.600 |
| Arriendo lugar de trabajo | 12 meses | \$120.000 | \$ 1.440.000 |
| Pago personal | 1 x 12 meses | \$ 250.000 | \$ 3.000.000 |
| Packaging | 578 rollos | \$ 9.000 | \$ 5.202.000 |
| TOTAL | | | \$ 48.889.340 |
| Precio Venta Unidad | | | \$ 550 |

| FONDOS CONCURSABLES

Con el objetivo de poder desarrollar el proyecto, especialmente investigar su desempeño y lanzarlo al mercado, se revisaron diferentes programas de investigación, emprendimiento y financiamiento:

FONDO DE INVESTIGACIÓN DEL BOSQUE NATIVO

Fondos creado por la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, los cuales son ajustados cada año, son concursables y administrado por CONAF. Están orientados a incentivar y apoyar la investigación científica y tecnológica relacionada al bosque nativo y la protección de su biodiversidad. En relación a proyectos de carácter ecológico, se incentivar aquellos que propendan a la protección del suelo, recursos hídricos, de flora y fauna y de los ecosistemas asociados al bosque nativo.

FONDOS CORFO

Fondos concursables organizados por la Corporación de Fomento de la Producción. Destaca Capital Semilla, el cual apoya emprendimiento que ya tengan definida la solución a implementar, cuenten con un equipo de trabajo conformado y un primer análisis de mercado. Dentro de los objetivos están el aumento de capital, concretizar ventas y formar una base de clientes/usuarios.

FONDOS SERCOTEC

Fondos concursables organizados por el Ministerio de Economía y Fomento del Turismo. Destacan dos importantes: Capital Abeja Emprende, enfocado únicamente en mujeres y Capital Semilla Emprende. Los subsidios cubren áreas de asistencia técnica, capacitación, marketing, acompañamiento e inversiones necesarias para concretar el proyecto.

BRAIN CHILE

Brain Chile (Business, Research, Acceleration and Innovation) es un programa organizado por la Pontificia Universidad Católica, impulsado por el Centro de Innovación UC Anacleto Angelini, la Escuela de Ingeniería, y la Dirección de Transferencia y Desarrollo, junto con el apoyo de Banco Santander. Su objetivo es agregar valor económico, medioambiental y social a los proyectos, impulsando aquellos de base científico-tecnológica provenientes de instituciones de educación superior. Trabajan con proyectos en fase de perfeccionamiento de prototipos para acercarlos al mercado real.

INNOVARAUCO

Programa de la empresa forestal Arauco, que busca despertar el espíritu emprendedor e innovar a gran escala. Existen programas interempresa y programas dirigidos a externos, los cuales van cambiando de enfoque año a año. Cabe destacar que Arauco mantiene un acuerdo con el Massachusetts Institute of Technology (MIT), a través del Industrial Liaison Program (ILP) con el objetivo de crear un espacio para la innovación relacionada a este sector.

| PROYECCIONES

(1) CERTIFICACIÓN

Un punto importante para el futuro desarrollo del proyecto es seguir con los testeos de carácter técnico para poder certificar el producto de la mejor manera. Estas pruebas son esenciales si se quiere lanzar el producto al mercado ya que se compite con el protector de polipropileno, el cual lleva más de 40 años implementándose.

Son necesarias las mediciones de concentraciones de CO₂, Humedad de la tierra, nuevas pruebas de luminosidad y temperatura. Por otro lado, se esperaría tener la certificación oficial sobre su capacidad biodegradativa junto con un análisis de ciclo de vida que respalde la disminución del impacto ecológico.

(2) TESTEO A GRAN ESCALA

Ligado al objetivo anterior, se espera lograr conseguir financiamiento y apoyo externo para poder llevar a cabo la implementación y testeo de los protectores en al menos una hectárea plantada. Con esto se busca observar las consecuencias del protector en el crecimiento de especies nativas, considerando sus ritmos de crecimiento como supervivencia frente al clima y animales.

| CONCLUSIONES

Mi gusto por la naturaleza, especialmente la flora nativa chilena, en conjunto con el interés en las temáticas medioambientales y el aporte del diseño en proyectos interdisciplinarios, me llevaron a encontrar una oportunidad en el ámbito de la reforestación ecológica.

El proyecto está ligado a un fuerte análisis de contexto, en conjunto con investigación y testeo de biomateriales. El resultado, un protector forestal capaz de insertarse en el medioambiente sin tener consecuencias ni impactos negativos para los humanos, animales y el medioambiente.

Personalmente, se considera que el proyecto fue capaz de cumplir con todos los objetivos específicos planteados en un comienzo. El resultado es capaz de insertarse en el mercado, cumpliendo con los estándares de precio y ofreciendo una oportunidad real. Respecto a los beneficios que entrega el protector de polipropileno, el refugio ecológico es capaz de lograr características similares, incluyendo además al usuario instalador y al medioambiente como elementos esenciales a considerar.

Se espera poder seguir desarrollando el proyecto, con el objetivo de certificar sus beneficios y cualidades ecológicas. Además sería interesante la evaluación del desarrollo de diferentes modelos que se adapten a las distintas especies nativas y a las condiciones medioambientales de todo el país.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

-Celis, J., Ippi, S., Charrier, A. & Garín, C. (2011). *Fauna de los bosques templados de Chile: Guía de campo de los vertebrados terrestres*. Concepción, Chile: Corporación Chilena de la Madera.

-CONAMA. (2008). *Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos*. (2a ed.). Santiago, Chile: Ocho Libros Editores.

-Donoso, C. (2015). *Estructura y dinámica de los Bosques del Cono Sur de América*. Santiago, Chile: Universidad Mayor.

-Meyer, B., Anderson, D. & Bohning, R. (1966). *Introducción a la fisiología vegetal*. Buenos Aires, Argentina: Eudeba.

- Marchant, I., García, E., González, M., Chung, P. & Soto, H. (2009). *Vivero forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta*. Concepción, Chile: Instituto Forestal de Chile.

-Fontaine, M. (2017). *Bosque nativo en tres miradas*. Santiago, Chile: Roberto Mandiola

-Dietmar, S. & Quiroz, I. (2001). *Tratamientos intermedios y técnicas de manejo*. Valdivia, Chile: Imprenta Austral.

-Consejo de Política Forestal. (2016). *Política Forestal 2015 - 2035*. Santiago, Chile: [s.n]

-Jorgensen, E. & Mitsch, W. (2004). *Ecological engineering and ecosystem restoration*. New Jersey, Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.

-Varnero, M.T., González, P., Silva, G. (2002). *Acondicionamiento orgánico para la rehabilitación de Ecosistemas con Riesgo de Degradación*. En: *Avances en restauración ambiental con énfasis en recuperación ecológica*. Publicaciones Misceláneas Forestales, (4), (pp.19-24). Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

-Fernández Chicharro, I., Morales San Martín, N., Olivares Dávila, L., Salvatierra Caballero, J., Gómez Unjidos, M. & Montenegro Rizzardini, G. (2010). *Restauración Ecológica para Ecosistemas nativos afectados por incendios forestales*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

-Oliet, J., Perez, C., Briones, B. (2017). *Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía*. En 7ª Congreso Forestal Español. Cáceres, España: Plasencia.

ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

-Chadzon R., Brancalion P., Laestadius L., Bennett-Curry A., Buckingham K., Kumar C., Moll-Roczek J., Vieira I. & Wilson S.J. (2016). When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. *Ambio*, 45(5), 538-550. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0772-y>

-Castillo, M., Pedernera, P., Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: Una síntesis global. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIMPA*, 19 (3y4), 44-52. Recuperado de: <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/GRFFS/18.pdf>

-Constanza, R. (2012). Ecosystem health and ecological engineering. *Ecological Engineering*, 45, 24-29. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.03.023>

-Fernández, C., Vega, J. (2011). Erosión después de incendios forestales. *Boletín informativo CIDEU*, 10, 23-36. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3869039.pdf>

-Arnold, J., Alston, S. (2012). Life cycle assessment of the production and use of polypropylene tree shelters. *Journal of Environmental Management*, 94, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.09.005>

-Bergh, G., Promis, A. (2011). Conservación de los bosques nativos de Chile, Un análisis al Informe FAO sobre la Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales. *Bosque Nativo* 48, 9-11. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Alvaro_Promis/publication/236797180_Conservacion_de_los_bosques_nativos_de_Chile_-_Un_analisis_al_Informe_FAO_sobre_la_Evaluacion_de_los_Recursos_Forestales_Nacionales/Conservacion-de-los-bosques-nativos-de-Chile-Un-analisis-al-Informe-FAO-sobre-la-Evaluacion-de-los-Recursos-Forestales-Nacionales.pdf

-Promis, A. (2016). Dinámica natural como referencia en restauración de bosques. *Chile Forestal*, (383), 15-17. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/311646953_Dinamica_natural_como_referencia_en_restauracion_de_bosques

Alba, S., Alcázar, M., Barbero, F. & Cermeño, F. (2011). Erosión y manejo del suelo. Importancia del laboreo ante los procesos erosivos naturales y antrópicos. Recuperado de: http://digital.csic.es/bitstream/10261/60833/1/Capitulo13_38.pdf

-Valenzuela, P., Arellano, E., Burger, J., Oliet, J., Perez, M. (2018). Soil conditions and sheltering techniques improve active restoration of degraded *Nothofagus pumilio* forest in Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management*, 424, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.042>

ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

-FAO. (2010). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010: Términos y Definiciones*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/am665s.pdf>

-PNUD. (2016). *Manejo sustentable del bosque nativo*. Recuperado de: http://www.cl.undp.org/content/dam/chile/docs/medambiente/undp_cl_medioambiente_Manejo-bosque-nativo.pdf

-Del Pozo, S. (2013). *Historia de los Bosques Naturales y Forestal de Chile*. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/santiagodelpozo1/historia-de-los-bosques-naturales-y-forestal-de-chile>

-Chile. Ministerio de Agricultura. (2016). *Estrategia Nacional de Cambio climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025*. Recuperado de: <http://www.adapt-chile.org/web/wp-content/uploads/2016/11/ENCCRV-V2-200616.pdf>

-Chile. Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022*. Recuperado de: http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf

-Nájera, A. (s.f). *Protección de plantas forestales contra el ataque de lagomorfos y roedores*. Recuperado de: https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/foros/mezquite/PROTECCION_DE_PLANTULAS_FORESTALES_CONTRA_EL_ATAQUE_DE_LAGOMORFOS_Y_ROEDORES.PDF

-FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>

-FAO. (2016). *El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i5588s.pdf>

-Naciones Unidas. (2007). *Convención de Lucha contra la Desertificación*. Recuperado de: <https://www.unccd.int/sites/default/files/levant-links/2017-01/16add1spa.pdf>

-Naciones Unidas. (2015). *Convención Marco sobre el Cambio Climático: Aprobación del Acuerdo de París*. Recuperado de: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>

-Arriagada, V. (2012). *Reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques (REDD+) en los países de América Latina*. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3995/S2012056_es.pdf;jsessionid=BFAA8345D55C1B3EE-87671F620B70337?sequence=1

-Sociedad Naturalista Patagonia. (2012). *Plan de Manejo: Proyecto de Forestación con Especies Nativas en Parque Nacional Torres del Paine*. Recuperado de: <https://www.reforestemos.cl/es/informes-tecnicos/>

-Chappelka, A., Ponder, H., Tilt, K., West, D. & Williams, D. (1999). *Effect of Tree Shelters on Survival, Growth, and Wood Quality of 11 Tree Species Commonly Planted in the Southern United States*. Recuperado de: <http://joa.isa-arbor.com/articles.asp?JournalID=1&VolumeID=25&IssueID=2>

-Figueroa, V. & Sardiña, C. (2009). *Bambú en Chile: Posibilidades de industrialización y estandarización del cultivo*. Recuperado de: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-figueroa_v/pdfAmont/aq-figueroa_v.pdf

LEYES / NORMAS

-Ley N° 20.283. Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 30 de julio de 2008.

-Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (2001). *Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. (D.S. N°95). Santiago, Chile: Autor.

PÁGINAS WEB

-Compensación por medio de forestación: Desafíos de un proceso necesario. (2017, 17 de junio). Recuperado de: <http://www.lignum.cl/reportajes/compensacion-medio-forestacion-desafios-proceso-necesario/>

-CONAF, (2017). Bosques en Chile. <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/>

-CONAF, (2018). Incendios Forestales. Recuperado de <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/>

-Cómo hacer un té de composta en 6 pasos. (s.f). Recuperado de: <https://ecoosfera.com/2014/05/como-hacer-un-te-de-composta-en-6-pasos/>

-Colihue. (s.f). Recuperado de: <https://www.colihuebambu.cl/>

-Cholguan Liso. (s.f). Recuperado de: <https://www.arauco.cl/chile/marcas/cholguan/cholguan-liso/>

-Kerf Bending. (s.f). Recuperado de: <https://lmnarchitects.com/tech-studio/fabrication/kerf-bending/>

-Tableros de Cholguan, Arauco. (s.f). Recuperado de: <https://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/6481/table-ros-de-cholguan-arauco>

-Té de compost, una solución efectiva para los problemas radiculares. (s.f). Recuperado de: <http://www.redagricola.com/cl/te-compost-una-solucion-efectiva-los-problemas-radiculares/>

-Transmitancia y absorbancia. (s.f). Recuperado de: <https://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/transmitancia-y-absorbancia>

-Retiran los plásticos destinados a proteger árboles plantados en el Paine. (2017, 24 de agosto). Recuperado de: <https://laprensaaustral.cl/cronica/retiran-los-plasticos-destinados-a-proteger-arboles-plantados-en-el-paine/>

-Gómez Pastene, M. (2008, 21 de abril). Colihue y la Quila salen al mercado. El Mercurio. Recuperado de: <https://www.conicyt.cl/fondef/2008/04/21/el-colihue-y-la-quila-salen-al-mercado/>

-Superficies de bosques. (s.f). Recuperado de: <http://www.corma.cl/perfil-del-sector/superficies-de-bosques/>

-Plantaciones forestales. (s.f). Recuperado de: <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/plantaciones-forestales/>

-¿Por qué Forestar?. (s.f). Recuperado de: <https://www.reforestemos.cl/es/por-que-forestar/>