



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

DISEÑO | UC  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño

# mölch

— cubiertas agrícolas sostenibles —

Autora: Mónica Paz Kattan Chahin

Profesor guía: Iván Caro Pinto

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

Marzo 2020  
Santiago, Chile





PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

DISEÑO | UC  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño

mölch

— cubiertas agrícolas sostenibles —

Autora: Mónica Paz Kattan Chahin  
Profesor guía: Iván Caro Pinto

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

· Marzo 2020 ·  
Santiago, Chile



Me tomo este espacio para agradecer a todas las increíbles personas que dispusieron de su tiempo y energía para aportar en este proyecto, entre estos a Ivan Caro, por su guía y orientación durante todo este proceso. Muchas gracias también a cada miembro de mi familia, por acompañarme a su manera durante estos seis años de carrera. Sobretudo a mi mama, por su apoyo y respaldo incondicional, sin el cual nada de esto habría sido posible. Gracias especialmente a Sebastián, por siempre creer en mí y brindarme su amor sin limitantes, además de su infaltable compañía. A mis amigas por crecer conmigo, y por todas las risas incansables y anécdotas inolvidables. También a mis compañeros, por transmitirme sus conocimientos y su vocación hacia el diseño. Finalmente, agradecer a Matías Méndez, por todo lo que me ha enseñado, por sus invaluable consejos y por ayudarme a crecer como persona.

# Índice

---

**INTRODUCCIÓN AL PROYECTO** 9

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA** 10

**I MARCO CONCEPTUAL** 15

1. Consumo Sustentable 15

2. Agricultura Chilena 19

3. Crisis Hídrica 23

4. El Agua en la Agricultura 27

5. Mulching 33

**II ANÁLISIS Y PROBLEMATIZACIÓN** 41

1. Films Plásticos 41

2. Problematicación 48

**III FORMULACIÓN DEL PROYECTO** 52

1. Formulación y objetivos 52

2. Referentes 54

3. Usuarios 56

4. Contexto de Implementación 57

## **IV DESARROLLO DEL PRODUCTO**

- 1. Requerimientos de Diseño **61**
- 2. Captación de Materia Prima **62**
- 3. Síntesis del Material **64**
- 4. Configuración de la superficie **66**
- 5. Prototipado **69**
- 6. Testeo **74**

## **V DESARROLLO DEL SERVICIO**

- 1. Requerimientos de Diseño **81**
- 2. Prototipado **82**
- 3. Testeo **86**

## **VI PROPUESTA FINAL**

- 1. Molch **92**
- 2. Imagen de Marca **100**
- 3. Modelo de Negocios **104**
- 4. Proyecciones **108**

## **CIERRE** **111**

## **REFERENCIAS** **112**

## **ANEXOS** **114**



· Imagen 2  
Fotografía de Roman Synkevych  
<https://unsplash.com/photos/fjj7LVpCxRE>



# Introducción al proyecto

*“Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” (CMMAD, 1987).*

Junto con el comienzo de una nueva década, llegan una serie de nuevos desafíos para la humanidad, los cuales están cada vez más relacionados con la crisis climática y social que como comunidad enfrentamos. El cambio climático es un concepto tan amplio como complejo pues abarca un sinfín de problemas y causales que están provocando una serie de impactos y consecuencias negativas en nuestro entorno. Estas problemáticas surgen principalmente por la manera en la cual nos relacionamos con nuestro ambiente y con nuestros recursos. Uno de los grandes ejes de esta crisis son los patrones de consumo actuales, los cuales fomentan la cultura del desecho, la producción en masa y, el consumo indiscriminado de recursos naturales, entre muchos otros. Dicho esto, se vuelve urgente el desafío de replantear estos patrones, con el fin de cambiarlos, revertirlos o derechamente eliminarlos, para de esta manera poder avanzar hacia una sociedad cada vez más sostenible.

Nunca más que hoy, la disciplina del Diseño debe considerar la sostenibilidad como uno de sus fundamentos principales, y

debe velar por alcanzarla a través de la innovación y el diseño. Nosotros como diseñadores, tenemos que presentarnos como agentes de cambio, y a través del estudio y análisis de las problemáticas existentes, identificar aquellas oportunidades claves para encaminarnos hacia un futuro más sostenible. Para lograrlo es necesario replantearnos más allá de los productos o servicios que nos rodean, y comenzar a enfocarnos en los sistemas que los sostienen. Estos contemplan desde las materias primas, los procesos productivos y los canales de distribución, hasta los objetos mismos, sus medios de consumo, métodos de descarte y posterior reinserción. Nuestro entorno está compuesto por una serie de estos sistemas, los cuales interactúan entre unos y otros. Esta interconectividad es clave para el futuro desarrollo sostenible, y también ha sido clave para este proyecto, el cual se fue construyendo a partir de conexiones entre sistemas provenientes del mundo agrícola y textil, con el fin de generar un nuevo sistema capaz de solucionar la problemática identificada.

# Planteamiento del problema



Según los criterios de vulnerabilidad establecidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC); Chile es un país altamente vulnerable a este, pues cumple con siete de los nueve criterios existentes (MMA, 2017). Esto coloca a Chile en una situación complicada que nos obliga a generar rápidamente cambios significativos, con el fin de adaptarnos y mitigar los efectos del cambio climático en nuestro país.

Uno de los grandes desafíos climáticos que están afectando, y seguirán afectando a nuestro país, es la paulatina reducción de las precipitaciones. Durante el periodo de 2010-2015 la zona centro-sur, que comprende desde Coquimbo hasta el BíoBío, presentó un déficit de precipitaciones cercano a un 30% (CCG-UC, 2019); la mayoría de los estudios y proyecciones indican que este déficit aumentará durante los siguientes años. La reducción de las precipitaciones, acompañada del aumento de la temperatura atmosférica y el derretimiento de glaciares, tienen por consecuencia la disminución significativa de los recursos hídricos propios del país. Lo que a su vez ha generado un largo período de sequía y escasez, que afecta tanto a la comunidad como a los sectores productivos.

La Industria Agrícola es uno de los principales sustentos económicos de Chile, y es a su vez, una de las más grandes afectadas por esta crisis, pues la mayoría de sus actividades dependen directamente del agua. Frente a esta disminución del recurso disponible es que ha tomado fuerza en el rubro agrícola el concepto de eficiencia hídrica, el cual apunta al uso optimizado del agua. Siguiendo esta lógica, se han diseñado e implementado nuevas herramientas en la agricultura, como por ejemplo los sistemas de riego tecnificado o riego por goteo. Una de estas técnicas, y la que en este proyecto se ha buscado abordar, es el mulching. Esta es una práctica agrícola que se caracteriza por la disposición de una capa protectora sobre la tierra que rodea a una planta con el fin de evitar la rápida evaporación del agua, manteniendo así la humedad de la tierra por más tiempo y disminuyendo la necesidad hídrica de la planta. Además de esto, el uso de mulch trae consigo una serie de beneficios asociados que los convierten en una valiosa y eficiente herramienta agrícola. Existen diferentes tipos de mulch, pero el más usado en el mercado actual son los films plásticos. Si bien estos son altamente eficientes y resistentes en comparación con otras opciones, una vez cumplido su propósito se transforman en grandes cantidades de desecho plástico. Al no saber qué hacer con estos residuos los agricultores terminan acumulándolos, enterrándolos o hasta

incinerándolos, generando un gran impacto al ecosistema. Si bien, algunos agricultores tienen la intención de hacerse cargo de estos desechos, no son muchas las opciones pues el material tiene poco valor para el reciclaje y no existen entidades ni empresas que se preocupen de recolectarlo. Además de esto la implementación de estos films requiere de una inversión de recursos humanos, económicos y tecnológicos considerable. Para las grandes empresas agrícolas esta inversión es insignificante, pero para los pequeños y medianos agricultores este es un gran obstáculo a la hora de buscar los beneficios del mulching.

Por estas razones, el uso de mulchs, a pesar de ser una herramienta altamente eficiente para optimizar el agua, resulta poco sustentable social y ambientalmente. Frente a esta disyuntiva se postula este proyecto, en un esfuerzo por replantear el sistema detrás del mulching agrícola y generar una alternativa que ofrezca los beneficios de esta práctica de manera inclusiva con la comunidad rural y responsable con el medio ambiente.

## • Qué

Molch es un sistema sostenible de producción local, orientado a potenciar la agricultura familiar chilena, a través de un servicio de asesoría, instalación y recolección, de cubiertas agrícolas no tejidas elaboradas con poliéster reutilizado.

## • Por qué

Actualmente la agricultura chilena necesita optimizar el uso del agua para riego, a través de prácticas como el mulching. Sin embargo, las opciones disponibles en el mercado se limitan a cubiertas plásticas desechables, que provienen de sistemas perjudiciales para el medioambiente, y que además, son poco accesibles para la agricultura familiar por sus altos costos de implementación.

## • Para qué

Potenciar la agricultura familiar chilena, a través de una solución agrícola que optimizará el uso de agua en sus cultivos, de manera sustentable con el medio ambiente.







I.  
**MARCO  
CONCEPTUAL**



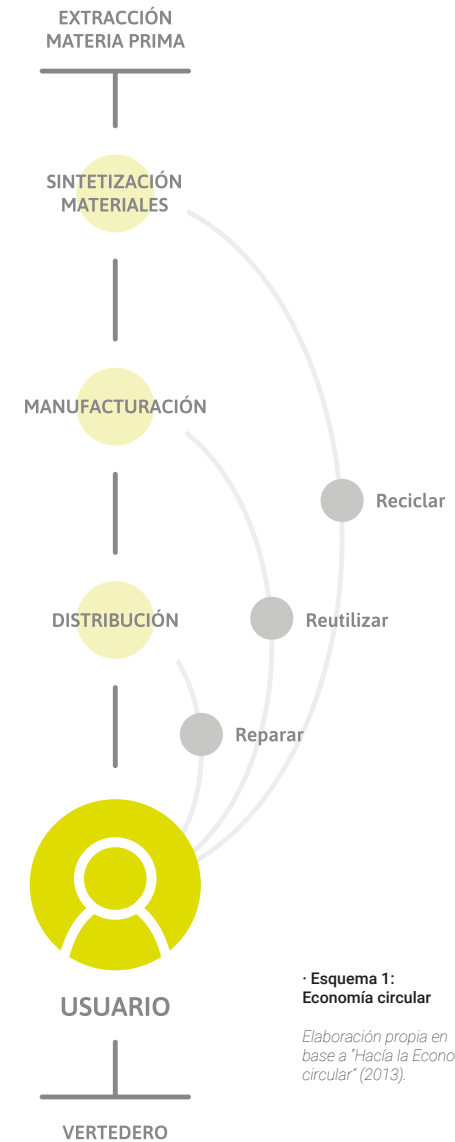
# 1. Consumo Sustentable

## 1.1 Economía Circular

Junto con el estallido de la primera revolución industrial nació y se estableció en los mercados un modelo de producción y consumo lineal. Con el paso del tiempo las tecnologías y los procesos cambiaron, pero este modelo se mantuvo sin mayores variaciones. Hoy, frente a la crisis ambiental y social que vivimos, se vuelve relevante que nos replanteemos este modelo y que reflexionemos sobre las consecuencias que ha tenido en nuestro escenario actual. En una economía lineal las organizaciones extraen recursos, luego aplican energía y trabajo en convertirlos en productos, los cuales se venden a consumidores que rápidamente los desechan cuando ya no cumplen su propósito. Este es un modelo que consume muchos recursos y energía, y que además, genera enormes cantidades de desechos durante cada una de sus etapas.

Por otro lado, “una economía circular es restauradora por intención; apunta a confiar en las energías renovables; minimiza, rastrea y elimina el uso de químicos tóxicos; y erradica los

residuos mediante un cuidadoso diseño” (The Ellen Macarthur Foundation, 2013). Para poder enfrentar los desafíos actuales, la transición hacia modelos económicos circulares es esencial. En una economía circular la basura no existe, pues los productos están diseñados para ser reciclados o remanufacturados cuando se descarten. Dándole importancia al valor de los materiales que conforman un producto, aun cuando este ya haya cumplido su propósito, estos aún poseen un valor y podrían convertirse nuevamente en materia prima. Además, la economía circular traza una línea diferencial entre lo que es el consumo y el uso de los productos. “La economía circular aboga por la necesidad de un modelo de “servicio funcional” en el que los fabricantes o minoristas conserven cada vez más la propiedad de sus productos y, cuando sea posible, actúen como proveedores de servicios, vendiendo el uso de productos, no su consumo unidireccional” (The Ellen Macarthur Foundation, 2013).



## 1.2 Sistemas Producto-Servicio

***“Un Sistema Producto-Servicio se puede definir como el resultado de una estrategia de innovación, cambiando el enfoque comercial del diseño y la venta de productos físicos, a la venta de un sistema de productos y servicios capaces de satisfacer las demandas específicas de los clientes” (Manzini & Vezolli, 2002).***

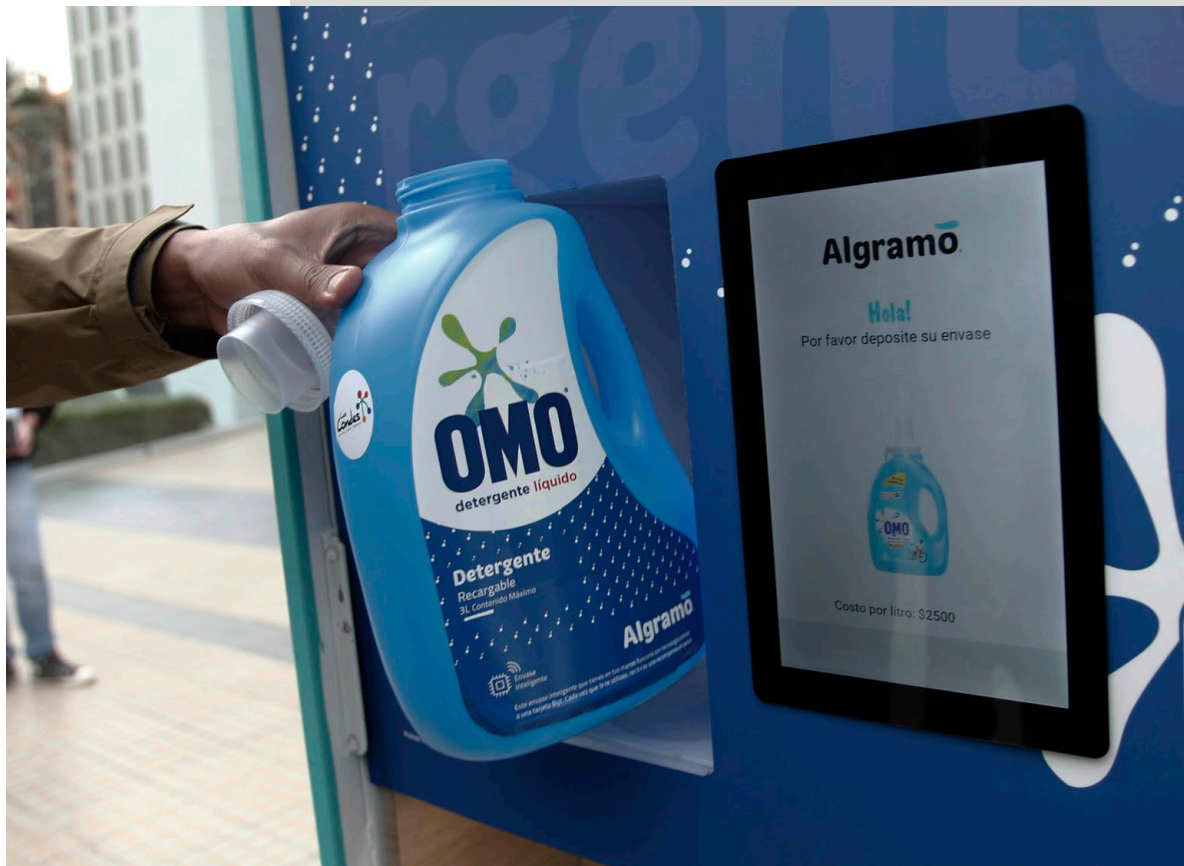
Para transitar el camino hacia este modelo de consumo sustentable los cambios deben ir más allá del rediseño de productos o servicios, y apuntar hacia las estrategias y los sistemas que los sostienen. Al enfrentar el desafío desde esta perspectiva se abre la posibilidad de producir cambios realmente importantes en ámbitos sociales y/o ambientales. Gracias a este cambio en el foco de atención nace al concepto de Sistema Producto-Servicio (SPS), el cual busca ampliar la percepción aislada que se tiene de los productos y los servicios, reconociendo estos como resultado de toda una estrategia y un sistema detrás.

En un SPS el foco del consumo cambia, deja de ser solo un producto físico o un servicio básico para convertirse en una red compleja de productos y servicios que buscan de manera conjunta cumplir más eficientemente las necesidades de los usuarios. De esta manera se le resta importancia al consumo mismo, para valorizar en cambio su uso. A su vez, este aumento en el valor percibido por los consumidores se traduce en un vínculo mucho más significativo entre las organizaciones y los consumidores.

Respecto al potencial sustentable de los SPS, este se basa principalmente en la idea de la optimización sistemática. Mientras que el enfoque tradicional se limita a ver la optimización sólo desde la perspectiva del objeto consumible, los SPS la trabajan a nivel de sistema, lo que implica cambios mucho más trascendentales y profundos. Vale mencionar que el grado de optimización de un sistema depende del cuidadoso diseño de cada una de las etapas que lo componen, y de cómo estas se relacionan entre sí y con su entorno.

Por lo anteriormente descrito, se ha tomado la decisión de abarcar la problemática planteada en este proyecto desde un modelo de Sistema Producto-Servicio, el cual buscará reducir el consumo lineal de films plásticos al reemplazarlo por un sistema que ponga en valor el ciclo circular del producto. Se trabajarán desde el diseño estratégico cada una de las etapas y los componentes del sistema, para que así logren en conjunto generar una alternativa eficiente y sostenible tanto ambiental como socialmente.





## Caso Referencial

### Algramo

Algramo es una empresa chilena fundada en el año 2013, que a través de un Sistema Producto-Servicio, ofrece a sus clientes la posibilidad de consumir detergentes y lavalozas de manera sostenible. Al comprar un envase inteligente de Algramo, el cliente accede a la posibilidad de recargarlo múltiples veces gracias a un servicio a domicilio a cargo de la misma empresa. Así, por medio de un producto y un servicio Algramo busca reducir el consumo de envases desechables al valorizar el uso de sus envases inteligentes.

([www.algramo.cl](http://www.algramo.cl))

Imagen 4 - Dispensador de detergente y envases inteligentes de Algramo.

<https://www.meganofticias.cl/>



· Imagen 5  
Fotografía de Dan Mayers  
<https://unsplash.com/>

## 2. Agricultura Chilena

### 2.1 La Industria Agrícola

La agricultura fue una de las primeras actividades productivas que desarrolló el ser humano cuando adoptó un estilo de vida sedentario, desde ese entonces la agricultura ha crecido, se ha expandido y especializado, formando hoy un importante rubro del sector primario en todo el mundo. En Chile, la Industria Agrícola es una de las más importantes del país, pues además de producir el alimento para la población, es un gran motor para la economía a través del mercado de exportaciones de productos agrícolas. En el año 2017 las exportaciones del sector agrícola sumaron US\$8.674, posicionándose como el segundo mayor rubro exportador después de la industria del cobre (DIRECON, 2018). Además de esto, los productos agrícolas del país acceden de manera preferencial a un 86% aprox. del PIB global, llegando a un 64% de los consumidores del mundo (ODEPA, 2019). Por otro lado, la agricultura es el principal sustento de las comunidades rurales de nuestro país, quienes representan el 25,5% de la población y habitan el 82,7% del territorio nacional (ODEPA, 2019). Lamentablemente, debido a la gran brecha que existe entre el desarrollo urbano y el rural, estas comunidades son más vulnerables.

El "sector agrícola" en Chile, abarca todas las actividades relacionadas con la explotación de la tierra, como lo son la ganadería, silvicultura, agricultura, apicultura, entre otras. Estos son subsectores de la industria agrícola, pero enfocados en distintos ámbitos, como la producción de carne, madera, miel, etc. Para evitar confusiones, en este proyecto solo nos referiremos al subsector agrícola que está directamente relacionado con el cultivo de la tierra y las plantas para la producción de alimentos. Dentro de este conjunto se encuentran todos los cultivos de frutales, hortalizas, cereales, oleaginosas, tubérculos, etc.

Chile, por su distribución geográfica, cuenta con una amplia gama de climas, gracias a la cual se han podido cultivar una gran variedad de productos en el país, fomentando el crecimiento y diversificación de la Industria Agrícola. Según el último Censo Agropecuario y Forestal (2007), son 1.303.201 hectáreas del territorio nacional las que corresponden a cultivos agrícolas estacionales y permanentes; y el 54% de los predios se concentran entre las regiones de La Araucanía, el Bio Bio y el Maule (ODEPA, 2019).

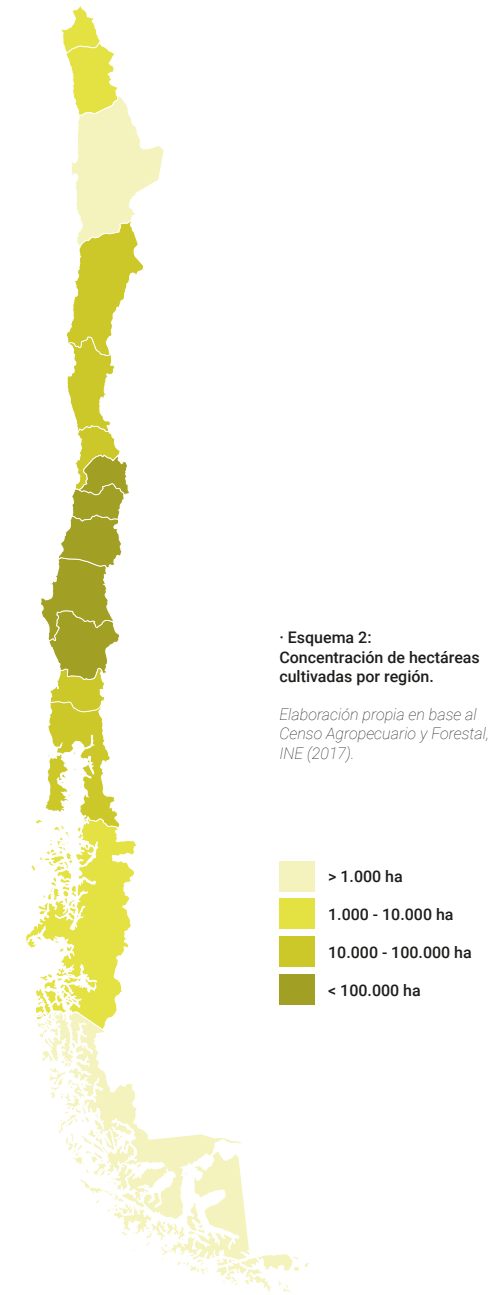




Imagen 6 · Cultivo permanente de manzanos



Imagen 7 · Cultivo estacional de cebollas

## 2.2 Tipos de Cultivos

Como se mencionó, la variedad de climas de Chile abre la posibilidad de que se den muchos tipos de cultivos, algunos de carácter estacional y otros permanentes. Se le llama “temporada” al período de tiempo que transcurre desde que un cultivo se siembra hasta que se cosecha, dependiendo del tipo de cultivo que se esté plantando será más larga o más corta la temporada. Los cultivos anuales o estacionales son aquellos cuya temporada tiene una duración menor a un año, la cual una vez finalizada se remueven por completo las plantas, esto pasa, por ejemplo, con los cultivos de lechuga o trigo. Los cultivos permanentes, por otro lado, tienen más de una temporada ya que las plantas dan frutos varias veces antes de tener que ser removidas, como es el caso de la mayoría de los árboles frutales. Según la ODEPA (2019), los cultivos más importantes a nivel nacional son los de trigo, avena, maíz, raps y arroz; juntos estos representan el 75% de la superficie total sembrada. Vale mencionar, que todos estos corresponden a cultivos anuales y son en su mayoría exclusivamente para el consumo de la población nacional.

Dentro de los rubros productivos destaca la fruticultura, un subsector de la agricultura orientado al cultivo de frutales, en donde un 60% de la producción es exportada (ODEPA, 2019). Las uvas de mesa son el producto agrícola con mayor salida,

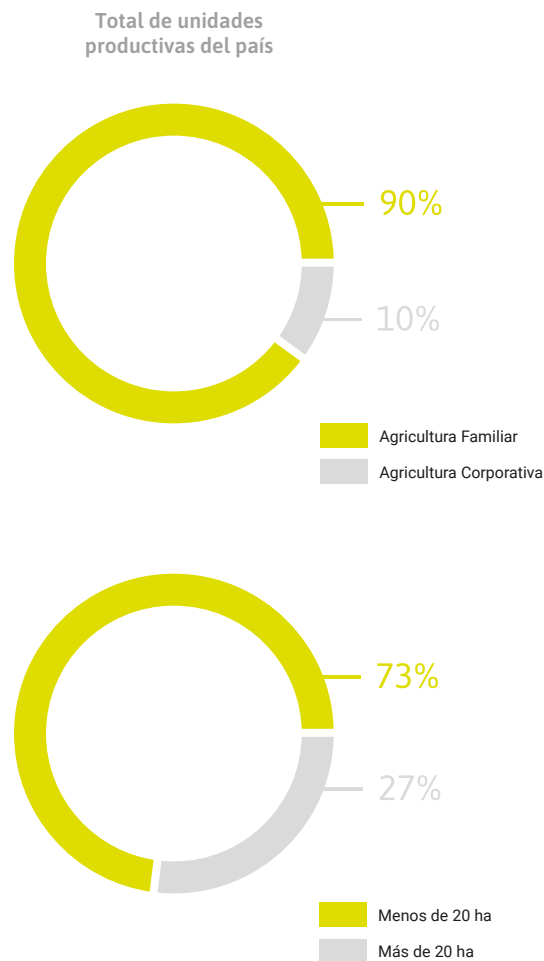
seguido de las manzanas y las cerezas. La industria frutícola ha tenido un gran crecimiento en nuestro país y le ha dado a Chile una ventaja preferencial en el mercado al ser uno de los pocos exportadores del hemisferio sur que provee a los países del hemisferio norte durante su invierno.

Otro subsector importante son los cultivos de hortalizas, los cuales se destinan en su mayoría para consumo fresco nacional. Entre las hortalizas sobresalen los cultivos anuales de cebollas, lechugas, tomates, zapallos y zanahorias como los más cultivados. Debido a su mayor flexibilidad, los cultivos de hortalizas se adaptan bien a diferentes entornos y condiciones, es por esto que el sector ha ido expandiéndose en Chile, sobretodo luego de la sequía. La horticultura se concentra mayormente en la zona central del país, entre las regiones de Coquimbo y Maule se encuentra un 85% de la superficie horticola nacional (ODEPA, 2019).

Entender los tipos de cultivos y sus ciclos es de suma importancia para el proyecto, pues ayudarán a entender más adelante las diferentes necesidades y requerimientos de cada uno.

## · Esquema 3

Elaboración propia en base al Censo Agropecuario y Forestal, INE (2017).



## 2.3 Agricultura Familiar

Respecto a la clasificación de los agricultores, estos se separan en dos grandes segmentos: la agricultura familiar, de los pequeños y medianos agricultores; y la no familiar o corporativa. Los autores Berdegué y López (2017) definen la agricultura familiar como *"la forma de organización para la producción agrícola que se basa principalmente en el trabajo de los miembros de un grupo familiar, independientemente de la forma de tenencia de la tierra, de la superficie de la explotación, o del valor, volumen o destino de la producción"*. El 90% del total de las unidades productivas agrícolas del país son manejados por la agricultura familiar; que además controla el 54% de la producción de hortalizas, el 40% de los cultivos anuales y el 30% de las viñas viníferas (ODEPA, 2019). Si bien la mayoría de las explotaciones agrícolas están vinculadas a la agricultura familiar, las empresas agrícolas poseen los predios más extensos, mientras que las explotaciones de los pequeños y medianos agricultores no superan las 40 hectáreas. Es más, según el censo, un 73,4% de los predios son de un tamaño menor a 20 hectáreas (ODEPA, 2019). La principal diferencia entre los pequeños y medianos agricultores es que en los primeros las labores de producción dependen exclusivamente de los miembros del núcleo familiar; mientras que en los medianos agricultores la familia administra la explotación pero la mayor parte de las labores las realizan trabajadores no familiares contratados.

La agricultura familiar campesina es el núcleo de las comunidades rurales de nuestro país. "Si este amplio y diverso sector sigue siendo importante en el conjunto de la agricultura chilena, ésta será más productiva y competitiva, más sostenible, más nacional en cuanto al origen del capital y al destino del valor

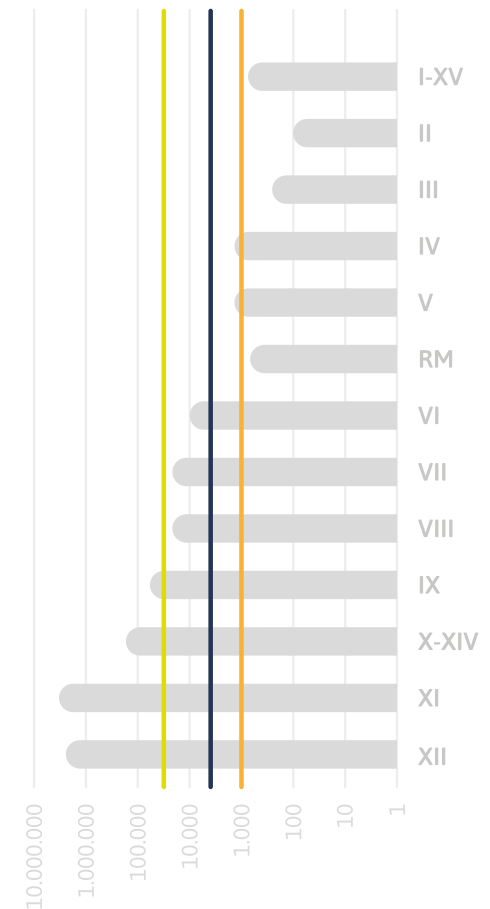
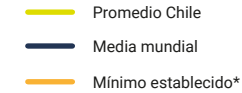
agregado, y más arraigada en las regiones, por sus vínculos identitarios y culturales y sus mayores eslabonamientos con las economías regionales" (Berdegué & López, 2017). Como mencionamos anteriormente, este sector de la población es más vulnerable pues presenta mayores niveles de pobreza, peor infraestructura, y un difícil acceso a salud y educación. Es por esto que es especialmente importante apoyar a las familias de este sector y ayudarlas a mantener sus producciones, ya sea brindándoles apoyo económico, tecnológico, teórico, etc.

Como parte del Ministerio de Agricultura, el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), tiene por objetivo, "promover el desarrollo económico, social y tecnológico de los pequeños productores agrícolas y campesinos, con el fin de contribuir a elevar su capacidad empresarial, organizacional y comercial, su integración al proceso de desarrollo rural y optimizar al mismo tiempo el uso de los recursos productivos" (INDAP, 2020). Mediante esta institución y sus Programas de Desarrollo Local (PRODESAL), los agricultores tienen acceso a información, capacitaciones, servicio técnico, subsidios y otros. Entre los requisitos para poder acceder a estos beneficios los postulantes deben tener una superficie de riego básico menor a 12 hectáreas y vivir principalmente de los ingresos de su producción agrícola. Si bien la labor de esta institución es muy importante, la crisis actual que se vive en la agricultura hace necesarios aún más esfuerzos o sistemas cuyo objetivo central sea apoyar el pequeño y mediano agricultor.

· Imagen 8  
Fotografía de DerWeg  
<https://pixabay.com/>



## 3. Crisis Hídrica



· Esquema 4: Disponibilidad de agua en Chile por habitante, promedio según región. (m³/hab/año)

Elaboración propia en base a "Estrategia Nacional de Recursos Hídricos" (MOP, 2012)

\*Establecido como mínimo para asegurar el derecho básico al agua.

### 3.1 Los recursos hídricos de Chile

Para hablar de la crisis hídrica que afronta el país es necesario entender cuáles son los principales recursos hídricos de este, y cómo se distribuyen. El total de aguas renovables en Chile alcanza los 922 km<sup>3</sup> anuales, siendo el 14° país del mundo con mayor disponibilidad de agua (Santibáñez, 2017). Esta agua se presenta de manera superficial, como ríos y cuencas; o subterránea, contenida en acuíferos y napas. Además de estas dos fuentes principales, una pequeña fracción del agua se encuentra en estado sólido, como es el caso de los glaciares; y una fracción aún más pequeña se encuentra en la atmósfera en estado gaseoso, como en vapor y nubes. Respecto a las aguas superficiales, Chile tiene 101 cuencas hidrográficas principales, que nutren 1.251 ríos por escorrentía (Santibáñez, 2017). En el caso de las aguas subterráneas son 212 los acuíferos

reconocidos dentro del territorio nacional (DGA, 2017). Debido a la extensión geográfica y a la variedad de climas en nuestro país, existen zonas más húmedas que otras. Hacia el norte predomina un ambiente más seco por lo que las fuentes de agua son más escasas, mientras que más al sur se da paso a climas más húmedos en donde abundan los ríos y lagos. Todas estas fuentes de agua en conjunto son el sustento de una serie de actividades en el país, como la minería, la agricultura, la generación de energía, etc. Pero, por sobretodo, son parte de los recursos básicos que nos mantienen vivos y a nuestro ecosistema en equilibrio. Una reducción de este sustento amenaza no solo al sector productivo, sino que pone en riesgo a nuestra comunidad y al ecosistema que nos sostiene.

## 3.2 Reducción de las precipitaciones y sequía

***“La crisis junto con el aumento de la demanda de agua, ha ocasionado que hoy en día la mayoría de las cuencas de Valparaíso al norte hayan sido declaradas agotadas; y que además, hayan más de 150 acuíferos bajo restricción de extracción y 11 bajo prohibición” (G, Donoso, comunicación personal, 10 de Septiembre 2019).***

Entendemos el cambio climático como consecuencia de la acumulación de CO<sup>2</sup> y de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, lo que aumenta la temperatura general del planeta. Este aumento de temperatura tiene efectos directos sobre los recursos hídricos del planeta pues afecta el ciclo hidrológico del agua, mediante el cual, el agua se transforma entre sus estados líquido, sólido y gaseoso; y se distribuye en el ecosistema. Según el texto “Cambio Climático en Chile: Ciencia, Mitigación y Adaptación” (2019), con el aumento de la temperatura subirá la tasa de evaporación de los océanos y se alterarán los patrones de circulación de la atmósfera, cambiando la ubicación y persistencia de centros de alta y baja presión atmosférica. Estos cambios repercutirán directamente en las precipitaciones, variando su cantidad e intensidad en diferentes puntos del planeta, afectando a la escorrentía y disponibilidad de recursos hídricos.

En el caso de Chile, el incremento de la temperatura global ha ocasionado una reducción significativa de las precipitaciones, la cual comenzó en las regiones del Norte y se ha ido expandiendo cada vez más al Sur. Guillermo Donoso, profesor de Agronomía UC, estimó que Chile lleva aproximadamente 10 años de precipitaciones bajo la normal (G, Donoso, comunicación personal, 10 de Septiembre 2019). Según proyecciones de la ODEPA, para el año 2030 en la capital se registrarán 46 mm<sup>3</sup>

menos de agua caída, los cuales para el 2050 alcanzarán unos 64 mm<sup>3</sup> menos (Bascopé, 2013). La continua disminución de las precipitaciones ha significado un problema para los recursos hídricos del país, pues ha reducido la escorrentía en ríos y ha limitado la percolación de agua hacia los acuíferos. Además el aumento de temperatura ha hecho que la nieve y los glaciares se derritan con mayor rapidez y que el agua se evapore con mayor facilidad.

Producto de esto, se ha dado origen a una gran sequía o crisis hídrica en Chile, la cual ha afectado fuertemente a la zona norte y central del país, que se encuentran actualmente con un déficit crónico de agua. Según Alfonso Vargas (2019), Subsecretario del Ministerio de Agricultura, a la fecha la Dirección General de Aguas ha promulgado 15 Decretos de Escasez que afectan a 5 regiones, 129 comunas y 945.792 personas rurales. Esta gran sequía ha afectado en muchos ámbitos al país, desde la reducción del agua para consumo humano, que actualmente tiene a muchas comunidades rurales dependiendo de camiones aljibes; hasta la limitación del recurso para los sectores productivos, que han tenido que restringir su acceso al agua. Estos, y muchos otros impactos, se verán intensificados si esta crisis continúa, y según las proyecciones, está seguirá durante un largo tiempo, por lo que debemos buscar adaptarnos e intentar mitigar los efectos de ella a largo plazo.





Imagen 9 · Restos de un muelle en lo que solía ser la Laguna de Aculeo.

## Caso Referencial

---

### Laguna de Aculeo

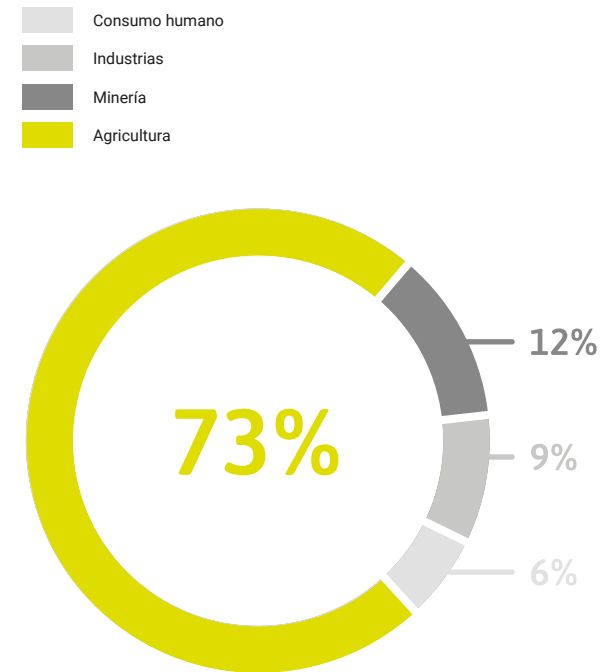
Esta laguna natural ubicada en la comuna de Paine, Región Metropolitana, fue declarada oficialmente seca en Mayo del 2018, luego de 10 años de niveles de agua bajo la normal. Según los expertos fueron dos los factores que terminaron agotando esta fuente de agua superficial, por un lado la explotación agrícola y el aumento de condominios en la zona; y por el otro la drástica reducción de las precipitaciones que han afectado a la zona durante los últimos años. Así como esta laguna, son muchas otras las fuentes de agua que actualmente están agotándose en nuestro país.

(<https://www.elmostrador.cl>)



· Imagen 10  
Fotografía de Christian Holzinger  
<https://unsplash.com/photos/sveHkwrWNWg>

## 4. El Agua en la Agricultura



Total de agua nacional

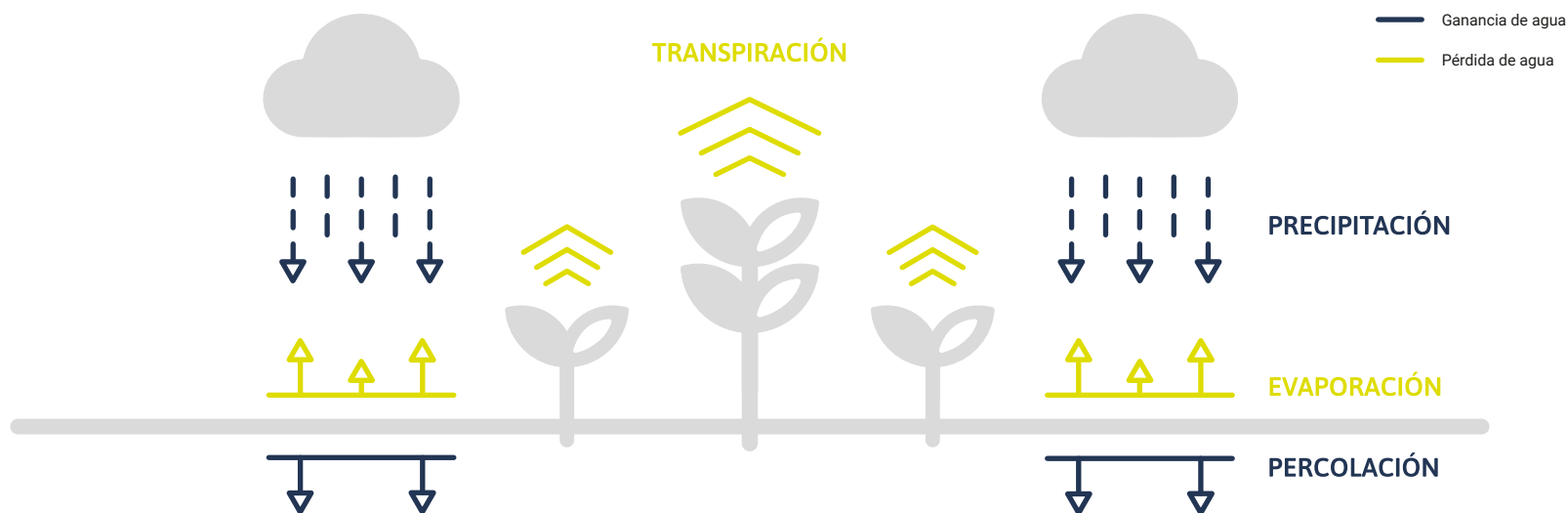
· Esquema 4:  
Principales usuarios  
del agua en Chile

Elaboración propia en base a "El cambio climático y los recursos hídricos de Chile" (Santibáñez, 2019)

### 4.1 Emergencia Agrícola

Así como muchas otras actividades productivas, la agricultura depende enormemente de la disponibilidad de agua, es más, en Chile esta es la principal usuaria acaparando un 73% del agua total nacional (Santibáñez, 2019); posicionándose por sobre la minería y el consumo humano. Frente a la sequía, la agricultura chilena se ha visto fuertemente perjudicada, tanto por la reducción de las precipitaciones como por el aumento de la temperatura. Sin duda la zona central del país ha sido la más afectada por la escasez, y es precisamente en esta zona en donde se concentra la mayoría de la actividad agrícola nacional. Según Alfonso Vargas (2019), en la actualidad el Ministerio ya ha declarado Emergencia Agrícola producto de la sequía en 6 regiones: Atacama, Coquimbo, Valparaíso, RM, O'Higgins y Maule.

La mayoría los cultivos agrícolas del país se abastecen gracias a fuentes de agua superficial, las que son captadas a través de canales y tranques. Debido a la reducción de las precipitaciones, el caudal de los ríos y cuencas ha disminuido drásticamente, lo que ha limitado el recurso para las comunidades y producciones que dependen de esas fuentes. En muchas partes del país, sobretodo en el Norte, esto ha ocasionado que los agricultores tengan que recurrir a fuentes de agua subterráneas, a las cuales se accede mediante pozos y sistemas de bombeo. La creciente demanda de estas fuentes ha comenzado a agotar muchos acuíferos, los cuales están siendo consumidos más rápido de lo que pueden reponerse. Producto de todo esto, los agricultores del país han visto considerablemente limitado su acceso al agua, y por lo mismo, su capacidad de riego.



· Esquema 5:  
Proceso de evapotranspiración  
de las plantas.

Elaboración propia en base a  
"Evapotranspiración del cultivo"  
(FAO, 2015)

Además de la disminución de las precipitaciones, el aumento de la temperatura atmosférica también ha tenido impactos en la industria agrícola. En primer lugar, una mayor temperatura perjudica la estacionalidad del agua. El rápido derretimiento de hielos y nieve, hace que los ríos aumenten su caudal en meses como Octubre o Noviembre, cuando normalmente esto sucedía en Enero o Febrero. A raíz de esto, en el verano hay menos disponibilidad de agua, época en la cual es más necesaria para el riego, lo que intensifica la sequía.

En segundo lugar, las temperaturas más cálidas han aumentado la tasa de evaporación del agua dificultando su absorción por parte de las plantas. "La evapotranspiración es la combinación

de dos procesos separados por los que el agua se pierde, a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo" (FAO, 2015). A mayor temperatura la evaporación del agua es más rápida, por lo que al regar en un día caluroso la mayoría del agua se evapora del suelo de manera directa antes de ser absorbida por la planta. Además, al igual que los humanos, las plantas transpiran, y con el aumento de la temperatura sube su tasa de transpiración, lo que se traduce finalmente en una mayor necesidad hídrica del cultivo. Es importante entender el concepto de evapotranspiración pues más adelante será clave para comprender la relación del agua con las plantas.

## 4.2 Impactos y Adaptación

Por todos los factores ya mencionados, la emergencia agrícola chilena se ha caracterizado por una fuerte disminución del agua de riego, acompañada de un aumento en la demanda hídrica del suelo y las plantas. Desde la perspectiva ambiental, esto ha ocasionado que se reduzca la superficie sembrada y regada del país; como consecuencia se han abandonado y deteriorado suelos que solían ser fértiles, dando paso a una gradual desertificación. Los cultivos también han debido adaptarse, prevaleciendo aquellos que soportan mejor el estrés hídrico frente a aquellos más dependientes. Según el profesor Guillermo Donoso, esto ha ocasionado que disminuya la superficie de frutales del país y aumente la producción de hortalizas, pues estas se adaptan mejor a la sequía (G, Donoso, comunicación personal, 10 de Septiembre 2019).

Territorialmente, la emergencia ha ocasionado que las actividades agrícolas se desplacen cada vez más al sur, donde la sequía aún no es tan intensa; y en donde, gracias al aumento de temperatura, se han abierto nuevas oportunidades. Independiente de esto, la zona central del país aún sigue siendo el foco principal de la agricultura chilena.

El contexto económico del país también se ha visto afectado por este escenario de emergencia. Las proyecciones indican que los impactos a largo plazo serán rotundos. "Algunas regiones podrían ver sus tasas de crecimiento disminuidas en hasta un 6% del PIB al 2050 como resultado de los problemas relacionados con el agua" ("Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile", 2019).

En el panorama social, la emergencia agrícola ha acentuado las brechas de las comunidades rurales, las cuales al enfrentarse a una reducción del recurso, han tenido que priorizar el agua para consumo por sobre el agua para riego; esto ha significado una disminución de su producción y, por lo mismo, de su sustento económico. En muchos casos las familias agrícolas no han podido sobreponerse a la crisis y han tenido que abandonar o vender sus tierras para emigrar a zonas más urbanas. Como vimos anteriormente la agricultura familiar es un pilar socioeconómico fundamental para Chile, por lo que su debilitación puede tener grandes consecuencias. Para combatir esto el Estado, a través del Ministerio de Agricultura, ha debido invertir grandes presupuestos para apoyar y subsidiar a los pequeños agricultores a través de créditos, concursos, fondos, y otros. Sin embargo, las consecuencias de la sequía han sido tan profundas que estos esfuerzos no han sido suficientes para proteger a las comunidades rurales, por lo que aún queda mucho trabajo por hacer en este ámbito.

Con el fin de mitigar los efectos de la sequía en el sector agrícola han nacido una serie de proyectos e iniciativas. Muchas de estas han estado orientadas a intentar aumentar o fortalecer los recursos hídricos del país. Para esto se ha impulsado la construcción de embalses y se han planteado proyectos como plantas desalinizadoras y carreteras hídricas. Lamentablemente estos proyectos requieren de millonarias inversiones, largos períodos de planificación y mucho tiempo; por lo que más que soluciones inmediatas son proyecciones a largo plazo.



Imagen 11 · Render del proyecto carretera hídrica.

## 4.3 Eficiencia Hídrica

***“Se estima que el uso eficiente y responsable del agua por parte de los sectores productivos intensivos en su consumo, podría reducir considerablemente la brecha actual y futura del vital recurso” (“Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile”, 2019).***

Frente a la imposibilidad de aumentar las fuentes o la cantidad de agua disponible a corto plazo, nace el concepto de eficiencia hídrica, el cual plantea una optimización en su uso, la capacidad de hacer más, y de mejor manera, con la misma cantidad de agua. Durante muchos procesos, tanto dentro como fuera de la agricultura, el agua se pierde o se mal aprovecha. En el escenario actual, donde esta se ha vuelto cada vez más escasa, se vuelve urgente su maximización. La iniciativa Escenarios Hídricos 2030, en su publicación “Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile” (2019), destaca ciertos ejes de acción claves para encaminar a Chile hacia un futuro más prometedor, uno de los principales es la eficiencia y el uso estratégico de los recursos hídricos. Vale mencionar, que un uso responsable del recurso no quiere decir que porque este se use mejor, se pueda intensificar su explotación; es más, esto tiene por objetivo que no se extraiga más agua, y que el excedente que quede sea para asegurar el futuro consumo humano y la reposición de las fuentes naturales.

Como principal usuaria del agua, la Industria Agrícola tiene una gran responsabilidad a la hora de implementar un uso eficaz de esta. Es más, aplicar la optimización hídrica en la agricultura es sumamente beneficioso para ella, pues al hacer mejor uso del agua se pueden satisfacer de mejor manera las necesidades hídricas de los cultivos, lo que se refleja en una mayor productividad de estos. Frente a la situación actual, adoptar prácticas agrícolas de este tipo puede marcar la diferencia entre mantenerse en el rubro o sucumbir ante la crisis. En palabras de Jaime Matas, gerente de la empresa agrícola Tattersall, es necesario generar una nueva cultura del agua en la agricultura, que gire en torno a la sustentabilidad y la eficiencia, y que se apoye en las nuevas tecnologías (Matas, J, comunicación personal, 22 de Agosto 2019). Para poder implementar la eficiencia hídrica es necesario rastrear aquellas situaciones en donde se podría optimizar su uso, o derechamente, aquellas en donde se produce una pérdida considerable del recurso.



Imagen 12 · Riego por aspersores.

<https://www.rreganoticias.cl/>

## Caso Referencial

### Riego Tecnificado

Una de las principales vías mediante las cuales se pierde agua actualmente en la agricultura es el riego, ya sea por malas prácticas o por una evaporación acelerada del agua. En Chile el método de riego más popular es el riego tendido, una práctica muy común que se utiliza en la agricultura hace muchos años, y que consiste en dejar correr el agua e inundar el cultivo durante cada riego. Este método es fácil, barato y relativamente útil; pero en tiempos de sequía es un gran desperdicio de agua. “La desventaja del método radica en que presenta una eficiencia de aplicación no mayor al 30%, debido a excesivas pérdidas por escurrimiento superficial y percolación profunda” (López-Olivari, 2016). Frente a la ineficiencia de esta práctica y gracias a las nuevas tecnologías se han desarrollado métodos mucho más prácticos e innovadores, como lo son los sistemas de riego tecnificado, que se caracterizan por involucrar procedimientos mecanizados con válvulas, regadores y mangueras. “Las nuevas prácticas de riego agrícolas, disminuyen los volúmenes de agua utilizados para el cultivo, al reducir las pérdidas en la conducción y al suministrar el agua directamente a la planta” (Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile, 2019). Algunos ejemplos de sistemas mecanizados son el riego por goteo, por aspersión o por pivotes. Es por esto que el riego tecnificado es un destacado referente de aplicación de la eficiencia hídrica en la agricultura.





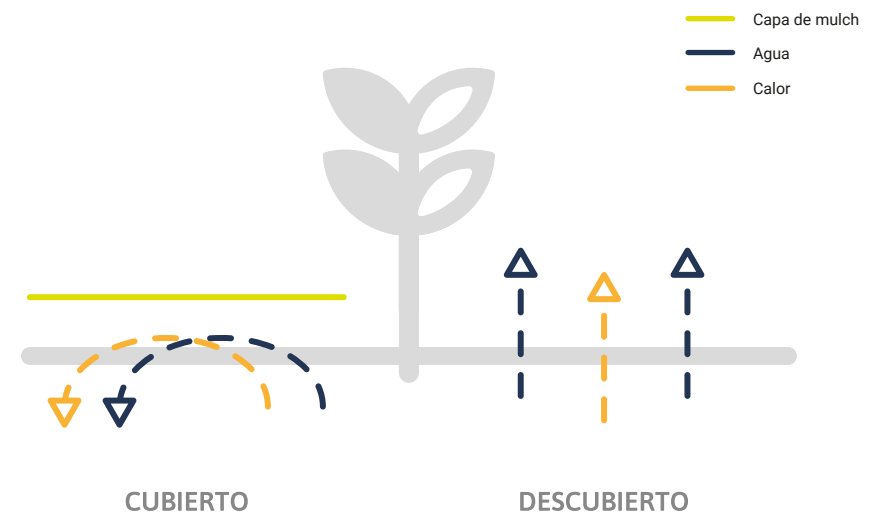
## 5. Mulching

### 5.1 Fundamentos del mulching

**“El término acolchado del suelo o “mulching” hace referencia a cualquier cubierta protectora que se extiende sobre el suelo y que constituye una barrera más o menos efectiva a la transferencia de calor o vapor de agua” (Zribi, 2013).**

Durante los últimos años se ha desarrollado bastante respecto a las técnicas de riego en pro de implementar la eficiencia hídrica en la agricultura. Sin embargo, la mayoría de los esfuerzos se han limitado solo a la tecnificación del riego, cuando existen otras herramientas que también valen la pena rescatar y cuya utilización puede ser igual de beneficiosa, tanto por sí solas o como complemento del riego mecanizado. Esta investigación se ha centrado en la práctica del mulching como herramienta agrícola para maximizar el uso del agua en la agricultura.

El “mulching” es una técnica agrícola muy antigua que nació como respuesta a la rápida evaporación del agua de riego. Un mulch es una capa que se usa para recubrir el suelo del cultivo alrededor de la planta, y que tiene por objetivo retener la humedad de la tierra al limitar la evapotranspiración. Además de su eficiencia en torno a la retención de humedad, la implementación de mulchs tiene muchos otros beneficios asociados que los convierten en herramientas agrícolas provechosas.



· Esquema 6:  
Comparación entre suelo  
cubierto con mulch y suelo  
descubierto.

*Elaboración propia.*

## 5.2 Funciones y beneficios

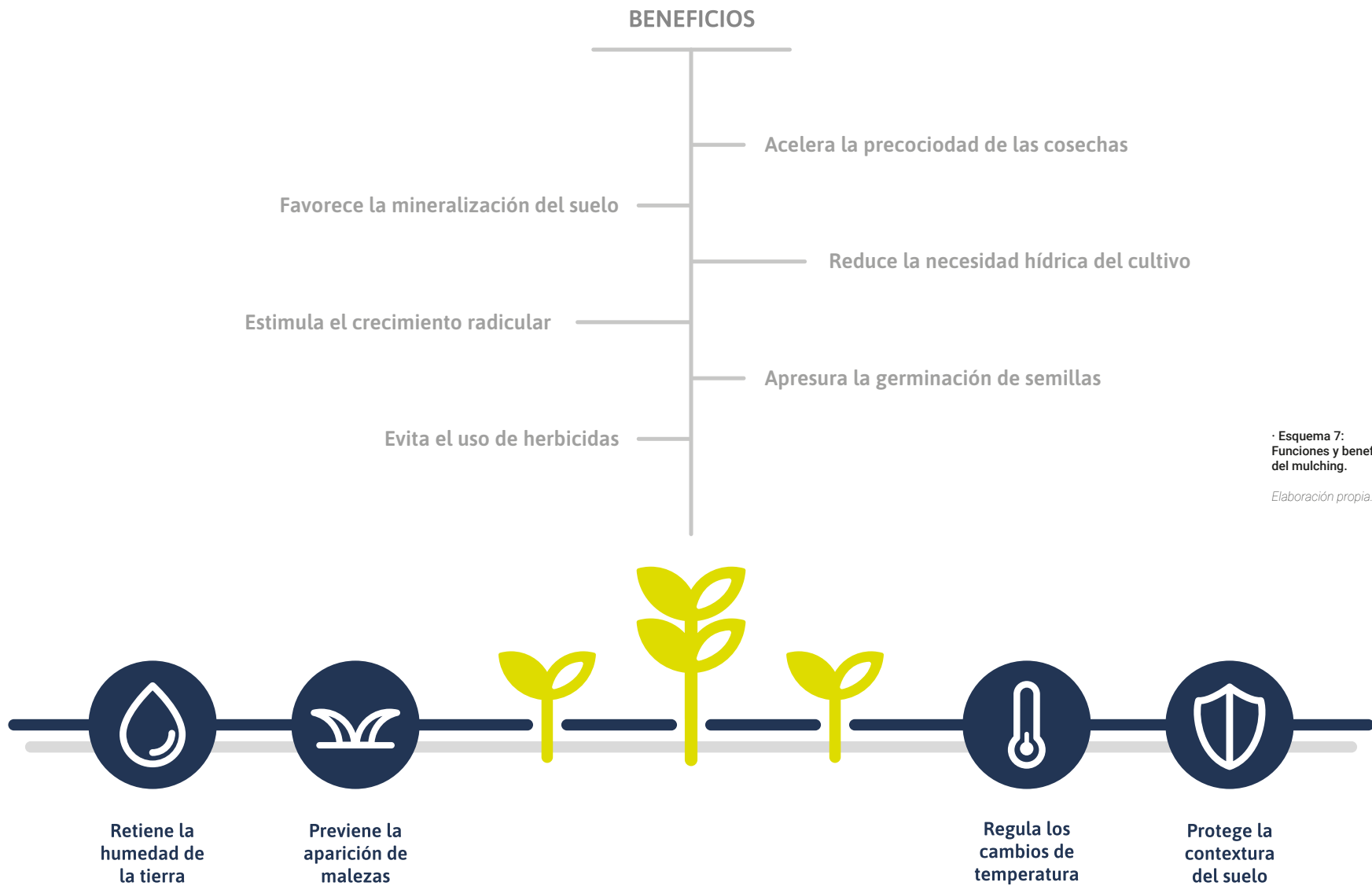
En primer lugar, y como ya mencionamos, los mulchs destacan por su capacidad de conservar la humedad del suelo durante más tiempo, permitiéndole a la planta absorber al agua antes de que se disipe.

La segunda gran función del mulching es que este sirve como regulador de la temperatura de la tierra. “Un resultado positivo del acolchado es la disminución en las fluctuaciones de temperatura del suelo que se amortiguan en sus picos máximos y mínimos” (Leal, 2007). Gracias a esto se disminuyen los efectos perjudiciales de las heladas y las bajas temperaturas, lo que es muy útil en zonas agrícolas con climas más fríos, como es el caso del sur de Chile. Este efecto también beneficia el desarrollo de los cultivos, pues una temperatura cálida y estable apresura wla germinación de las plantas, fomenta el crecimiento radicular de las raíces y acelera la precocidad de las cosechas.

Otro beneficio asociado al uso de mulch es que estos son un método natural de prevención de malezas. Según Walsh et al. (1996), el acolchado controla la maleza favoreciendo su asfixia

y evitando la germinación de las semillas de malas hierbas. Así su uso evita la necesidad de aplicar herbicidas y químicos perjudiciales a la tierra y sus nutrientes.

Por último, pero no por esto menos importante, los mulchs ayudan a mantener la estructura y fertilidad del suelo. “La estructura del suelo acolchado se mantiene en un mejor estado que la del suelo desnudo gracias a la protección contra los agentes atmosféricos” (Zribi, 2013). Los efectos en conjunto del viento, la lluvia y el sol tienden a deteriorar la superficie de la tierra, el mulch como capa protectora evita que esta se vea afectada, conservando su contextura. Además, “el aumento de la temperatura y de la humedad del suelo favorece la mineralización de este, lo que genera una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas y un aumento de la materia orgánica del suelo” (Zribi, 2013). Todos estos beneficios hacen del mulching una práctica muy valiosa para la agricultura de hoy. Vale mencionar, que la efectividad con la que se traducen estos beneficios en los cultivos depende derechamente del material y del tipo de mulch utilizado.



## 5.3 Tipologías de mulchs

***“Si bien los mulches naturales, como hojas, paja y compost, se han utilizado durante siglos, durante los últimos 60 años el advenimiento de los materiales sintéticos ha alterado los métodos y los beneficios del mulching” (Sharma & Bhardwaj, 2017).***

Los tipos de mulchs se pueden agrupar en dos grandes categorías según su composición: los mulchs orgánicos y los inorgánicos. Se considera mulch orgánico a cualquier cubierta hecha a partir de material de origen vegetal, normalmente se usan hojas, ramas o pasto seco; muchas veces incluso desechos de otros procesos agrícolas, como por ejemplo con rastrojo de uva. Por su origen natural los mulchs orgánicos son la opción más ecológica, pues no producen mayores impactos en el medio ambiente y no generan ningún tipo de desecho. La principal desventaja de su uso es que estos se descomponen y se deterioran rápidamente, por lo que durante la temporada de cultivo tienen que ser repuestos repetidas veces, lo que involucra un trabajo manual considerable. También, en algunos casos, la materia orgánica utilizada para conformar el mulch podría estar contaminada con algún tipo de peste u hongo, y se corre el riesgo de que esta se transmita a las plantas. Ciertamente, implementar mulchs orgánicos no es una tarea fácil, pues hay que tener mucho seguimiento de los materiales usados y cómo estos se relacionan con las plantas, pues en muchas ocasiones podrían llegar a ser incompatibles. Debido a estas desventajas los mulchs orgánicos pueden no ser la opción más eficiente o práctica, sobretodo a nivel industrial; aunque indudablemente son la más sustentable.

Por otro lado, están los mulchs inorgánicos, que se dividen en aquellos hechos de materia inerte, como rocas, gravilla o arena; y aquellos fabricados por el hombre con materiales sintéticos. Los mulches de materia inerte se usan principalmente en jardines y paisajismo, no en agricultura de gran escala, por lo que no profundizaremos en este tipo de mulching. Dentro de los mulchs sintéticos destacan los films plásticos, que son láminas delgadas y flexibles que se instalan sobre la tierra y alrededor de las plantas. Este es el tipo mulch más utilizado actualmente en la agricultura comercial a nivel mundial, pues son relativamente económicos y altamente efectivos. Es más, su uso se ha masificado tanto que se prevé que el valor del mercado global de films plásticos alcanzará los 1.8 billones de dólares para 2020 (Markets & Markets, 2015). Al estar compuestos de polímeros sintéticos estos tienen una duración y resistencia mayor, lo que los mantiene útiles durante toda la temporada. Además está la posibilidad de diseñarlos y fabricarlos según todas las propiedades y parámetros que se les quieran dar. La gran desventaja con este tipo de mulch es que luego de su uso estos se convierten en grandes cantidades de desecho plástico con poco potencial de reutilización. Debido a que los films plásticos son el tipo de mulch más utilizado y generalizado en la industria agrícola actual, se fijaron estos como objeto de estudio y problematización de este proyecto.

<https://shop.sustaintrust.org.nz/><https://ecogreenequipment.com/><https://www.basf.com/>

## 5.4 Antecedentes

### · Fieltros de lana:

En el mercado de la jardinería existen cubiertas no tejidas hechas de fibras naturales. Estos son fieltros con grosores por sobre los 5 mm, compuestos de una mezcla entre yute y lana. Gracias a su composición natural, estos eventualmente se biodegradan en conjunto con la tierra. Sin embargo, su misma composición los convierte en una opción muy costosa, por lo que no son rentables para la agricultura.

### · Mulch de caucho reciclado:

Una opción de mulch más innovadora, es la utilización de caucho granulado obtenido del reciclaje de neumáticos. Al igual que las cubiertas orgánicas, los granos de caucho se distribuyen sobre el suelo alrededor de las plantas. Debido a su composición, estos son resistentes y duraderos, además gracias a su peso, bloquean efectivamente la aparición de malezas indeseadas. La gran desventaja de este tipo de mulch es que no se degrada naturalmente, además su formato granulado dificulta su separación de la tierra, por lo que el suelo queda contaminado con residuos de caucho.

### · Films biodegradables:

Existen un par de iniciativas que se han enfocado en la producción de mulches bioplásticos o compostables. Uno de los casos más emblemáticos es Ecovio, un film plástico compostable elaborado en base a almidón, que promete degradarse en un 100% sin perjudicar a la tierra. Lamentablemente ninguna de estas iniciativas han logrado alcanzar los estándares de resistencia, sanidad y duración necesarios para ser utilizados como cubiertas agrícolas a nivel industrial, por lo que no han podido insertarse en el mercado.






## II · ANÁLISIS Y PROBLEMATIZACIÓN



Imagen 17  
Fotografía de Ekkaluk  
<https://stock.adobe.com/>



# 1. Films plásticos



A partir de la investigación previa y la revisión de antecedentes, se identificaron los films plásticos como la alternativa de mulching más usada en la agricultura actual, tanto en Chile como en el mundo. Se entiende, además, que su uso extensivo se debe a su gran resistencia, efectividad, inocuidad y bajo costo. En base a esto se llevó a cabo un análisis profundo de los films plásticos, y del sistema que los produce. Esto con el fin de comprender sus virtudes y reconocer sus falencias, para así determinar cuales están siendo las problemáticas actuales asociadas a su uso, y encontrar aquellas oportunidades de generar una alternativa mejor. En este caso, el análisis teórico se complementó con dos visitas a terreno y una entrevista en profundidad con Claudio Tapia, gerente de ventas de Tattersall y proveedor de films plásticos en Chile, realizada el 3 de Octubre de 2019.

## 1.1 Composición

La mayoría de los films plásticos disponibles en el mercado están compuestos de polietileno (PE) o polipropileno (PP). “El polietileno es uno de los materiales plásticos más utilizados, debido a que es fácil de procesar, tiene excelente resistencia física y química, alta durabilidad, flexibilidad y es inodoro en comparación con otros polímeros” (Zribi, 2013). Si bien el polipropileno es de las opciones más comunes de encontrar, ha comenzado a popularizarse en el mercado el uso de cubiertas de tereftalato de polietileno, mejor conocido como poliéster (PET), pues aparentemente sus propiedades podrían ajustarse de mejor manera a los requerimientos. “El poliéster tiene una mayor resistencia a los rayos UV y, por sus propiedades físicas, se recomienda para usos a largo plazo” (Marasóvic & Kopitar, 2019). Independiente del polímero que la constituya, la materia prima que se usa hoy en día para fabricar los films se deriva del petróleo y es 100% virgen.

## 1.2 Características

En cuanto a las características físicas del mulch, estos pueden encontrarse en variedades de grosores, colores, opacidades y dimensiones.

Respecto al grosor del film, estos van desde las 15 micras en adelante, mientras más delgado sea el film menor es su resistencia. Al incrementar el grosor, el precio varía y aumenta su valor. Según Claudio Tapia, el grosor estándar en el mercado es de 30 micras, además recomienda no comprar mulchs más delgados que este pues al ser tan finos se rompen y terminan no cumpliendo su función. Hasta el momento ningún estudio ha demostrado que las cubiertas con grosores por sobre este estándar perjudiquen de alguna manera al cultivo, es más, en el caso de mulchs orgánicos el grosor suele superar los 10 mm. Otra característica importante es la opacidad del film, la cual también está relacionada con el grosor. Los más delgados suelen ser más translúcidos, por lo que permiten un mayor traspaso de luz a la tierra, lo que en algunos casos puede fomentar el crecimiento de malezas. Sin embargo en algunos cultivos muy específicos se utilizan films que son totalmente transparentes.

Una característica que diferencia a los films plásticos de otros tipos de mulch es que estos pueden ser de diferentes colores, los cuales según diversos estudios, pueden incidir en el desempeño de los cultivos de manera favorable o adversa. Claudio asegura que el color más popular comercialmente es el negro, pues destaca por su capacidad de absorber la radiación y traspasarla en forma de calor al suelo; y también, porque su menor costo de producción lo hace la opción más económica. Otro tono popular es el blanco, el cual “refleja una buena parte

de la radiación solar, permitiendo una mejor distribución y aprovechamiento de la misma por las plantas” (Saavedra et al, 2017). Además de estas dos opciones básicas, existen muchos otros colores que han demostrado científicamente ser un aporte para el desarrollo del cultivo, un ejemplo de esto es el color rojo que beneficia de forma especial a los cultivos de tomates y pimentones. Cada vez se descubren más beneficios o daños asociados a los colores del film en diferentes cultivos, lo que en un futuro se podría expresar en una mayor especificación y variedad de colores disponibles en el mercado.

Las dimensiones del film dependen de las características específicas de cada cultivo, en donde la variable más importante no es el largo sino el ancho. Esta medida depende exclusivamente de la angostura de las mesas de cultivo en donde se instalará la cubierta, y puede variar desde los 70 cm hasta 2,5 metros. El largo, por otro lado, se vuelve una variable independiente pues el rollo de film se puede cortar según la medida necesaria y seguir ocupando el resto.

Respecto a la duración del film, esta depende de varios factores, como la calidad del material, su grosor, su factor de resistencia UV, el tipo de cultivo, el terreno, el clima, etc. Como no se le puede asociar una temporalidad específica, su duración se mide comúnmente en temporadas de cultivo, períodos durante los cuales el film debe mantenerse estable sin la necesidad de arreglos o modificaciones. Según la información facilitada por Claudio, el máximo período que pueden durar los films plásticos son cuatro temporadas, aunque el estándar son una o dos. El precio de las cubiertas más duraderas es mayor, pues se le aplican filtros UV más potentes, y por lo mismo, más costosos.

· Esquema 8:  
Características de los  
films plásticos.

Elaboración propia.





Imagen 18 · Bodega de films plásticos.

### 1.3 Distribución y venta

Países como China, Korea y Turquía, son los principales productores de films plásticos en el mundo, a modo de referencia, el volumen de film producido en China aumentó cuatro veces, de 3.190.000 a 12.450.000 toneladas, desde de 1991 al 2011 (Divya & Sarkar, 2019). Particularmente en Chile no existe ninguna empresa dedicada a la producción de cubiertas plásticas, por lo que los proveedores locales importan sus productos de estos países. Según lo relatado por Claudio Tapia, la mayoría de las certificaciones de calidad y resistencia son realizadas por los mismos fabricantes, por lo que en Chile a estos no se le hacen mayores pruebas técnicas antes de insertarlos en el mercado local.

Algunos proveedores nacionales son Corplastic, Tattersall, Filmamerica y Protekta. Estos importan los films en formato de rollos de diferentes anchos, los cuales son vendidos a los

agricultores de esta misma manera. Los factores que más influyen en el precio del mulch son las dimensiones, el color, el grosor y el filtro UV. A modo de ejemplo, en Tattersall un rollo de film negro de 1 x 1.000 metros, grosor de 30 micras y filtro UV para una temporada, tiene un costo de \$57.000 pesos; pero si este mismo fuera para dos temporadas su precio subiría a \$65.000 pesos. Vale mencionar que el largo de los rollos es estándar y normalmente son de 100, 500 o 1.000 metros de largo, por lo que no se venden en otras longitudes que no sean estas. Como se vio anteriormente, esto no aplica para el ancho, pues estos se pueden encontrar en medidas más diversas. Existen algunos proveedores que venden los films con los agujeros de trasplante prefabricados, aunque las medidas y distancias de estos son estándar. Dependiendo del volumen de mulch comprado, estos se despachan a domicilio o se retiran en tienda.

## 1.4. Uso e instalación

Como se mencionó, los films plásticos son ampliamente usados alrededor del mundo, es más, en zonas con grandes problemas de sequías parecidas a la nuestra, como California o Israel, su uso ya está masificado y son reconocidos como herramientas infaltables para la agricultura. En Chile aún no son del todo comunes, pues, entre varios factores, la difusión de información es reducida y no se ha fomentado mayormente su uso; sin embargo la demanda ha subido exponencialmente en el último tiempo. Dentro de los cultivos que han incorporado más rápidamente el uso de mulchs en el país se encuentran las hortalizas y los pequeños arbustos frutales, como los arándanos y las frambuesas, pues su carácter estacional y pequeño tamaño los hacen fácilmente compatibles con la aplicación de cubiertas.

A grandes rasgos, la instalación del film consiste en desplegar el mulch por sobre la mesa de cultivo y fijarlo al suelo. Para asegurarlo se pueden usar estacas o piedras, pero la mejor opción es ir tapando los extremos con la misma tierra. “Los bordes del mulch deben ser asegurados con una cantidad generosa de tierra, sin embargo no aplique más tierra de la necesaria ya que esto hará más difícil su posterior desinstalación” (Sharma & Bhardwaj, 2017). Es importante hacer una correcta instalación del plástico, pues de no hacerlo muchos de los beneficios mencionados anteriormente no se alcanzarán. Previo a la instalación, se deben llevar a cabo todas las actividades relacionadas a la labranza de la tierra, como

el arado, la adición de fertilizantes y la preparación del suelo. Respecto al riego, se recomienda complementar el film con sistemas tecnificados, las cintas de riego pueden ir por debajo de la cubierta o por sobre ella, quedando a decisión propia del agricultor. Existen diferentes técnicas para instalar los films, pero se dividen en dos campos principales, los métodos manuales y los mecanizados. En la actualidad existen máquinas que impulsadas por un tractor, tienen la capacidad de instalar los films plásticos, es más, incluso hay algunas que pueden aplicar fertilizante mientras lo hacen. El costo asociado a estas máquinas es alto, por lo que es común que estas solo se encuentren en grandes empresas agrícolas que pueden costearlas. Para quienes no poseen acceso a este tipo de maquinaria, la instalación puede ser realizada manualmente. “Aunque consume más tiempo, la instalación manual puede ser efectiva y es común en explotaciones pequeñas” (Maughan & Drost, 2016). La única consideración especial que se debe tener a la hora de instalar las cubiertas es el contacto entre el film y la tierra, el cual debe ser lo más cercano posible. De lo contrario el viento podría ingresar por los orificios de las plantas y condensarse bajo el film, lo que junto con el calor genera un efecto de bolsa caliente que puede quemar a las plantas. Luego de la instalación se realizan los orificios para trasplantar las plantas en almácigos, estos se pueden hacer de manera manual o con la ayuda de maquinaria. Durante la temporada, la cubierta no debería necesitar ningún arreglo o modificación, en caso de ser un material de calidad.

Una vez que la temporada termina se puede reutilizar el mulch para la siguiente, siempre y cuando su especificación técnica así lo indique, y no haya sido removido de su posición. Cuando este ya haya cumplido su vida útil es importante hacerse cargo de su desinstalación, pues al estar hechos de material sintético no se degradaran, sólo contaminarán el suelo y perjudicarán a futuros cultivos. Es fundamental no dejar pasar mucho tiempo desde la última cosecha hasta la extracción del film, pues materia vegetal podría crecer sobre este y dificultar su posterior retiro. Para la desinstalación, primero se deben sustraer todos los elementos que estén sobre la cubierta, ya sean plantas o cintas de riego. Luego, con la misma máquina con la que se realizó la instalación, se comenzará a levantar y enrollar el film. De no contar con esta máquina se hace un proceso similar pero a mano, lo que toma considerablemente más tiempo. En este punto se hace importante la calidad del material, pues uno muy débil puede rajarse durante este proceso y volverlo mucho más complicado. Se debe tener en consideración también, que al remover film de manera mecanizada el residuo queda enrollado y compacto, lo que hace mucho más fácil su transporte y manipulación. Al hacerlo de forma manual los restos quedan desordenados, lo que posibilita que se enreden, ensucien y rompan; además de que su manejo se hace mucho más dificultoso.



Imagen 19 · Instalación mecanizada de films plásticos.

## 1.5 Métodos de descarte

Lamentablemente en la mayoría de los casos, los mulchs plásticos terminan siendo acumulados en vertederos, enterrados o incinerados, lo que genera un impacto importante en el medio ambiente. Según lo conversado en las visitas a terreno con los agricultores, muchos tienen la intención de hacer algo con estos residuos, pero se ven limitados por las pocas alternativas existentes. Por un lado, en Chile no hay muchas empresas que se dediquen a la recolección de los plásticos agrícolas usados, y por el otro, las fábricas de reciclaje suelen estar en sectores industrializados y de difícil acceso para agricultores de zonas rurales más alejadas. Según un

estudio realizado en California, solo un 36% de los agricultores declararon reciclar algunos de sus films usados, sin embargo muchos afirmaron que si hubieran más opciones de recolección su tasa de reciclaje sería mayor (Divya & Sarkar, 2019). Otro factor que obstaculiza su recolección es el poco valor con el que se perciben las cubiertas usadas, lo que reduce los incentivos por reciclarlas. En la actualidad no existen mayores regulaciones o instituciones orientadas a fiscalizar el descarte de plásticos agrícolas, pero se prevé que en un futuro, con la nueva ley REP, se impulsen acuerdos de producción limpia y leyes que limiten su desecho en vertedero.

## 1.6 Visitas a terreno

Esta explotación agrícola ubicada en el sector de Olmué, lleva más de 20 años en la producción de tomates bajo invernadero. La administración está a cargo de la familia Stambuk, quienes son dueños del terreno, que actualmente tiene 25 hectáreas bajo cultivo, con una densidad de 14.000 plantas por hectárea, y un personal de 150 personas. Según estas cifras, la agrícola entraría en la categoría de medianos agricultores en transición hacia la agricultura corporativa. Al igual que toda la zona central del país, Olmué se ha visto duramente perjudicado por la sequía, lo que según Ignacio Stambuk ha afectado fuertemente a su cultivo, pues los tomates tienen una necesidad hídrica elevada. Es por esto que ellos utilizan film plástico de color negro desde hace aproximadamente 6 años, complementado por un sistema de riego tecnificado, con el fin de optimizar al máximo su uso del agua. Para hacer la instalación y desinstalación del mulch, la agrícola cuenta con la maquinaria necesaria y la cantidad de mano de obra suficiente, por lo que esto no significa ninguna complicación. Es más, Ignacio declara no tener ningún inconveniente con el uso del mulch, incluso lo recomienda, lo que si ve como un verdadero problema es el descarte de estos. Si bien, declara tener la intención de reciclar sus residuos, dice no haber podido encontrar una alternativa que se lo permita, por lo que actualmente tiene una especie de basural de plásticos agrícolas acumulándose dentro de su propiedad. Una de las limitantes que manifiesta, es que no existen recolectores ni recicladores de films en su zona. Es más, en el pasado intentó cerrar un acuerdo con una empresa de reciclaje, pero este no se pudo llevar a cabo por su poca rentabilidad. Stambuk admite su preocupación respecto al tema, pues proyecta que en un futuro se le exigirá por ley a los agricultores reducir y reciclar sus desechos.

### **Agrícola los Arrayanes, Olmué**

29 de Agosto, 2019



Imagen 20 · Plantación en invernadero de tomates con cubiertas plásticas.

## Agrícola Orrego Mel Mel, Casablanca

17 de Octubre, 2019



Ubicada en la comuna de Casablanca, Orrego Mel Mel es una agrícola con 40 años de trayectoria perteneciente a la familia Lira, quienes la administran y trabajan en ella. La explotación se dedica principalmente a la crianza de caballos, pero además poseen tres hectáreas de zapallos y una de lechugas, para la venta. Respecto a la mano de obra contratada, tienen un total de 14 trabajadores, de los cuales 4 se dedican a las labores del cultivo. De esta manera, Orrego Mel Mel entra en la categoría de mediano agricultor, con una alta participación de la familia administrativa. Casablanca es otro sector golpeado por la escasez hídrica, por lo que la familia se ha visto obligada a construir pozos para poder acceder al agua, sin embargo, Marta Lira afirma que el volumen de agua es cada vez menor. De las hectáreas sembradas solo se utiliza mulch en el cultivo lechuga, pues estas son muy sensibles a la falta de agua, no obstante la agrícola está cotizando ampliar su uso también a los zapallos, a raíz de la sequía. Los mulchs son adquiridos por Marta, quien los compra a proveedores locales una vez al año, además, expresa no tener ningún proveedor preferente y comprar según la mejor oferta. Respecto a la elección del tipo de mulch, esta se basa más en el precio que en las cualidades mismas de este, puesto que manifiesta tener poca comprensión de ellas, lo que la ha llevado un par de veces a hacer elecciones erradas. La instalación del mulch la realizan con ayuda de un artefacto adaptado por los mismos trabajadores. Pero, a pesar de que este facilita la labor, al no estar diseñado para este uso, muchas veces tienen inconvenientes y deben apoyar la instalación manualmente. Según Marta, las problemáticas que tienen asociadas al uso de mulch son principalmente dos: por un lado está el efecto de aire caliente descrito anteriormente, que en algunas ocasiones les ha quemado las plantas; y por el otro, el difícil descarte de los films plásticos. A pesar de su intención de reciclarlos, no han podido concretarlo, pues los recolectores cobran altos precios por su recopilación. Es por esto que se han visto obligados a acumularlos en un espacio apartado de su propiedad.

Imagen 21 · Vertedero de Orrego Mel Mel

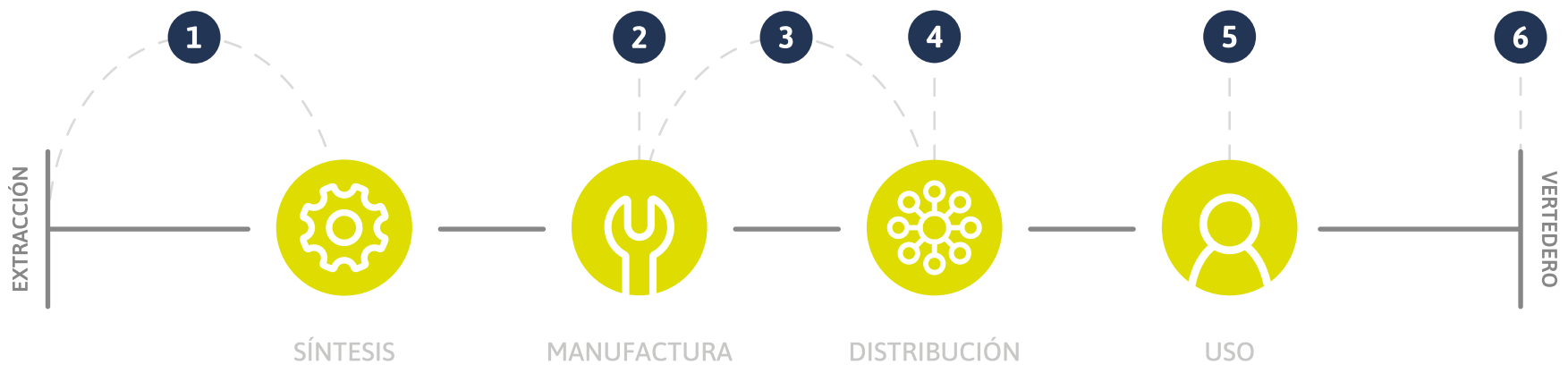
Fotografía propia

## 2. Problematización

En base al análisis realizado, en conjunto con las visitas a terreno y las entrevistas con expertos, se identificaron las principales problemáticas vinculadas al uso de films plásticos en la agricultura. A modo de síntesis se elaboró el siguiente esquema, con el fin de representar el sistema de producción y consumo de los films, y la relación de cada una de sus etapas con las interacciones críticas descubiertas. De cada problemática se identifica una posible oportunidad, de la conexión entre estas nace la oportunidad de diseño de este proyecto.

· Esquema 9:  
Sistema de producción y  
consumo de films plásticos.

*Elaboración propia.*





## Interacciones críticas

### • 1

**Problemática:** La materia prima utilizada para fabricar los films plásticos es de origen 100% virgen y proviene de la explotación de recursos no renovables, como el petróleo.

**Oportunidad:** Elaborar cubiertas agrícolas eficientes y resistentes a partir de material reutilizado y reutilizable.

### • 2

**Problemática:** Los films plásticos se fabrican en países externos y luego son exportados al nuestro, lo que implica un impacto ambiental por traslado considerable, que además, desfavorece a la industria manufacturera nacional.

**Oportunidad:** Producir cubiertas agrícolas de manera local, evitando así el impacto de su traslado y valorizando la producción nacional.

### • 3

**Problemática:** Los pequeños agricultores manejan poca información acerca de las características y cualidades de los diferentes tipos de mulch en el mercado, lo que los lleva a no interesarse en comprarlo o a hacerlo de manera desinformada.

**Oportunidad:** Empoderar a los usuarios al poner a su disposición información útil de una manera comprensiva, y así ayudarlos a sacar el máximo provecho del mulching.

### • 4

**Problemática:** Debido a su impermeabilidad, los films plásticos pueden llegar a acumular aire bajo su superficie, lo que sumado a la radiación solar, genera un efecto de bolsa caliente que quema las plantas al entrar en contacto con ellas.

**Oportunidad:** Diseñar una cubierta agrícola cuya superficie sea lo suficientemente permeable para evitar la acumulación de aire caliente, sin perder su capacidad de retener la humedad.

### • 5

**Problemática:** Al no tener acceso a maquinaria para realizar la instalación y/o desinstalación del mulch, los pequeños agricultores deben optar por hacerlo manualmente, lo que significa un esfuerzo físico considerable y una gran inversión de tiempo.

**Oportunidad:** Acercar los beneficios del mulching a los pequeños agricultores, al brindarles una solución que les facilite las labores de instalación y desinstalación.

### • 6

**Problemática:** Actualmente, no existen alternativas de reciclaje ni de reutilización que se ajusten a la realidad de los agricultores, por lo que los films desechados terminan siendo acumulados en vertederos, incinerados o enterrados, lo que genera un impacto ambiental significativo.

**Oportunidad:** Evitar la generación de residuos, y el impacto de estos, a través de un sistema que contemple su recolección y reutilización.





### III · FORMULACIÓN DEL PROYECTO



· Imagen 22  
Planta con cubierta Molch  
Fotografía propia

# 1. Formulación y Objetivos

## · Qué

Molch es un sistema sostenible de producción local, orientado a potenciar la agricultura familiar chilena, a través de un servicio de asesoría, instalación y recolección, de cubiertas agrícolas no tejidas elaboradas con poliéster reutilizado.

## · Por qué

Actualmente la agricultura chilena necesita optimizar el uso del agua para riego, a través de prácticas como el mulching. Sin embargo, las opciones disponibles en el mercado se limitan a cubiertas plásticas desechables, que provienen de sistemas perjudiciales para el medioambiente, y que además, son poco accesibles para la agricultura familiar por sus altos costos de implementación.

## · Para qué

Potenciar la agricultura familiar chilena, a través de una solución agrícola que optimizará el uso de agua en sus cultivos, de manera sustentable con el medio ambiente.

## · Objetivo General

Generar una nueva opción de mulching sostenible, que beneficie a los agricultores a través de la eficiencia hídrica, sin generar los impactos ambientales que producen las alternativas actuales.

1

**Elaborar un producto que cumpla con las cualidades básicas necesarias para ser utilizado como cubierta agrícola.**

IOV · Se medirá a través de la construcción iterativa de prototipos y el testeado de sus propiedades.

2

**Desarrollar un servicio que responda a las necesidades actuales de los miembros de la agricultura familiar chilena, y se ajuste a su contexto.**

IOV · Se medirá a través de entrevistas con especialistas e instituciones del sector; y con un testeado del flujo preliminar del servicio, realizado a miembros de la agricultura familiar.

3

**Articular un sistema de producción circular que opere de manera local y no genere mayores impactos en el medio ambiente.**

IOV · Se medirá a través de entrevistas, reuniones y acuerdos, con socios clave para el funcionamiento del sistema.

4

**Reducir los impactos ambientales que producen las cubiertas plásticas desechables, al promover la disminución de su uso y ofrecer una nueva alternativa sustentable.**

IOV · Se medirá a través del feedback obtenido de los testeos; y del análisis comparativo entre las cubiertas plásticas desechables y las propias, de poliéster reutilizado.

## · Patrón de valor

Asesorías y soluciones agrícolas personalizadas.

Procesos sostenibles y productos sustentables.

Eficiencia hídrica y energética al servicio de la agricultura.



## 2. Referentes

### · UMO

---

Este es un emprendimiento chileno que nace de la gran cantidad de colillas de cigarrillos desechadas todos los días. Al estudiar las características de las colillas desechadas, los creadores de UMO descubrieron su potencial como retenedor de humedad. En base a esto comenzaron a reciclar y limpiar colillas para convertirlas en carpetas higroscópicas, las cuales se ponen bajo los cultivos para optimizar el uso del agua, al igual que las cubiertas agrícolas.

**Reflexión:** De este referente se destaca la elaboración de productos para la agricultura con materiales reutilizados. También, se resaltan sus estrategias de recolección de materia prima, las que se basan en ofrecer certificaciones sustentables a las oficinas, restaurantes, etc; que recolecten sus colillas y las entreguen a la organización. Además de esto, en la actualidad están buscando asociarse con empresas tabaqueras, para recibir todas las colillas pre consumidor que por problemas de fábrica no pueden venderse.

Fuente: <https://www.paiscircular.cl/consumo-y-produccion/>



### · Hello Tractor

---

Esta es una plataforma africana nacida el 2015, que busca potenciar a los pequeños agricultores de su zona, al facilitarles el acceso a tractores y maquinaria agrícola, que no pueden adquirir por sus propios medios por falta de recursos. Hello Tractor apunta a tres tipos de usuarios principales: por un lado están los agricultores, quienes solicitan el servicio; por el otro están los dueños de los tractores, que son quienes ponen a disposición sus máquinas; y finalmente están los "booking agents", representantes de la empresa encargados de contactar a los agricultores con los dueños de los tractores, y consolidar el servicio. Para acceder al servicio, el agricultor debe registrarse en la plataforma de hello tractor, la cual lo pondrá en contacto con un "booking agent" de su zona, que lo ayudará a encontrar un tractor y a agendar el servicio solicitado.

**Reflexión:** Esta empresa es un gran referente para el proyecto, no solo porque se desarrolla en el sector agrícola, sino por la manera en que articulan el flujo de su servicio, considerando a todos los usuarios y sus necesidades, ofreciendo una plataforma amigable y un sistema sencillo de entender. Cabe destacar también, el personaje de "booking agent" que introducen como intermediario entre la empresa y los usuarios.

Fuente: <https://www.hellotractor.com/about-us/>

## · Neptuno Pumps

Esta empresa chilena se dedica a la manufacturación de bombas industriales de alta calidad para la industria minera nacional, utilizando sólo piezas reutilizadas de maquinaria descartada. La venta de cualquiera de sus productos contempla un servicio complementario de mantención y reparación de por vida, y la recolección de los aparatos cuando estos se desechen. Gracias a su modelo económico circular, esta empresa ha ganado múltiples premios nacionales e internacionales. Hoy en día, el 60% de las bombas que se fabrican en Neptuno Pumps son de materiales reciclados, incluso de otras marcas. Esto ha reducido en un 70% la producción de sus desechos y ha generado una disminución del 70% de sus emisiones de CO2.

**Reflexión:** Se rescata de este referente, el sistema sostenible que han logrado implementar localmente de manera eficiente e innovadora. Además, se destaca la importancia que se le da a las actividades de mantención y recolección dentro del sistema, ya que éstas aseguran la circularidad de todo el ciclo. La reutilización de sus propios desechos para manufacturar nuevos productos, se reconoce como una estrategia práctica y sustentable, pues garantiza que el material se vuelva a usar varias veces.

Fuente: <https://www.neptunopumps.com/>



## · LastSwab

Este es el nombre de un proyecto de Kickstarter, cuyo objetivo es poner fin al consumo de hisopos para oídos desechables de un solo uso. Para lograrlo, la empresa LastObject ha desarrollado un hisopo de silicona que cumple con todas las cualidades de uno normal, pero que se puede lavar y reutilizar múltiples veces. A través de este producto, la empresa busca reducir el consumo de cotonitos desechables, y por ende, el impacto que estos generan en el medio ambiente.

**Reflexión:** El referente representa un gran ejemplo de cómo promover el rechazo a productos perjudiciales de un solo uso. Cabe destacar, la proyección que plantea la empresa, la cual anticipa que en un par de años se limitará o prohibirá el consumo de cotonitos desechables, por nuevas legislaciones y acuerdos de producción limpia. Además de esto, se resalta la intención de expandirse a otros productos de higiene desechables cuyo consumo es perjudicial para el medio ambiente.

Fuente: <https://lastobject.com/pages/lastswab>



## 3. Usuarios

### · Pequeños Agricultores

Son agricultores de entre 40-70 años, que administran explotaciones agrícolas con menos de 10 hectáreas, de cultivos de hortalizas o pequeños arbustos frutales. El agricultor junto con su núcleo familiar, viven y trabajan en el predio haciéndose cargo de las labores agrícolas, sin la participación de mano de obra contratada. No tienen acceso a maquinaria agrícola especializada por lo que la mayoría de las labores son ejecutadas manualmente. En ocasiones, contratan servicios particulares para realizar ciertas tareas que son más complicadas de llevar a cabo a mano. El agricultor conoce de manera precisa las características de su terreno y su cultivo. La producción y cosecha de este, son el principal ingreso económico del hogar.

La familia agrícola presenta un fuerte sentido de pertenencia y respeto con su comunidad y su tierra, por lo que no tienen la intención de migrar a zonas urbanizadas. No poseen estudios previos especializados en materias agrícolas, han aprendido por experiencia propia, referencias de terceros y/o actividades comunitarias. Son parte de la red de usuarios INDAP y participan del PRODESAL de su comuna, el cual les facilita asesorías y capacitaciones. Además, postulan a concursos y fondos del INDAP, para financiar mejoras e inversiones en sus campos. No utilizan de manera activa redes sociales ni internet, por lo que la vía telefónica es su método de conexión más efectivo. Tienden a ser aprensivos con la introducción de nuevas tecnologías, por lo que valoran el contacto presencial para entablar relaciones de confianza antes de tomar cualquier decisión. Además, responden mejor a demostraciones directas que a información escrita. Su interacción con proveedores es mínima y remota, no tienen relaciones fidelizadas con ninguno en particular.

### · Medianos Agricultores

Estos usuarios son agricultores de entre 40-70 años, que administran explotaciones agrícolas con menos de 20 hectáreas, de cultivos de hortalizas y/o pequeños arbustos frutales. El agricultor y su familia administran el cultivo, pero las labores agrícolas las llevan a cabo trabajadores externos contratados. Poseen algunas máquinas de menor calibre para realizar tareas de manera mecanizada, estas son manipuladas por sus mismos empleados. Si no viven en su predio, lo administran de manera semi-presencial, desenvolviéndose tanto en el ámbito rural como urbano. La venta y producción de la explotación es su ingreso principal, y el sustento de sus trabajadores. Los terrenos que utilizan suelen ser heredados y llevan más de una generación con su familia, por lo que su sentido de pertenencia está ligado a la tradición familiar. Suelen tener algún grado de estudio superior acerca de administración o agricultura, aunque esto no es excluyente. Tienen una participación más bien pasiva con su comunidad rural, y no clasifican para ser usuarios INDAP, por su mayor flujo de ingreso. No obstante, tienen la posibilidad de postular a concursos, créditos y fondos del Ministerio de Agricultura. Tienen una mayor presencia en redes sociales e internet que los pequeños agricultores. Son más receptivos en cuanto a nuevos productos, pero necesitan demostraciones presenciales que validen su efectividad. Tienen relaciones más consolidadas con sus proveedores, pues compran mayores cantidades de insumos para sus campos.



## 4. Contexto de Implementación

El sistema planteado busca implementarse inicialmente en la zona central de Chile, contemplando las regiones de Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins y Metropolitana. Se definió esta zona por la situación de escasez hídrica que atraviesa, y porque además, concentra gran parte de la actividad agrícola nacional. No obstante, se proyecta que en un futuro este sistema pueda ampliarse a todo Chile. Para delimitar el contexto de implementación del proyecto, se tomarán como referencia los cuatro ejes del futuro de la agricultura chilena, definidos por el Ministro de Agricultura, Antonio Walker (ODEPA, 2019).

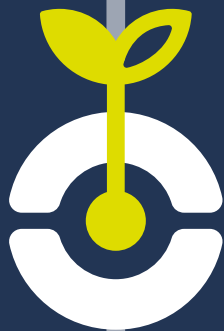
El primer eje planteado es la **Asociatividad**, como estrategia para unir a los agricultores y aumentar su competitividad. Este proyecto se inserta en este ámbito, como un sistema que busca profundizar el vínculo con los agricultores, y eventualmente crear una red de usuarios local. Para consolidar esta relación, se trabajará de la mano del INDAP y del PRODESAL de cada comuna, auspiciando capacitaciones y charlas. Además, comprendiendo el trasfondo económico de las familias agrícolas, se buscará generar opciones de financiamiento por parte del mismo INDAP o de el Ministerio de Agricultura.

El segundo eje, es el **Desarrollo rural**, orientado a mejorar las condiciones de la comunidades locales, compuestas en su mayoría por agricultores familiares y personas ligadas a la agricultura. Lamentablemente, debido a las brechas existentes entre el desarrollo urbano y el rural, estas comunidades tienen mayores índices de pobreza, menor acceso a salud y educación, y peor infraestructura. Este proyecto busca disminuir esta brecha, al potenciar los cultivos de los agricultores y aumentar su productividad.

La **Sustentabilidad**, se plantea como el tercer eje de acción. Gracias a los avances que se han logrado en políticas medioambientales, se han impulsado una serie de nuevas regulaciones y acuerdos de producción limpia. En el caso de la agricultura, los acuerdos han estado orientados a la reducción de químicos y a la producción orgánica. Por esto mismo, se prevé que en un corto plazo se empezarán a tramitar acuerdos para reducir y rechazar el uso de plásticos en la agricultura. Por lo mismo, el presente sistema se situará en este período de transición, como un impulsor de la agricultura sostenible. Se anticipa que con el tiempo, incluso las grandes empresas que comercializan alimentos, comenzarán a exigirles certificados de producción limpia a sus proveedores, que acrediten que sus prácticas son sustentables.

Finalmente, el último eje es la **Modernización**, estimulando la implementación de nuevas tecnologías y herramientas agrícolas, para aumentar la productividad y eficiencia. Muchas de las prácticas agrícolas actuales se apoyan en métodos anticuados que desperdician recursos, por lo que para poder responder a los desafíos presentes, es fundamental modernizarlas. Siguiendo esta lógica, este proyecto busca introducir una nueva versión de la práctica del mulching, más sustentable y eficiente. De esta manera, convertir la eficiencia hídrica en una realidad para todos los agricultores.





## IV . DESARROLLO DEL PRODUCTO



· Imagen 27  
Planta con cubierta Molch.  
Fotografía propia

# 1. Requerimientos de Diseño

---

- Ser resistente a la tracción, flexión y radiación UV.
- Estar compuesto de material de origen reutilizado y ser reutilizable.
- Estar fabricado localmente de manera industrializada.
- Tener un proceso de reutilización y manufacturación que genere el menor impacto ambiental posible.
- Ser inocuo para las plantas y su ecosistema
- Ser una barrera permeable pero efectiva contra la pérdida de humedad.
- Influir positivamente en el desarrollo de la planta

## 2. Captación de materia prima

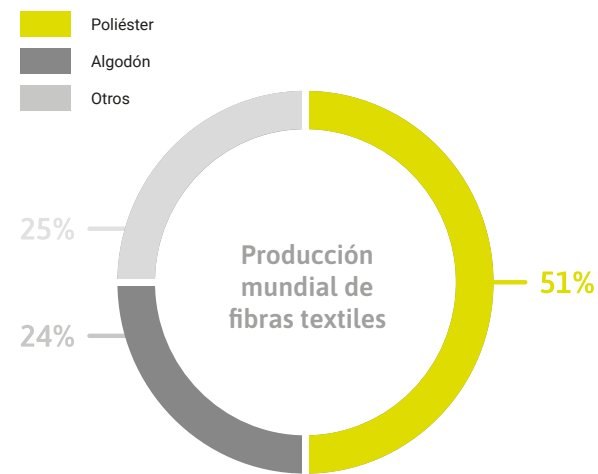
### 2.1 Desechos de poliéster

Para asegurar que el material de las cubiertas fuera de origen sustentable, se estudió la posibilidad de fabricarlas con material reutilizado. Para esto fue necesario identificar un material que cumpliera con los requerimientos técnicos planteados, y se pudiera obtener de la reutilización de otros productos. Se estudiaron diferentes materiales, pero finalmente se seleccionó el poliéster.

El tereftalato de polietileno, identificado con la sigla PET, es un polímero de origen sintético también conocido como poliéster. Este material responde favorablemente a la aplicación de calor, por lo que puede ser trabajado por métodos de inyección y/o soplado para fabricar sólidos, o por extrusión para elaborar fibras textiles. Algunas de las principales características que se destacan del poliéster son su alta resistencia a la abrasión, tensión y exposición ultravioleta; su resiliencia como material y su bajo costo de producción. Cabe mencionar que además, es un material impermeable que no absorbe la humedad y no contiene químicos dañinos como el BPA. Gracias a estas características el poliéster se ha convertido en uno de los

plásticos sintéticos más utilizados en la actualidad. “La producción de fibras PET supera con creces a la producción de cualquier otra fibra sintética en el mundo” (Mather & Wardman, 2015).

Los procesos de reutilización del poliéster varían según el formato en el que se encuentre contenido. “Los sólidos pasan por un complejo proceso de reciclaje que involucra grandes cantidades de energía y agua, y genera contaminación atmosférica debido a emisiones de CO<sub>2</sub> y gases tóxicos” (Valderrama & Chavarro, 2014). En el caso de las fibras de poliéster, la fundición no es una opción viable, por lo que se utilizan otros métodos mecánicos de reutilización, que suelen ser menos invasivos y no implican la despolimerización del material, por lo que son menos perjudiciales para el medio ambiente. Siguiendo con los requerimientos planteados anteriormente, se decidió trabajar con poliéster en formato de fibras textiles, en parte por su método de reutilización menos contaminante.



· Esquema 10:  
Principales fibras  
producidas en el mundo.

*Elaboración propia en base a Textile Exchange (2018).*

Podemos encontrar las fibras de poliéster en un sinnúmero de aplicaciones textiles, es más, el poliéster representa un 50% de la producción mundial de fibras y se producen más de 50 millones de metros de poliéster anualmente (Textile Exchange, 2018). Al igual que muchas otras, la industria textil funciona bajo un modelo de consumo unidireccional, que produce desechos en casi todas sus etapas de producción. Según esta lógica, gran parte de los desechos textiles que existen hoy en día están compuestos de poliéster, lo que supone un gran desperdicio de este resistente material. Existen dos categorías de residuos de poliéster: aquellos producidos antes de la venta y el consumo; y aquellos desechados luego de su utilización. Los desechos post consumo suelen estar más deteriorados por el uso y los lavados, mientras que los pre consumo se encuentran en condiciones óptimas antes de ser descartados. Debido a que el material necesario para fabricar las cubiertas requiere de una alta resistencia, se tomó la decisión de trabajar con residuos de poliéster pre consumo.



Imagen 28 · Corrida auspiciada por nike.

## 2.2 Ropa Deportiva

Luego de definir el poliéster como material a utilizar, se procedió a buscar una fuente local que facilite la obtención de este de manera constante. Dentro de los usos textiles del poliéster, se destaca su aplicación en ropa deportiva, por su resistencia y poca absorción de la humedad. Al profundizar en el contexto de la ropa deportiva, se identificó un interacción crítica proveniente del mundo de los eventos deportivos.

Las estrategias de marketing actuales se basan cada vez más en experiencias, debido a esto se han intensificado todo tipo de actividades recreativas orientadas a los consumidores. Desde el contexto deportivo, esto ha generado un aumento de eventos relacionados con el deporte, como corridas, cicletadas y campeonatos. Como parte de esta estrategia de marketing, se suelen adjuntar “regalos” a quienes se inscriban y sean parte de estos eventos. Una de las regalías más recurrentes son poleras deportivas que incluyen logotipos y nombres de las marcas auspiciadoras. Estas poleras están en su mayoría compuestas de poliéster, ya que además de ser resistente es económico. Para cada evento se mandan a producir poleras para los participantes, normalmente la expectativa de venta supera la cantidad de inscritos, por lo que suelen sobrar muchas de estas poleras. Debido a que las poleras tienen logos y nombres de

marcas reconocidas, estas no pueden ser vendidas, regaladas o desechadas. Es por esto que las productoras de eventos deportivos se ven obligadas a almacenarlas, lo que implica un gasto de recursos y espacio.

Para comprender más profundamente este fenómeno se contactó a Meta Producciones, empresa dedicada a la organización de eventos deportivos. Guillermo Ortega, jefe de operaciones, corrobora que la interacción detectada es una problemática actual del rubro. Según él, al año se realizan alrededor de 20 eventos deportivos, para los más masivos se mandan a hacer cerca de 10.000 poleras; mientras que para los más discretos solo 5.000. De esta cantidad, él estima que entre un 30-40% de las poleras nunca llegan a ser utilizadas. En la actualidad, Meta Producciones tiene una bodega de aproximadamente 10 x 5 mt, destinada solo al almacenaje de poleras sobrantes. Se le planteó a Guillermo la posibilidad de reutilizar estas poleras, a lo que respondió favorablemente, expresando su intención de darles un destino mejor. También, se le cuestionó si aceptaría en un futuro un acuerdo mediante el cual se recolectarían las poleras sobrantes de su empresa, a cambio de una remuneración, lo que le pareció razonable.

## 3. Síntesis del material

### 3.1 Desfibrado mecánico

Con la fuente de poliéster ya establecida, se comenzó a desarrollar su proceso de síntesis material. Uno de los requerimientos importantes para esta etapa es que el proceso elegido sea lo menos perjudicial para el medio ambiente. Entendiendo que todo proceso industrial implica cierto grado de impacto, se definió el desfibrado mecánico como método de conversión de los desechos textiles de poliéster.

El desfibrado mecánico es un proceso industrial mediante el cual se descomponen superficies textiles para obtener las fibras que los integran. Este se puede aplicar a cualquier tipo de textil, ya sea plano, de punto o no tejido. Este proceso consta de dos etapas: reducción y desgarrado. En primer lugar, los desechos son triturados con una guillotina mecanizada para reducir su tamaño a pequeños trozos de tela. Luego estos pasan a la desfibradora textil, la cual consiste en una serie de cilindros recubiertos con púas de distinto tamaño y grosor. "Los

diferentes sentidos de rotación y las diferentes velocidades tangenciales de los cilindros hacen sufrir, a las fibras, retazos o hilachas que pasan a través de ellos, de un efecto de desgarrado o desfibrado que deja las fibras completamente separadas unas de otras" (Freixa & Perales, s.f). Mediante todo este proceso se obtiene una especie de borra o pelusa de fibras, que pueden ser reconfiguradas para construir nuevas superficies.

En concreto todo el proceso involucra sólo dos máquinas industriales: la guillotina y la desfibradora. Ambas se alimentan de electricidad, pero no consumen agua ni gas, no obstante la cantidad de energía que necesitan es considerable. Una desfibradora estándar consume aproximadamente 40 Kw por hora. Si bien este consumo eléctrico es elevado, existe la posibilidad de alimentarlas con energía de origen renovable. Además, gracias a su sistema eléctrico estas no necesitan procesos de combustión por lo que no emiten CO<sub>2</sub>.



· Esquema 11:  
Evolución del material  
durante el desfibrado  
mecánico

*Elaboración propia.*



## 3.2 Recuperadora Textil Jackarter

Para poder procesar los desechos de poliéster, fue fundamental encontrar un fabricante local con la maquinaria necesaria para realizar el desfibrado mecánico. En esta búsqueda se descubrió que en el país esta tecnología no es común, de hecho son pocos los productores locales que cuentan con mecanismos para desgarrar tela. Posiblemente esto se debe a que en Chile casi no hay empresas que se dediquen al reciclaje de textiles. Finalmente, se logró encontrar una recuperadora textil operativa, con la maquinaria necesaria, ubicada en la comuna de Macul.

La Recuperadora Textil Jackarter pertenece a Sergio Carter, quien la compró en 1999. En sus orígenes esta fábrica era un hilandería de algodón, pero con el declive de la industria textil chilena, producto del creciente mercado de importaciones, terminó cambiando de rumbo. Hoy en día, en la fábrica se reutilizan todo tipo de desechos textiles para elaborar hilados de fibras recicladas, con los que luego se producen frazadas. Carter admite que ha sido difícil mantenerse en el rubro, pero espera que con el aumento de iniciativas centradas en la reutilización, su negocio pueda fortalecerse. Además de la guillotina y la desgarradora, la fábrica cuenta con una cardadora para peinar fibras, y una máquina continua para hacer hilados. Todas estas datan de los años 1960-1962, y según Sergio, fueron traídas desde Italia por el dueño original de la fábrica. Debido a la antigüedad de las máquinas y al uso extensivo que han tenido, hoy en día estas no se encuentran en las mejores condiciones, sin embargo siguen cumpliendo su función. Para tener una referencia de precio, se consultó con Sergio el costo de procesar el material, y éste estimó que desgarrar un kilo de ropa sale entre \$500-600 pesos. Además, manifestó estar abierto a la posibilidad de procesar desechos textiles por encargo, siguiendo esta tarifa como pauta de cobro por servicio.



Imagen 29 · Guillotina Industrial, Jackarter.

Fotografía propia

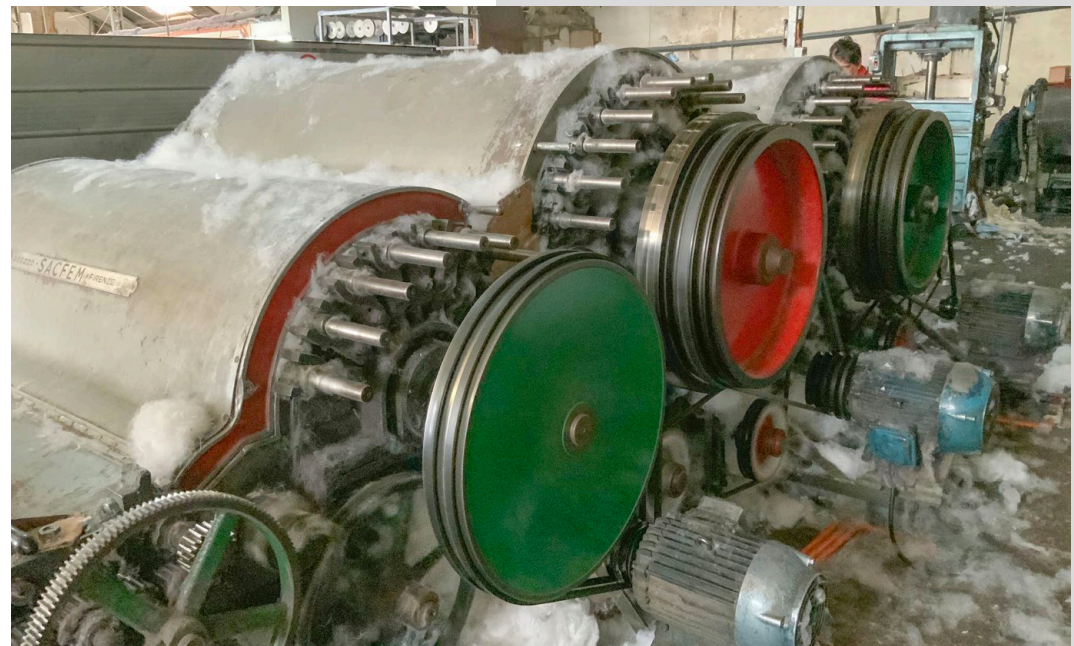


Imagen 30 · Desfibradora mecánica, Jackarter.

Fotografía propia

## 4. Configuración de la superficie

### 4.1 Textiles No Tejidos

Una vez resueltas las etapas de captación y síntesis del proceso, se da inicio a la fase de manufactura de las cubiertas agrícolas. Al igual que en la etapa anterior, el proceso se debe seleccionar considerando aquellas opciones que causen el menor impacto ambiental posible. Respondiendo a una de las problemáticas planteadas, se estableció el objetivo de elaborar una superficie que tuviera cierto grado de porosidad para evitar la acumulación de aire caliente bajo esta. Sin embargo, esta variable debe ser justamente controlada, pues una superficie muy permeable no será una barrera eficiente para evitar la pérdida de humedad. También, se deben tener en cuenta los requerimientos físicos y técnicos que deben cumplir las superficies para su propósito. En base a todos estos puntos, se comenzó a estudiar la posibilidad de fabricar cubiertas no tejidas.

Se le denomina no tejido, a aquellas “estructuras textiles producidas por la unión y entrelazado de fibras, por medios mecánicos, químicos o térmicos” (Ayoub & Khatri, 2017). A diferencia de los tejidos planos o de punto, en los textiles no tejidos no se utilizan hilados y no hay proceso de tejeduría. Es más, una de las grandes ventajas de este tipo de superficie es que su proceso de producción es continuo y consta de pocas etapas, lo que se traduce en una alta tasa de producción y un bajo costo de fabricación. Además, los no tejidos ofrecen una

gran cantidad de posibilidades y propiedades personalizables, que van desde su resistencia, porosidad, grosor, etc.

El proceso de producción de no tejidos se divide en tres etapas: primero se realiza la formación del manto de fibras, luego sigue el entrelazado y unión de estas, y finalmente la aplicación de las terminaciones. Existen diferentes métodos para elaborar no tejidos, pero todos estos contemplan estas tres etapas principales. La primera etapa de formación del manto se puede hacer en seco, húmedo o mediante un proceso de polimerización. El entrelazado y unión de fibras se puede llevar a cabo de manera mecánica, química o térmica. Finalmente, las terminaciones dependerán del uso que se le pretenda dar.

Algunos ejemplos de uso de no tejidos son, productos de higiene, aislación térmica, filtración, textiles técnicos, etc. Para el proyecto se tomaron como referencia los geotextiles no tejidos, estos son textiles técnicos fabricados con polímeros sintéticos. Se utilizan para labores de construcción, por lo que tienen una gran resistencia y durabilidad, características que se buscan alcanzar para las cubiertas agrícolas. Para comprender de mejor manera el proceso de producción de superficies no tejidas, se visitó una fábrica de geotextiles local.



Imagen 31 · Preparación de fibras para cardado, Geotex.



Imagen 32 · Matriz de agujas para punzonado, Geotex.



Fotografía propia

## 4.2 Geotex

Geotex es una fábrica de geotextiles y cubresuelos no tejidos ubicada en Macul, fundada en 1995 por Arturo Hasbún. Esta es una de las pocas fábricas manufactureras de textiles que quedan en Chile, luego del ya mencionado boom de las importaciones. Según Arturo, la empresa ha logrado mantenerse en el rubro gracias a su producción de geotextiles, los cuales son muy cotizados en el sector de minería y obras públicas. Para la elaboración de los no tejidos, Geotex utiliza fibras sintéticas de poliéster y polipropileno 100% virgen, las que se importan de Bélgica y China. Antes de poder utilizar las fibras estas se abren y separan en una máquina, para así soltarlas del formato prensado en el que vienen. La pelusa de fibras resultantes es similar a la obtenida mediante el proceso de desfibrado mecánico.

El método de producción que se utiliza en la fábrica es la unión mecánica de fibras por punzonado, con terminaciones de termosellado. La formación del manto se realiza en seco con una máquina cardadora, la cual tiene como propósito peinar y ordenar las fibras en un mismo sentido. Este proceso es muy importante pues el manto será la base del textil, si este no es uniforme el resultado tampoco lo será. Luego de esto, se traslapan las capas de velo cardado unas sobre otras, la cantidad de capas dependerá del grosor o densidad que se le quiera dar al textil. También, se puede variar la dirección de las fibras de cada capa, por ejemplo, se pueden hacer no tejidos cuyas capas tengan todas las fibras hacia un mismo sentido y obtener un material más elástico; o se pueden intercalar perpendicularmente y conseguir uno con mayor resistencia a la tracción. Después de formar el manto se procede a entrelazar las fibras, como se mencionó la fábrica utiliza el método mecánico de punzonado, en el cual consiste de una serie de agujas triangulares con pequeños surcos en sus lados. Las agujas suben y bajan verticalmente atravesando el manto

cada vez, gracias a la fricción y a los surcos de las agujas, las fibras comienzan a enredarse entre sí. Primero, el punzonado se realiza por sobre la superficie, luego la máquina aplica fuerza para estirar el manto y vuelve a punzonarlo por la cara inferior. Finalmente, la superficie pasa por dos rodillos calientes que terminan de sellar el entramado de fibras sintéticas. Todo este proceso se realiza en una sola máquina continua, que se alimenta de electricidad y que tiene la capacidad de producir no tejidos de hasta 4 metros de ancho, con gramajes que van desde los 80 hasta los 800 gr/m<sup>2</sup>. A modo de referencia, un geotextil negro de 130 gr vale \$370 pesos por metro, mientras que uno de 600 sale \$1.700 pesos el metro cuadrado. Además de producir los geotextiles, Geotex se hace cargo de las pruebas técnicas y de calidad de todos sus productos. Para esto poseen un laboratorio dentro de la misma fábrica, en donde se realizan pruebas de tracción, estallido, elongación y filtración, entre otras.

Luego de estudiar este proceso de producción, se intuyó que mediante este sería posible unir las fibras de poliéster, obtenidas del desfibrado mecánico, y formar cubiertas que fueran lo suficientemente resistentes para pasar largos periodos a la intemperie. Respecto al grado de porosidad, este se ve definido por el tamaño y separación de las agujas del punzonado. Según Hasbún, este aspecto es completamente personalizable y testeable para llegar a la porosidad precisada. Se consultó también con Arturo, si existía la posibilidad de contratar sus servicios para fabricar no tejidos, a lo que este respondió que primero se debían realizar pruebas para confirmar que las fibras fueran compatibles con las máquinas. Además, indicó que la cantidad mínima de material necesaria para que el mecanismo funcione son 100 kilos de fibras.



Fotografía propia



· Imagen 33  
Proceso de elaboración del prototipo.  
Fotografía propia

## 5. Prototipado

### 5.1 Prototipos preliminares

Los primeros prototipos se realizaron con el objetivo de comprobar la factibilidad de elaborar superficies no tejidas con poliéster reutilizado. Para lograrlo se buscó replicar los procesos de desfibrado mecánico, punzonado y termosellado, a una escala casera y manual. Se utilizó una polera deportiva en desuso, compuesta en un 100% de poliéster, que se redujo manualmente a pequeños trozos de tela. Luego, con una licuadora doméstica de 6 cuchillas se simuló el desfibrado mecánico, el cual no fue del todo óptimo pues se tuvo que agregar agua y parar varias veces para desenredar las fibras de las cuchillas. Independiente de esto, se logró obtener la pelusa de fibras deseada, aunque con algunos trozos de tela pequeños. Se adquirieron en el mercado dos utensilios de afieltrado artesanal, una herramienta manual con 6 agujas para punzonado n° 32, y un cepillo como base. Luego del punzonado

se procedió a sellar la superficie con una plancha a 210° C. Finalmente, se obtuvieron muestras de aproximadamente 10 x 10 cm con un grosor de 3 mm, que demostraron la posibilidad de fabricar no tejidos con poliéster reutilizado, mediante el método de punzonado y termosellado. Sin embargo, a la mayoría de los prototipos resultantes les faltó uniformidad y resistencia, además de que las dimensiones del cepillo limitaron el tamaño de las muestras, dificultando realizar superficies más grandes. Se identificó que la falta de cardado y, por ende, de una correcta disposición del manto, también influyó en el resultado final de los prototipos. Para el siguiente prototipo se fijó como objetivo construir una superficie de mayor tamaño, para lograrlo fue necesario llevar los procesos ya descritos a una escala más industrializada.



· Imagen 34  
Prototipo elaborado manualmente  
con poliéster reutilizado.



Imagen 35 · Borra de fibras resultantes del desfibrado de poleras.

Fotografía propia

## 5.2 Prototipo a gran escala

### Captación

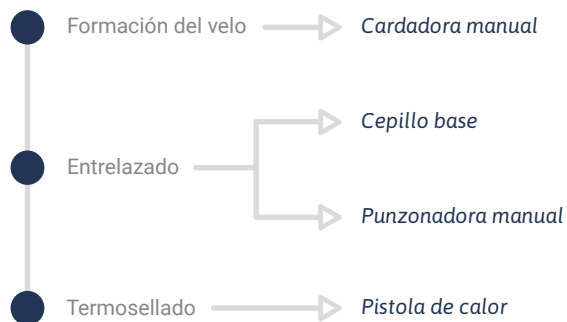
Se contactó a Guillermo, de Meta Producciones, para conseguir poleras en desuso para el desfibrado. Este facilitó un total de 147 poleras blancas 100% poliéster, que habían sobrado de una corrida de Chilecompra. En total las poleras pesaban 15,5 kilos aprox. Se escogieron poleras blancas para poder simular de mejor manera una cubierta agrícola de color blanco.

### Síntesis

Para poder procesar tal cantidad de poleras, se contactó a Sergio Carter, el cual accedió a triturar y desfibrar las poleras en su fábrica. Ya que son muchos los materiales que pasan por sus máquinas, fue importante asegurar que el poliéster no se mezclara con otras fibras. El triturado tomó aproximadamente 10 minutos y luego el desfibrado otros 20 minutos. En un total de 30 minutos los 15,5 kilos fueron procesados por completo y se obtuvo una pelusa de fibras blancas. Debido al tiempo que tienen las máquinas y a la falta de mantenciones, quedaron algunos pequeños trozos de tela entre las fibras. No obstante, en máquinas más precisas y modernas el resultado sería completamente puro.

Para ver un video resumen de lo que fue el proceso de desfibrado de las poleras en Jackarter, siga el siguiente link:  
<https://youtu.be/UV9TeghfgGs>

## Manufactura



Debido a que no se alcanzaba la cantidad de material necesario para el funcionamiento de las máquinas de Geotex, se tuvo que realizar el cardado, punzonado y termosellado de manera casera. Sin embargo, para poder elaborar de manera más óptima muestras de gran escala, se adquirieron y se fabricaron nuevas herramientas.



Imagen 36 · Fotografía referencial de una cardadora manual.

### · Cardadora manual

Esta vez el cardado se consideró como una etapa importante del proceso, por lo que se adquirió una máquina cardadora manual. Esta consta de dos cilindros con pequeñas puntas, que giran gracias a una manivela. Al introducir y girar el material en la máquina, se comienza a formar un velo alrededor del cilindro de mayor tamaño, el cual luego se tira por un extremo para separarlo de él.

### · Cepillo Base

Para utilizar como base del punzonado, se mandó a fabricar un cepillo de 110 x 50 cm con cerdas de polipropileno. El tamaño del cepillo permitiría elaborar muestras más grandes. Por otro lado, la densidad y largo de las cerdas fueron clave para producir una base estable para el punzonado.

## · **Punzonadora manual**

Se diseñó una herramienta de punzonado manual basada en el utensilio de 6 agujas utilizado en el prototipo anterior. Para tener una mayor área de punzonado se elevó el número total de agujas a 54. Además, se agregó un mecanismo de apertura y cierre para poder intercambiar las agujas en caso de que alguna se rompa.

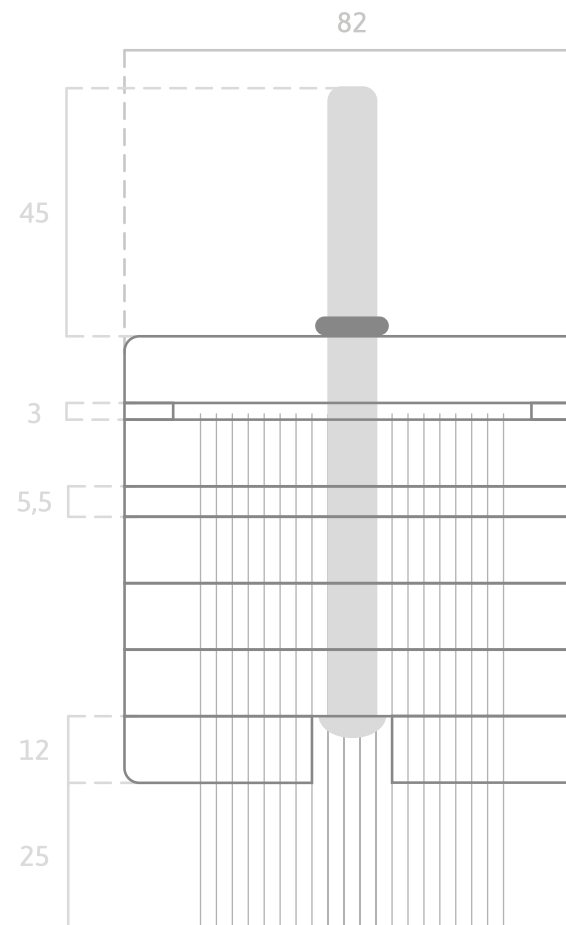
Fotografía propia



Imagen 37 · Punzonadora manual.

· Esquema 12:  
Plano en elevación de  
la punzonadora (mm).

Elaboración propia.



## · **Pistola de Calor**

Si bien, la plancha de ropa funcionó bien para hacer un termosellado preliminar, sería necesario aumentar la temperatura para alcanzar un acabado más preciso. Es por esto que finalmente se utilizó una pistola de calor de 2.000 watts para fundir las fibras y sellar la superficie.





El proceso de manufactura comenzó con el cardado de las fibras reutilizadas, obtenidas en Jackarter. Debido a que las dimensiones del cepillo superaban a las de la cardadora, se fue construyendo la base del manto con varias capas de velos cardados superpuestos. En total el manto se compuso de cuatro capas, dos en sentido horizontal y dos en sentido vertical, se fueron intercalando las direcciones de las capas para darle una mayor tenacidad al resultado final. Una vez listo el manto, se entrelazaron las fibras con ayuda de la punzonadora manual. Replicando a las máquinas industriales, primero se hizo el punzonado por arriba del manto, luego se estiró y se dio vuelta, para hacerlo por la otra cara. Finalmente se obtuvo un prototipo de 100 x 50 cm aprox. Gracias al cardado previo de las fibras, y a la dirección de las capas, se consiguió una superficie uniforme con gran resistencia. Posteriormente, con la pistola de calor se terminó de sellar la superficie y se redujo su grosor a 1 mm, lo que ayudó a mejorar aún más la resistencia de la muestra. Se estima, según el peso total del material usado para hacer el prototipo, que el gramaje de la muestra se encuentra entre los 200-300 gr/m<sup>2</sup>.

Imagen 38 · Formación del manto sobre el cepillo base.

Fotografía propia



· Imagen 39  
Probeta y sesores de medición.  
Fotografía propia

## 6. Testeo

### · Objetivo

Demostrar que el prototipo elaborado cumple con las cualidades básicas necesarias para ser usado como cubierta agrícola.

- Comparar las mediciones de temperatura y humedad, entre el suelo al descubierto y el suelo cubierto con la superficie no tejida.
- Evaluar los efectos del prototipo sobre el ph de la tierra.
- Examinar la influencia de la cubierta no tejida sobre el desarrollo de la planta.

## 6.1 Materiales y Probetas

C1

C2

CUBIERTO

D1

D2

DESCUBIERTO

Para el testeo se prepararon cuatro probetas, cada una consta de un macetero con 8,5 lt de tierra con abono y un almácigo de lechuga española. Dos de estas probetas estarían a suelo descubierto (D1 y D2), y las otras dos cubiertas con el prototipo no tejido de poliéster reutilizado (C1 y C2).

Se escogieron lechugas españolas para el testeo por tres razones principales. En primer lugar, porque son las hortalizas más plantadas del país, después del choclo y el tomate (Saavedra et al, 2017). En segundo lugar, porque estudios vinculan las cubiertas de color blanco con una serie de beneficios para los cultivos de lechuga. Finalmente, se tomó la decisión de utilizarlas por ser plantas con una alta necesidad hídrica, por lo que la falta de humedad influye directamente en su desarrollo.

Para comprender los aspectos de las lechugas y hacer los preparativos, se siguió el "Manual de Producción de Lechuga", publicado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Según el manual, la temperatura óptima de crecimiento de la lechuga es entre los 15° y 18° C; la mínima es de 12°C;

y la máxima entre 18 y 25°C. Durante la temporada de verano, el manual aconseja no dejar las lechugas a sol directo, pues pueden quemarse, es por esto que las probetas se mantuvieron al exterior pero siempre bajo sombra. Respecto a la humedad, se indica que el porcentaje ideal es entre un 60-80%. A falta de humedad las lechugas tienden a emitir el tallo floral, lo que implica que dejen de producir hojas hacia los lados y comiencen a subir. Sobre el índice de ph de la tierra, este debe estar entre los 5-7, esta regla se repite para casi la mayoría de las plantas. Siguiendo recomendaciones del manual, se incluyó en cada probeta un sistema casero de riego por goteo, el que se elaboró con botellas de plástico volteadas con un orificio en sus tapas. Al llenar la botella de agua, esta comienza a salir gota por gota, haciendo que el riego se haga más lento y eficiente. El testeo se proyectó para durar cuatro semanas, dando inicio el 11 de Diciembre del 2019 y finalizando el 7 de Enero de 2020. Se comenzó regando todos los días 300 ml de agua, pero luego de las bajas mediciones obtenidas la primera semana se decidió subir a 450 ml diarios.

## 6.2 Mediciones

Las mediciones a evaluar en el testeo fueron, la temperatura (°C), el porcentaje de humedad y el índice de ph. Para llevarlas a cabo simultáneamente se adquirió un termómetro con sonda y un higrómetro con medidor de ph, para cada una de las probetas. Estos se mantuvieron montados en los maceteros todo el tiempo, para de esta manera tener acceso rápido a las mediciones en cualquier momento. Durante la primera semana de testeo, se registraron las medidas todos los días a las 18:00 hrs. Las semanas restantes se comenzaron registrar a la misma hora, solo que día por medio. Además de las mediciones, se registró fotográficamente el desarrollo de las plantas una vez a la semana, para de esta manera tener material para hacer una comparación cualitativa más precisa.

## 6.3 Resultados

	S1	S2	S3	S4	PS
<b>C1</b>	24,8°	25,9°	26,6°	23°	25°
<b>C2</b>	24,8°	25,4°	26,4°	23°	24,9°
<b>D1</b>	25,3°	24,6°	25,5°	21,7°	24,3°
<b>D2</b>	24,4°	24,9°	25,3°	22°	24,1°

	S1	S2	S3	S4	PS
<b>C1</b>	56%	78%	73%	63%	71%
<b>C2</b>	69%	67%	76%	70%	70%
<b>D1</b>	50%	62%	63%	53%	57%
<b>D2</b>	51%	55%	56%	53%	54%

	S1	S2	S3	S4	PS
<b>C1</b>	5,4	6,2	6,5	6,3	6,1
<b>C2</b>	5,6	7,2	6,9	6,8	6,6
<b>D1</b>	5,9	6,8	6,9	7	6,6
<b>D2</b>	5,6	7	6,3	6,5	6,4

\* S = semana; PS = promedio de las cuatro semanas.

Fotografía propia

### · Temperatura

Como la experimentación se llevó a cabo en verano, las temperaturas diarias se mantuvieron sobre los 20°C, lo que influyó en que las mediciones estuvieran por sobre la temperatura óptima. Las dos lechugas cubiertas registraron en promedio 1°C más que las descubiertas, sin embargo todas las probetas tuvieron temperaturas dentro de la normal. No obstante, al revisar las mediciones diarias se distingue el potencial regulador de la cubiertas. Las mediciones de temperatura de C1 y C2 se mantuvieron durante toda la experimentación dentro de un rango específico, mientras que las de D1 y D2 oscilaban de extremo a extremo, muy susceptibles a la temperatura del exterior.

### · Humedad

Si bien, en un principio todas las probetas comenzaron con porcentajes por debajo del ideal, con el aumento del agua de riego se logró nivelarlos a una medida normal. Con el paso de las semanas se fue haciendo más significativa la brecha entre las probetas cubiertas y las descubiertas, llegando a presentar diferencias de casi un 20% de humedad. Esto se corroboró cualitativamente al observar, durante toda la experimentación, que la tierra al descubierto se encontraba mucho más seca que de lo que estaba el suelo cubierto.

### · Ph

Por su parte, las mediciones de Ph, tanto de las muestras cubiertas como de las descubiertas, estuvieron dentro del estándar. Es más, los valores no parecieron verse afectados por la presencia de la superficie, lo que confirmó preliminarmente que esta no es perjudicial para el ecosistema de la planta.

## · Desarrollo

Al contrastar las fotos de las probetas cubiertas con las descubiertas, semana tras semana, se fueron evidenciando los efectos de la humedad sobre el desarrollo de la lechuga misma. Por un lado, las muestras C1 y C2 desarrollaron mayor cantidad de hojas y diámetros más largos, lo que se tradujo en un aspecto más vital y fuerte. Por el otro, las probetas D1 y D2 presentaron más problemas de desarrollo, generando menor cantidad de hojas y tendiendo a crecer hacia arriba más que hacia los lados. Como consecuencia las lechugas descubiertas crecieron poco, mostrándose más débiles y secas que las otras.



Imagen 40 · Estado de las probetas al finalizar la cuarta semana de testeo.

Fotografía propia

## 6.4 Conclusiones

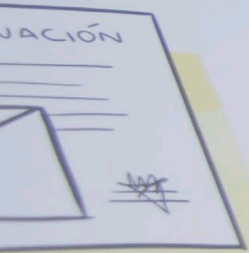
Según los objetivos planteados al inicio del testeo, se compararon las mediciones de las probetas y se demostró que la superficie no tejida de poliéster reutilizado fomenta efectivamente la retención de humedad y ayuda a regular la temperatura. También, se descartó que los prototipos fueran perjudiciales para su entorno, al no perturbar el pH de la tierra. Además, se evidenció a través del registro fotográfico, la favorable influencia de la cubierta no tejida en el desarrollo de las lechugas. Dicho esto, se alcanzó el objetivo general de esta experimentación, pues se demostró que los prototipos cumplen con las cualidades básicas para ser utilizados como cubiertas agrícolas. Si bien, los resultados de este testeo son un avance sumamente valioso, se reconoce que para validar en un 100% la efectividad de la superficie queda pendiente realizar pruebas técnicas más específicas.

Para revisar las tablas de registro y fotografías del testeo, ve a la página 115, en la sección Anexos.



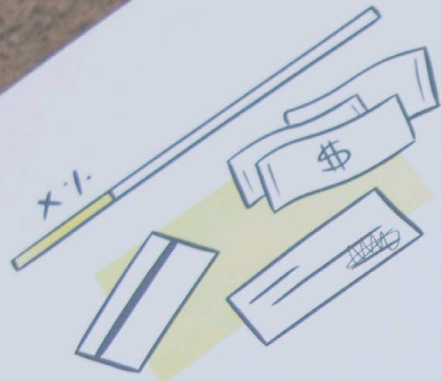


V .  
**DESARROLLO  
DEL SERVICIO**



Recibes la evaluación y la cotización

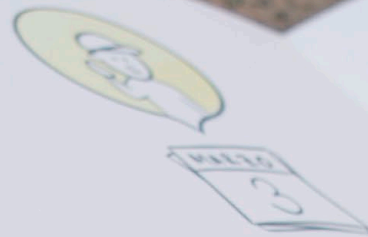
Después recibes una evaluación y una cotización de tu asesor de zona. En la evaluación se te explican las opciones de mulch para tu cultivo y en la cotización se detallan los precios del servicio más los detalles.



### Realizas el pago inicial

Para contratar el servicio deberás aceptar la cotización con tu asesor y realizar el pago inicial, el cual corresponde a un porcentaje no definido aún del total. Este pago se podrá realizar con depósitos, transferencias, efectivo, etc.

Four horizontal lines for writing notes.



Agendas la visita de tu Asesor

Una vez que se confirme el pago procederá a agendar contigo la visita para rectificar medidas y constatar

Four horizontal lines for writing notes.

Imagen 41 Cuadernillo de testeo. Fotografía propia



# 1. Requerimientos de Diseño

- Ajustarse al contexto rural de los usuarios.
- Ser financieramente accesible para los agricultores.
- Ofrecer una experiencia presencial y cercana.
- Considerar tanto a pequeños como medianos agricultores.
- Presentarse en un lenguaje comprensible y familiar.
- Brindar asesorías personalizadas.
- Ofrecer una instalación y desinstalación, rápida y eficiente.
- Contemplar la recolección de las cubiertas usadas.
- Proyectar un valor agregado más allá del producto mismo.



## 2. Prototipado

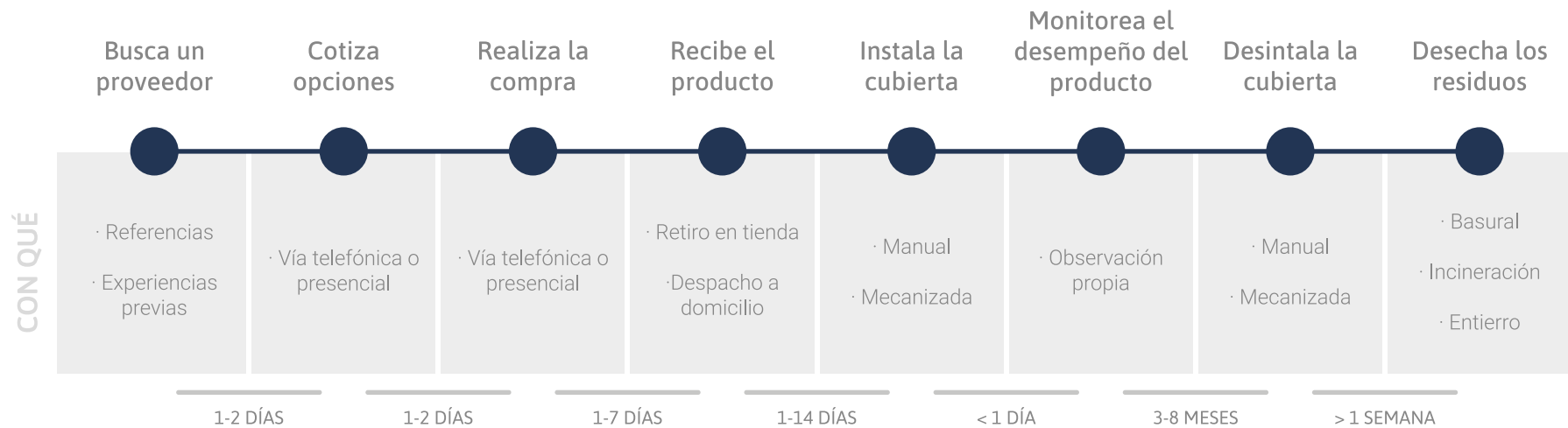
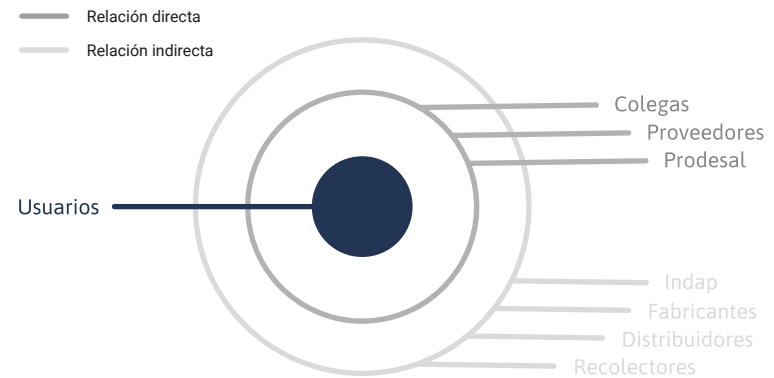


Para desarrollar el servicio se utilizó como guía la publicación “Creando Valor a través del Diseño de Servicios”, del Departamento de Diseño de Servicios UC. Además, se realizaron asesorías con la académica Paula Wuth, quien fue de gran ayuda para todo este proceso. Este servicio fue generado con el objetivo de agregarle valor al uso de las cubiertas y evitar el consumo de los films plásticos desechables, además gracias a la etapa de recolección que contempla este se asegura la circularidad de todo el sistema. Basándose en los análisis previos, se definieron dos usuarios principales: pequeños y medianos agricultores. Las descripciones en profundidad de ambos usuarios se pueden encontrar en la página 56, de la sección Formulación del proyecto.

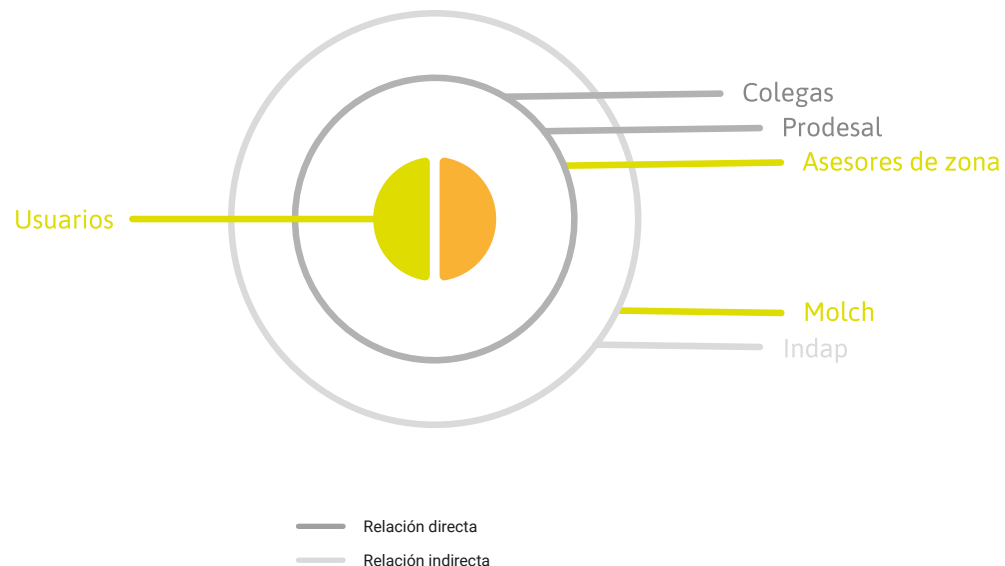
## 2.1 Mapa del viaje existente

Con la información recolectada, se realizó un mapa del viaje existente que recorren los usuarios actualmente al consumir cubiertas agrícolas plásticas. También se elaboró un mapa con los principales agentes que se relacionan de manera directa o indirecta con el usuario.

## 2.2 Mapa de actores existentes



## 2.4 Mapa prospectivo de actores



## 2.3 Mapa prospectivo del viaje

Como parte de la propuesta se diseñó un nuevo viaje prospectivo para los usuarios, para desarrollarlo se tomaron en cuenta los requerimientos previamente planteados. Basándose en el referente Hello Tractor, se creó un nuevo usuario interno, el Asesor de zona.

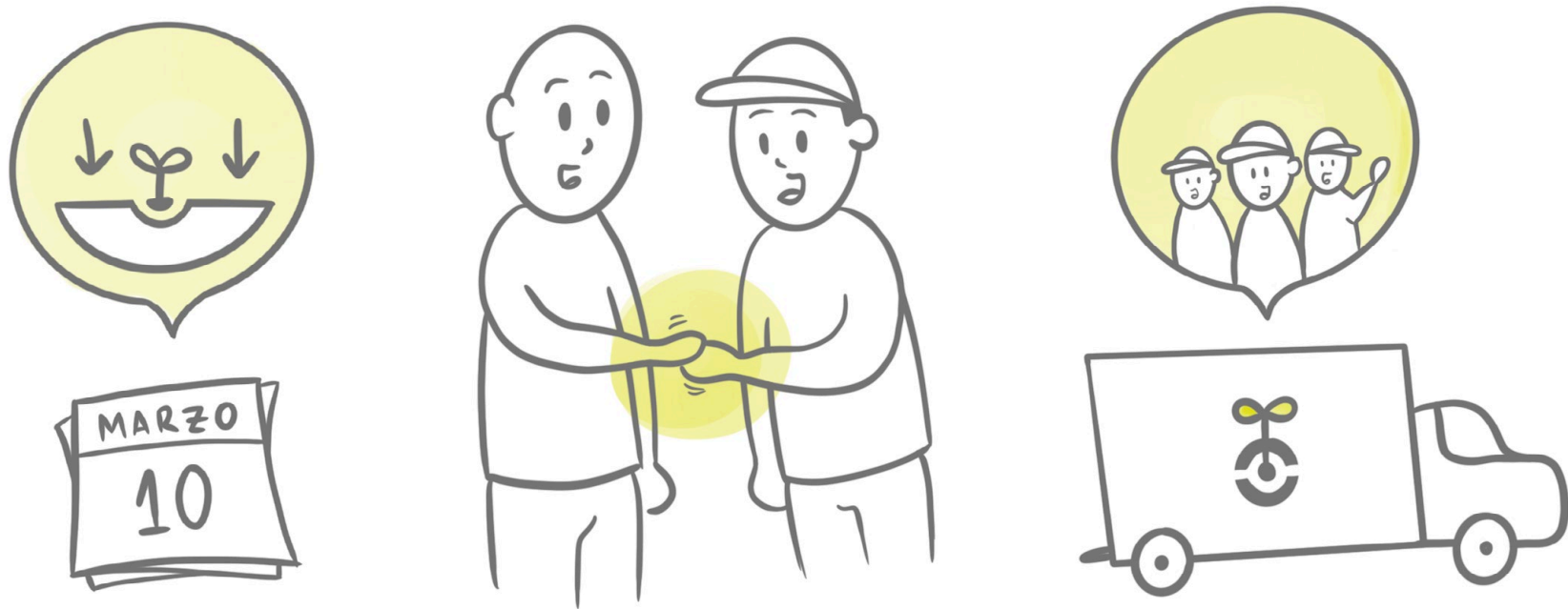


Accede al siguiente link o escanea el código QR para descargar los mapas prospectivos de los usuarios:  
<https://drive.google.com/file/d/15HegjwfcQkorji7CcadEbNxpz8NPjmb-/view?usp=sharing>

### · Asesores de zona

Se crea el personaje del Asesor de zona con el fin de personalizar el contacto entre el servicio y los usuarios. Los Asesores son representantes directos de la organización, encargados de generar un vínculo fuerte con los agricultores de su zona, preocuparse por sus necesidades y transmitir sus inquietudes a la empresa. Se proyectan como miembros activos de comunidades rurales, con profundos conocimientos y experiencia agrícola. Además, se encuentran capacitados por la empresa en el uso de cubiertas, sus beneficios, consideraciones, requerimientos, etc.

· Imagen 43  
Ilustraciones del stroyboard.



## 2.5 Storyboard

A modo de prototipo, se decidió plasmar el viaje de los pequeños agricultores en un storyboard con ilustraciones de elaboración propia. Cada uno de los 15 puntos de contacto, se vieron representados en un dibujo y una breve descripción. Además del storyboard, se prototipo un formulario de cotización con una serie de preguntas acerca de la zona y la superficie sembrada del agricultor; cuyo objetivo final es conocer el tamaño y la cantidad de cubiertas necesarias, y cotizar su precio.



Accede al siguiente link o escanea el código QR para descargar el storyboard:  
<https://drive.google.com/file/d/1XBEb8Kitz4PcHyc5EVgYwqjaKgWBn8fa/view?usp=sharing>



Accede al siguiente link o escanea el código QR para descargar el formulario de cotización:  
[https://drive.google.com/file/d/10jK5VOp\\_3tZdE3vJzQqNvQYjsLM9y9PZ/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/10jK5VOp_3tZdE3vJzQqNvQYjsLM9y9PZ/view?usp=sharing)



· Imagen 44  
Testeo del flujo prospectivo del servicio.  
Fotografía propia

## 3. Testeo

### · Objetivo

El objetivo general de este testeo es evaluar si el viaje propuesto resulta coherente para los usuarios de la pequeña agricultura.

- Identificar problemáticas o necesidades de los agricultores, a través de la revisión en conjunto de cada punto de la secuencia.
- Examinar la efectividad del formulario de cotización como punto de contacto, y como medio para recoger información sobre los agricultores.
- Captar las impresiones de los agricultores al Introducir el personaje del Asesor de zona.
- Comprender el comportamiento financiero de los agricultores y su respuesta a las instancias de pago planteadas.

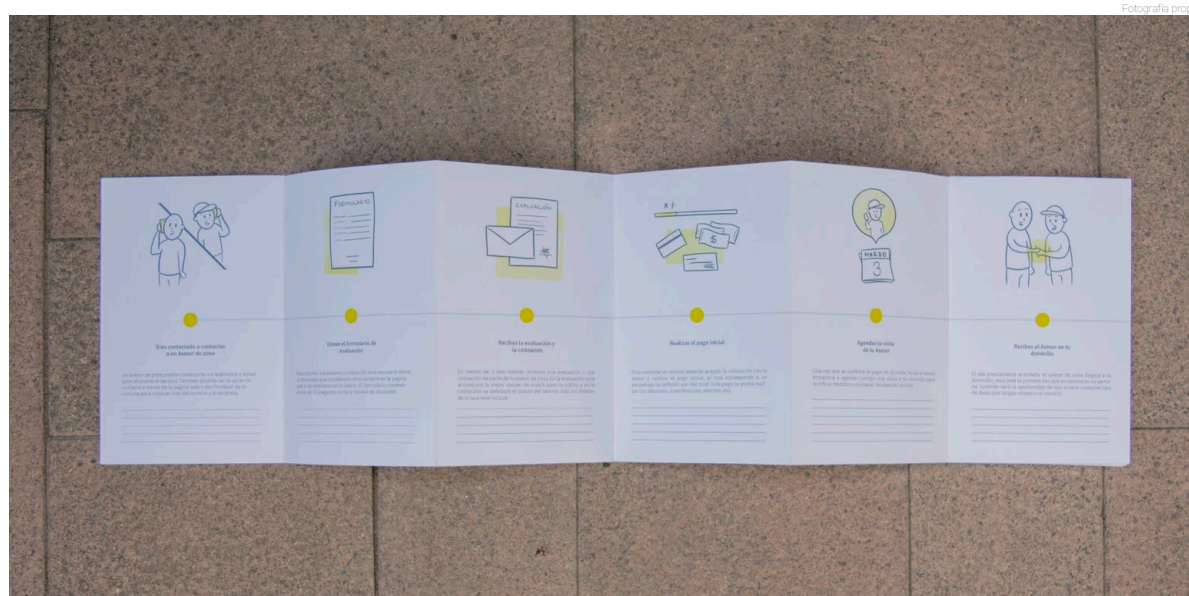


Imagen 45 · Cuadernillo de testeo.

### 3.1 Materiales

Para realizar el testeo, se plasmó el storyboard elaborado en una serie de cuadernillos. En cada ilustración se incluyó una breve descripción escrita y un espacio para escribir, para que los agricultores pudieran dibujar o anotar lo que se les ocurriera. Además, se imprimieron algunos formularios de cotización para testearlos en conjunto con los cuadernillos. El registro de la actividad se realizó mediante una cámara fotográfica y una grabadora de voz.

### 3.2 Dinámica

Se diseñó el testeo como una actividad grupal guiada por un narrador, para no más de cuatro participantes. La actividad comienza con una pequeña introducción del servicio y del personaje del Asesor de zona. Luego, el narrador guía la revisión del cuadernillo dibujo por dibujo, explicando cada etapa y sus características a los participantes, quienes comentan sus impresiones de cada punto. Al llegar al segundo paso del storyboard, se hace una pequeña pausa para que los participantes llenen los formularios de cotización, al igual que lo harían si fuesen “clientes” del servicio planteado. Al finalizar la revisión de toda la secuencia, se realizan un par de breves preguntas de cierre con el fin de obtener una apreciación general del servicio. En total se estima que la duración de la actividad sería de entre unos 20-30 minutos. Vale mencionar, que durante la actividad no se hizo referencia en ningún momento a precios o costos, pues en el momento estas cifras no estaban definidas.

### 3.3 Muestra

Para poder acceder a pequeños agricultores y usuarios INDAP, se contactó a Mariella Villavicencio, directora del PRODESAL de Buin. Esta abrió la posibilidad de asistir a una capacitación de riego organizada para los pequeños agricultores y aprovechar la oportunidad para realizar el testeo. Finalmente, el testeo se llevó a cabo el día 20 de Enero de 2020, en la comuna de Buin. La muestra estuvo compuesta por siete agricultores y Mariella, como representante del Prodesal. Se llevaron a cabo dos grupos, uno de tres participantes y otro de cuatro; a Mariella también se le realizó la misma actividad, solo que de manera individual.

### 3.4 Observaciones

En un principio se había contemplado que la actividad se llevaría a cabo en un ambiente estable, con los participantes sentados y con una mesa de apoyo; sin embargo esto no fue posible debido a que el contexto de la capacitación fue en el exterior. A causa de esto los espacios para escribir en el cuadernillo no fueron mayormente usados, no obstante, gracias a la grabación de la actividad, se pudo hacer una correcta recopilación del feedback. Del análisis de la actividad surgieron una serie de observaciones que permitieron dar con las conclusiones finales. Para revisar estas observaciones ve a la página 114, en la sección Anexos.



Fotografía propia

Imagen 46 · Testeo con agricultores de Buin.



## 3.5 Conclusiones

Entendiendo que los pequeños agricultores son usuarios más bien pasivos a la hora de contactar proveedores, se concluyó que la manera más efectiva de captarlos es de manera presencial, a través de actividades, charlas y capacitaciones relacionadas al servicio. Para esto será clave trabajar de la mano de los miembros del PRODESAL, ya que estos poseen relaciones estrechas con los agricultores.

Respecto al rol del Asesor de zona, este debe representar al servicio y acompañar a los agricultores durante todo el proceso, buscando siempre establecer una relación de confianza. Por sobre todo, estos deben ser personajes cercanos y respetuosos, con amplios conocimientos sobre agricultura, mulching y la zona geográfica. Para promover el vínculo de confianza entre el Asesor y el agricultor, la mayoría de los puntos de contacto se deben llevar a cabo de manera presencial, o vía telefónica. Las instancias de feedback, como las llamadas mensuales y la encuesta final de satisfacción, demostraron ser esenciales, por lo que no pueden faltar en el servicio final.

Todo el papeleo relacionado al formulario, la evaluación y la cotización demostró entorpecer el flujo del servicio, por lo que se debe diseñar una interacción que cumpla la misma función,

pero de una manera más eficiente y clara. Acerca del formulario, las preguntas y el lenguaje utilizado fueron correctos, ya que los agricultores pudieron responder sin mayores problemas, sin embargo el formato no logró ser un medio apropiado.

Si bien, los agricultores reconocen el valor agregado del servicio, el precio por adquirirlo será el factor que definirá finalmente si lo contratan o no. Este es un punto importante a considerar, ya que por muchos beneficios que el servicio ofrezca, si este no está dentro del presupuesto, simplemente no se implementará. Además, se debe tener en cuenta que los agricultores preferirán realizar los pagos al contado, o buscarán apoyo financiero para contratar el servicio. El sistema de pago en cuotas resulta coherente, siempre y cuando el primer pago se haga después de la visita y no antes.

Finalmente, será la primera experiencia la que definirá si se solicita la reposición del servicio, más allá de los descuentos y beneficios que se ofrezcan. Es por esto que el objetivo siempre debe ser ofrecer un servicio personalizado, cercano y de calidad. Esto no solo es importante para establecer una relación buena con el agricultor, sino que además, es esencial para asegurar que las cubiertas sean reutilizadas y no desechadas.





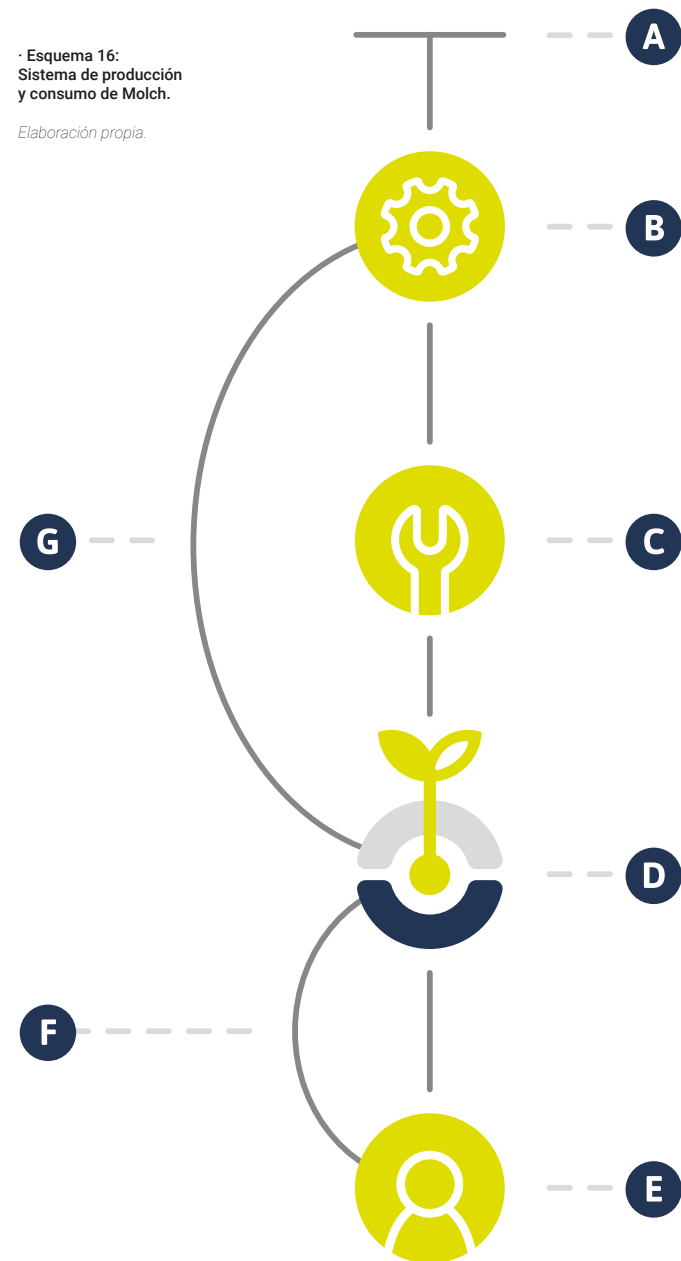
VI ·  
PROPUESTA  
FINAL

# 1. Molch

Molch es un sistema sostenible de producción local, orientado a potenciar la agricultura familiar chilena, a través de un servicio de asesoría, instalación y recolección, de cubiertas agrícolas no tejidas elaboradas con poliéster reutilizado.

## 1.1 Sistema

A modo de resumen, se elaboró el siguiente esquema, el cual visualiza el flujo circular del sistema y sus principales etapas.



## A. Materia prima

La materia prima se obtendrá a través de acuerdos con productoras de eventos deportivos. Estas pagarán una cuota por la recolección de sus desechos de poliéster, y a cambio, recibirán una certificación legítima de gestión de residuos sustentable. Eventualmente, este modelo se podrá expandir a cualquier empresa nacional que genere desechos textiles de poliéster pre consumidor.

## B. Síntesis

El proceso de desfibrado mecánico será externalizado por medio de un acuerdo con la Recuperadora Textil Jackarter. A través de este, Molch contratará los servicios de triturado y desfibrado de la fábrica, a la que se le pagará un monto base por cantidad de material procesado. Se proyecta que con el aumento de recicladores textiles en Chile, surgirán nuevas recuperadoras que empleen el método de desfibrado mecánico, por lo que, frente a alguna eventualidad, existirán más opciones para realizar el proceso.

## C. Manufactura

La producción de las cubiertas también será externalizada a otra empresa. En este caso, se contratarán los servicios de manufactura de la fábrica Geotex. El material desfibrado procedente de la recuperadora textil, será transportado a la fábrica, en donde se convertirá en cubiertas agrícolas no tejidas. Al igual que con la recuperadora, el precio de servicio dependerá de la cantidad de material procesado.

## D. Distribución

Molch se hará cargo de la distribución de las cubiertas no tejidas, a través de su servicio para agricultores. Los asesores de Molch, se encargarán de contactar y visitar a pequeños agricultores de su zona, para ofrecerles el servicio y asesorarlos respecto a el mulching. Contratado el servicio, el personal de Molch se hará cargo de la instalación a domicilio. En caso de contratarlo sin instalación, las cubiertas serán despachadas directamente a domicilio.

## E. Uso

Durante el período de uso de las cubiertas, los asesores se pondrán en contacto con los agricultores para monitorear el desempeño del producto y resolver problemas.

## F. Recolección

Finalizado el uso de las cubiertas, los asesores de Molch coordinarán la desinstalación a domicilio. Luego de esta, el equipo de Molch se llevará las cubiertas residuales. En caso de no contratar servicio de desinstalación, solo se hará la recolección a domicilio.

## G. Reutilización

Las superficies usadas se limpiarán mediante un proceso industrial, en donde primero serán pre lavadas con mangueras a presión, para luego ser reducidas y lavadas en una máquina que separa la tierra residual del material. El agua resultante no contiene químicos, pero tiene un alto índice de tierra, por lo que se recomienda su reutilización para riego. Las cubiertas limpias serán transportadas nuevamente a Jackarter para ser trituradas y desfibradas. Luego, serán llevadas a Geotex, en donde se mezclarán con material reutilizado recién procesado, y se convertirán nuevamente en cubiertas agrícolas.

· Esquema 17:  
Características de las  
cubiertas de Molch.

Elaboración propia.



Fotografía propia

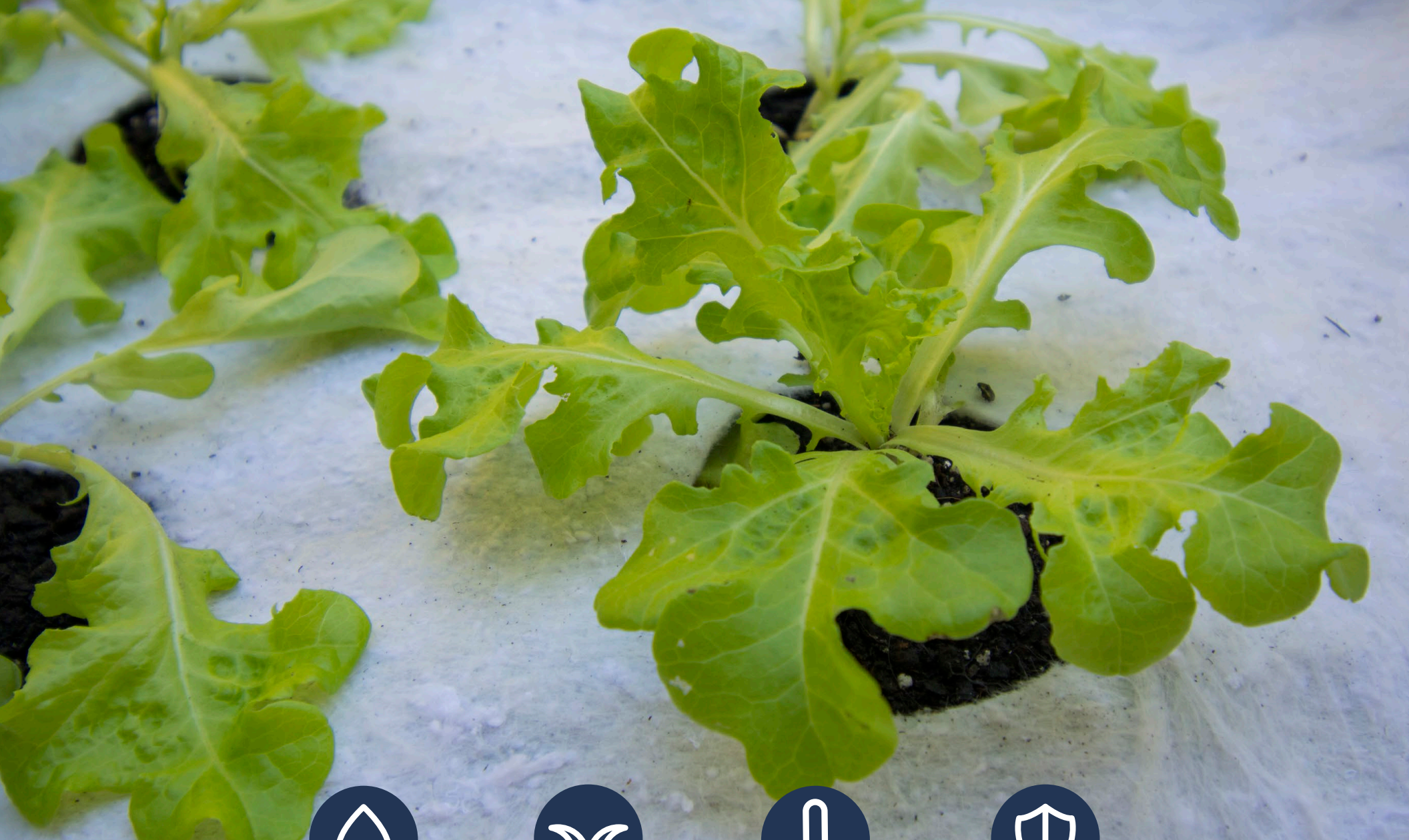
Imagen 47 · Prototipo a gran escala de cubierta no tejida Molch, aplicada en cultivo de lechugas.

## 1.2 Producto

Las cubiertas agrícolas de Molch, están elaboradas con poliéster reutilizado de desechos pre consumidor, por lo que es material de primera calidad. Su configuración no tejida las vuelve resistentes y duraderas, además, la permeabilidad de su superficie evita la acumulación de aire caliente, sin perder la humedad del suelo. El stock de Molch abarca diferentes tonos, como negro, blanco, rojo, etc; estos serán recomendados según las necesidades de cada cultivo. La densidad de las cubiertas varía entre los 50-100 gr/m<sup>2</sup>, mientras más denso es el entramado de fibras mayor es el grado de opacidad. A todas las cubiertas molch se le aplican filtros UV biodegradables, lo que asegura su duración, la disponibilidad contempla filtros para una, dos o máximo tres temporadas. El formato de venta es en rollo, el inventario considera diferentes anchos entre los

80-250 cm, y largos de 100, 250, 500 y 1.000 metros. Además, la compra de cualquier cubierta Molch contempla un servicio de personalización de la superficie, que consiste en la elaboración de los orificios de trasplante según los requerimientos específicos del agricultor.

En el desarrollo actual del proyecto, no fue posible realizar pruebas técnicas del material en un laboratorio certificado, no obstante, el sistema planteado considera que estas se realicen en la etapa de manufacturación. A través de la asociación con Geotex y su laboratorio de calidad, todas las cubiertas Molch serán testeadas y validadas según las normas ISO y ASTM correspondientes.



Retiene la humedad  
de la tierra



Previene la aparición  
de malezas



Regula los cambios  
de temperatura



Protege la textura  
del suelo

## 1.3 Servicio

El servicio que ofrece Molch gira en torno a tres actividades principales: asesoría, instalación y recolección. A través de estas, se busca agregar valor al uso de las cubiertas reutilizadas.



Imagen 49 · Fotografía referencial de un miembro de INDAP asesorando a un agricultor.

### 1.3.1 Actividades clave

#### Asesoría

El servicio de asesoría contempla evaluaciones personalizadas para cada agricultor. Esta evaluación se lleva a cabo de manera presencial, a través de una visita a domicilio sin costo. Los asesores son previamente capacitados por Molch en técnicas agrícolas y mulching, para que de esta manera puedan orientar a los agricultores sobre las mejores opciones para su cultivo. Si se contrata el servicio de Molch, la asesoría incluye la personalización de la superficie, que consiste en la prefabricación de orificios de trasplante, según las necesidades del agricultor.

#### Instalación y desinstalación

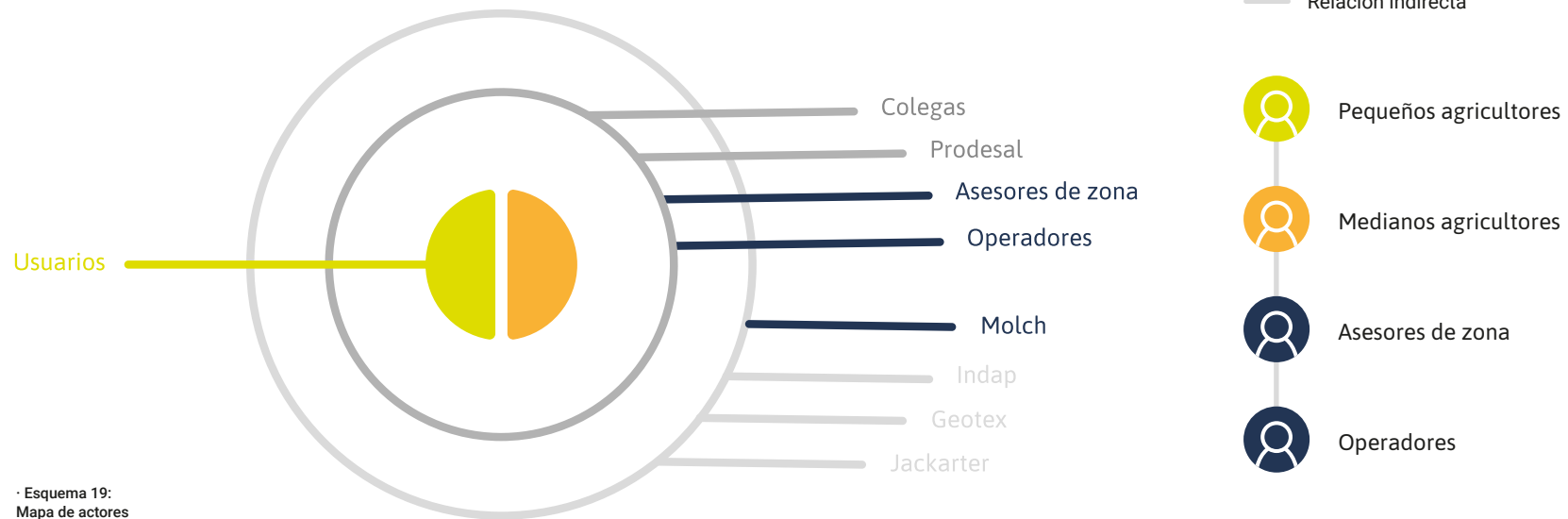
Las instalaciones y desinstalaciones serán llevadas a cabo por operadores capacitados por Molch. Para realizar esta labor, los operadores contarán con un tractor de tamaño medio, una máquina de arrastre mecanizada y un camión de transporte facilitado por la organización. El asesor asistirá a la instalación pero bajo el rol de supervisar las labores de los operarios. La duración de este proceso, dependerá de la extensión de terreno a cubrir, pero jamás requerirá más de una día. Las desinstalaciones se realizarán bajo esta misma dinámica.

#### Recolección

Esta actividad es muy importante en el sistema, pues es clave para que las cubiertas no terminen en el vertedero. La recolección de las cubiertas usadas se realizará a domicilio por los mismos operadores que llevaron a cabo las instalaciones y desinstalaciones. Durante todas las recolecciones se realiza una pequeña encuesta de satisfacción estándar al agricultor, con el fin de mejorar el servicio.



## 1.3.2 Usuarios



· Esquema 19:  
Mapa de actores  
clave de Molch

Elaboración propia.

### · Usuarios externos

El servicio se diseñó bajo el objetivo de potenciar la agricultura familiar chilena, dentro de la cual se identifican dos tipos usuarios: los Pequeños y Medianos agricultores. El flujo de este servicio fue desarrollado según las necesidades particulares de cada uno de estos. Para acceder a una descripción más profunda de estos usuarios, revisa la página 56.

### · Usuarios internos

Si bien, se entiende que en un sistema así los usuarios internos son variados, los dos más significativos dentro del servicio son los Asesores de zona y los Operadores, pues son los únicos que tienen contacto directo con los usuarios. Los primeros acompañan al agricultor durante todo el servicio y los últimos, tienen contacto directo con él en las instancias de instalación y recolección.

### 1.3.3 Flujo del servicio

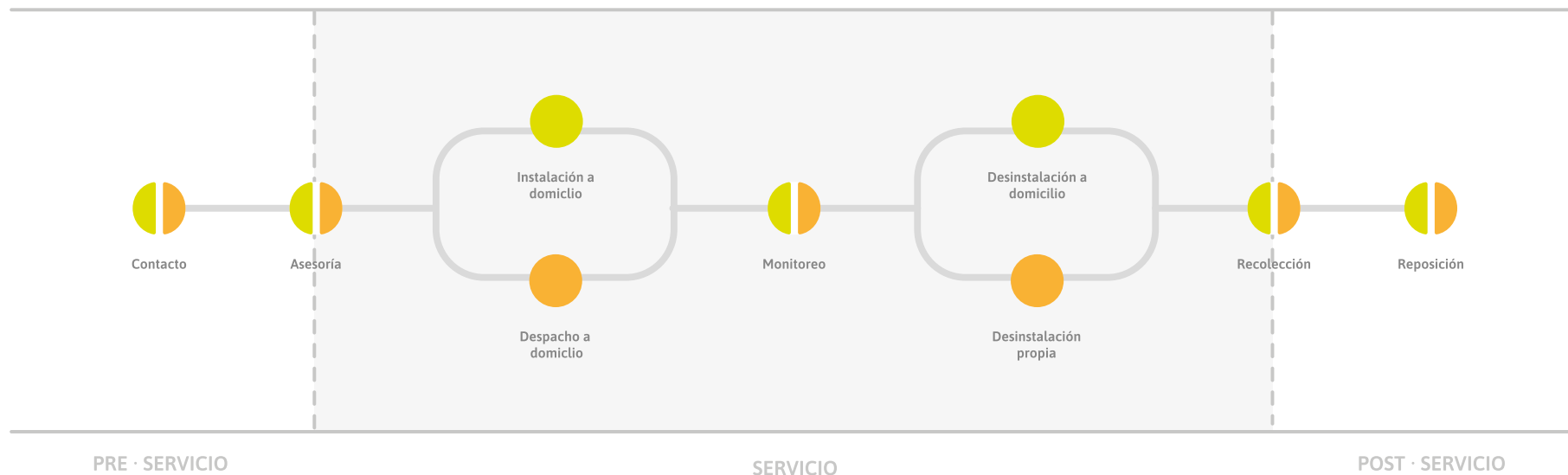
Para responder a los diferentes requerimientos de cada usuario, se diseñó un flujo principal, con variaciones particulares para cada uno de estos. Si bien, muchas etapas son las mismas para ambos usuarios, existen algunas que difieren en ciertos puntos. Sin embargo, la principal diferencia entre ambos flujos es que uno contempla la instalación y el otro no. Según el estudio realizado, la mayoría de los medianos agricultores cuentan con los recursos para hacerse cargo de la instalación por sus propios medios. Es por esto, que Molch ofrece una alternativa ligeramente más económica, que no contempla este servicio. Esta variación no aplica para los servicios de asesoría ni de recolección, ya que estos están contemplados en ambas

opciones. Vale mencionar, que esta variación no es de carácter exclusivo y se ofrece a todos los usuarios, quienes finalmente deciden la opción que más se acomode a sus necesidades.

En base a las conclusiones del testeo realizado a los pequeños agricultores, se reformuló el flujo prospectivo previamente planteado. Para el rediseño, se buscó simplificar el flujo y darle un carácter más personal a los puntos de contacto entre el agricultor y el Asesor de zona. Es por esto que, todas las instancias de papeleo fueron finalmente reemplazadas por interacciones presenciales con los Asesores .

· Esquema 20:  
Visualización resumida  
de las dos opciones de  
flujo que ofrece Molch.

*Elaboración propia.*



En el nuevo servicio los usuarios, pequeños o medianos agricultores, son contactados por Asesores de su zona. Este contacto podría darse a través de miembros del Prodesal, vía telefónica o durante charlas y capacitaciones auspiciadas por Molch. Aquellos agricultores que quieran contactar por su cuenta a un Asesor, podrán hacerlo a través de la página web o llamando a Molch. La primera interacción entre el asesor y los usuarios se dará para agendar un visita evaluativa. Esta visita será la primera vez que el Asesor tendrá contacto directo con los agricultores, por lo que es de suma importancia que sea una primera impresión que inspire confianza. Durante la visita, el Asesor medirá el espacio de cultivo y evaluará las condiciones del terreno. Luego de esto, asesorará al usuario sobre las mejores opciones de mulching para su cultivo en particular. Junto con sus sugerencias, le generará al agricultor una cotización sobre el valor estimado de la inversión. En esta instancia el asesor le ofrecerá ambas opciones del servicio, con o sin instalación. Aquellos que no adquieran el servicio completo, deberán realizar el pago total para que le sean despachadas a domicilio las cubiertas. De aceptar la instalación, el agricultor tendrá hasta un mes para realizar el pago de la cuota inicial. Los métodos de pago consideran pagos al contado, y pueden ajustarse a fondos y créditos. Con el comprobante de este

pago, el Asesor pasará a agendar la instalación de su cubierta agrícola. El día fijado llegará al domicilio del usuario el equipo instalador Molch, compuesto por el Asesor junto con dos operadores capacitados. Finalizada la instalación, el agricultor deberá pagar la cuota faltante inmediatamente, antes de que el asesor deje su propiedad. Durante el período de uso, el asesor realizará llamadas mensuales al usuario para monitorear su desempeño y resolver posibles problemas. Finalmente, cuando termine la temporada de uso, se coordinará la desinstalación y/o recolección de las superficies. Para quienes tengan la opción que solo considera recolección, deberán agendar con su asesor el retiro a domicilio de las cubiertas ya desinstaladas. Para quienes contraten el modelo completo, el día de la desinstalación, llegará el asesor con el equipo de operadores y la maquinaria para remover las cubiertas del suelo. Estas quedarán compactadas nuevamente en rollos y serán recolectadas por el equipo para ser transportadas nuevamente a Jackarter. Antes de finalizar la recolección, el Asesor le hará al agricultor una breve encuesta de satisfacción con preguntas estándar y le informará acerca de los beneficios asociados a la reposición del servicio. Estos beneficios serán válidos durante un año, por lo que durante este el agricultor podrá solicitar una reposición de su servicio, a un precio más conveniente.

## Puntos de contacto



**Asesores de zona**



**Página web**



**Medios de pago**



**Cubiertas Molch**



**Operadores**



**Charlas y capacitaciones**



**Call center**



Accede al siguiente link o escanea el código QR para descargar el Blueprint de Molch, en donde se representa todo el flujo del servicio, los puntos de contacto y las actividades de la organización:  
<https://drive.google.com/file/d/1dwarFTYfv9ReHoJ39Qlb3ZSyOG-gejHB/view?usp=sharing>



· Imagen 50  
Detalle de cubierta en uso  
Fotografía propia

## 2. Identidad de marca



### 2.1 Naming

Cuando comencé el proyecto, me fue difícil identificar el nombre correcto con el cual referirme a las cubiertas, dentro de las bibliografías revisadas se utilizaban diferentes nombres como acolchados, films, cubresuelos, etc. Al entrar en contacto con los agricultores, me di cuenta que ellos no usaban ninguno de estos términos, sino que se referían a estos de manera más coloquial como "mulch". Según las autoras Sharma y Bhardwaj (2017), la palabra "mulch" probablemente derivó del término germánico "molsch", que hacía referencia a la acción de cubrir la tierra con paja y hojas. Hoy en día, el término alude a cualquier superficie que se utilice para cubrir la tierra, independiente de su composición. Debido al origen germánico de la palabra, esta se escribe mulch pero se pronuncia mælCH, sonando más bien como "malch". Conversando con diferentes personas del sector agrícola, comencé a notar las diferentes pronunciaciones que se dan de esta misma palabra. Mientras algunas personas le dicen malch, otras mulch, incluso hay algunos que lo pronuncian melch. Este fenómeno me pareció desde un principio interesante por lo que me aproveche del error lingüístico, para definir el nombre del proyecto como Molch. Este nombre no solo hace referencia a las cubiertas, sino que además, es una palabra familiar del contexto de los agricultores.

## 2.2 Logotipo



### · Área de protección









### · Tamaño mínimo



### · Variaciones de color



## 2.2 Paleta cromática

	<b># DEDC00</b> C: 20% · M: 0% · Y: 100% · K: 0% R: 222 · G: 220 · B: 0
	<b># F9B233</b> C: 0% · M: 35% · Y: 85% · K: 0% R: 249 · G: 178 · B: 51
	<b># 223454</b> C: 95% · M: 78% · Y: 39% · K: 36% R: 34 · G: 52 · B: 84
	<b># 706F6F</b> C: 0% · M: 0% · Y: 0% · K: 70% R: 112 · G: 11 · B: 11
	<b># 878787</b> C: 0% · M: 0% · Y: 0% · K: 60% R: 135 · G: 135 · B: 135
	<b># DADADA</b> C: 0% · M: 0% · Y: 0% · K: 20% R: 218 · G: 218 · B: 218

## 2.4 Tipografías

Se hace uso de dos familias tipográficas: Asap, para títulos y subtítulos; y Roboto, para cuerpo del texto. Ambas familias cuentan con una amplia gama de variantes, sin embargo solo se emplean los definidos a continuación.

### · Asap

#### Asap Medium

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn  
Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

#### Asap Semibold

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn  
Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

#### Asap Medium Italic

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn  
Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

#### Asap Semibold Italic

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn  
Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

### · Roboto

#### Roboto Light

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn  
Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

#### Roboto Medium

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn  
Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

#### Roboto Light Italic

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn  
Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

#### Roboto Medium Italic

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn  
Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

## 2.5 Iconografía



Como elementos gráficos, se desarrolló una línea de íconos personalizados en torno al sistema y al servicio de Molch. Estos íconos tienen por objetivo complementar la información escrita, y fueron diseñados para usarse eventualmente en el desarrollo de material para los usuarios. Se tomó la decisión de seguir un estilo simple y simétrico, para mantener los íconos livianos visualmente. Además, se hizo uso de una línea ancha y redondeada, para evocar una identidad amigable y sencilla. Sobre esta descripción, se encuentran algunos ejemplos.

## 2.6 Aplicaciones

Para visualizar la identidad de marca, se realizaron montajes de los principales artículos en donde se vería representada, como el uniforme de los asesores, sus tarjetas de presentación y la gráfica del camión de Molch.



## 3. Modelo de negocios

### 3.1 Precio

Como este proyecto plantea cubiertas con muchas variables que inciden en su precio, como el grosor, color, etc; se definió un producto piloto con el que se comenzaría la implementación del sistema. Este producto sería un rollo negro de Molch de 1 x 1.000 mt, de 50 gr/m<sup>2</sup>, para una temporada. Se seleccionaron estas características estándar basándose en las cualidades más cotizadas por los consumidores.

Para poder proyectar la rentabilidad del sistema a largo plazo se realizó un análisis la estructura de costos de la empresa, en la que se consideraron las inversiones iniciales, costos fijos y costos variables. Dentro de las inversiones iniciales se incluyeron toda la maquinaria agrícola necesaria para hacer las instalaciones, además de el medio de transporte para movilizarlas, entre otras cosas. La materia prima no está contemplada dentro de los gastos, por el contrario, el servicio de recolección de desechos de poliéster tendría un costo de \$600 pesos por kilo. Estos servirían para cubrir la cuota de

sinetización del material, de \$500 pesos el kilo. El costo de la manufactura, fijado por Geotex, será de \$25 pesos por 1 mt<sup>2</sup> de superficie no tejida. Según estas tarifas, se estima que el valor de un rollo sería de \$70.000 pesos, dentro de los cuales están considerados el servicio de asesoría y recolección. Este precio es similar al de los films plásticos con estas mismas características, de \$67.000. El primer año, se espera vender 144.000 mt<sup>2</sup> de cubiertas, lo equivalente a 144 hectáreas cultivadas. A través de este modelo, se espera poder captar 600 kg de desechos al mes, logrando reutilizar 7,2 toneladas de poliéster al año. Hoy en día, el precio que se cobra en el mercado por la instalación mecanizada de las cubiertas, es de entre 100-120 pesos por 1 mt<sup>2</sup>. En este caso, el proyecto plantea una cuota de \$95 pesos por mt<sup>2</sup>.

Para revisar el detalle del flujo de caja del primer año de producción, revisa la página 119, en la sección Anexos.

#### · INVERSIÓN INICIAL

Camión usado	\$6.000.000
Tractor	\$3.000.000
Máquina instaladora	\$1.000.000
Registro de marca	\$144.000
Publicación en Diario Oficial	\$60.000
Dominio web (3 años)	\$28.000
Diseño página web	\$320.000
Constitución legal	\$300.000
<b>Total</b>	<b>\$10.852.000</b>

#### · COSTOS FIJOS

Arriendo oficina	\$320.000
Sueldo Directora	\$500.000
Sueldo Asesor	\$500.000
Sueldo Operador	\$380.000
Insumos	\$80.000
Mantenimiento sitio web	\$7.000
<b>Total</b>	<b>\$1.787.000</b>

#### · COSTOS VARIABLES

Costo síntesis de materia prima	\$500/kg
Costo manufactura	\$25/mt <sup>2</sup>

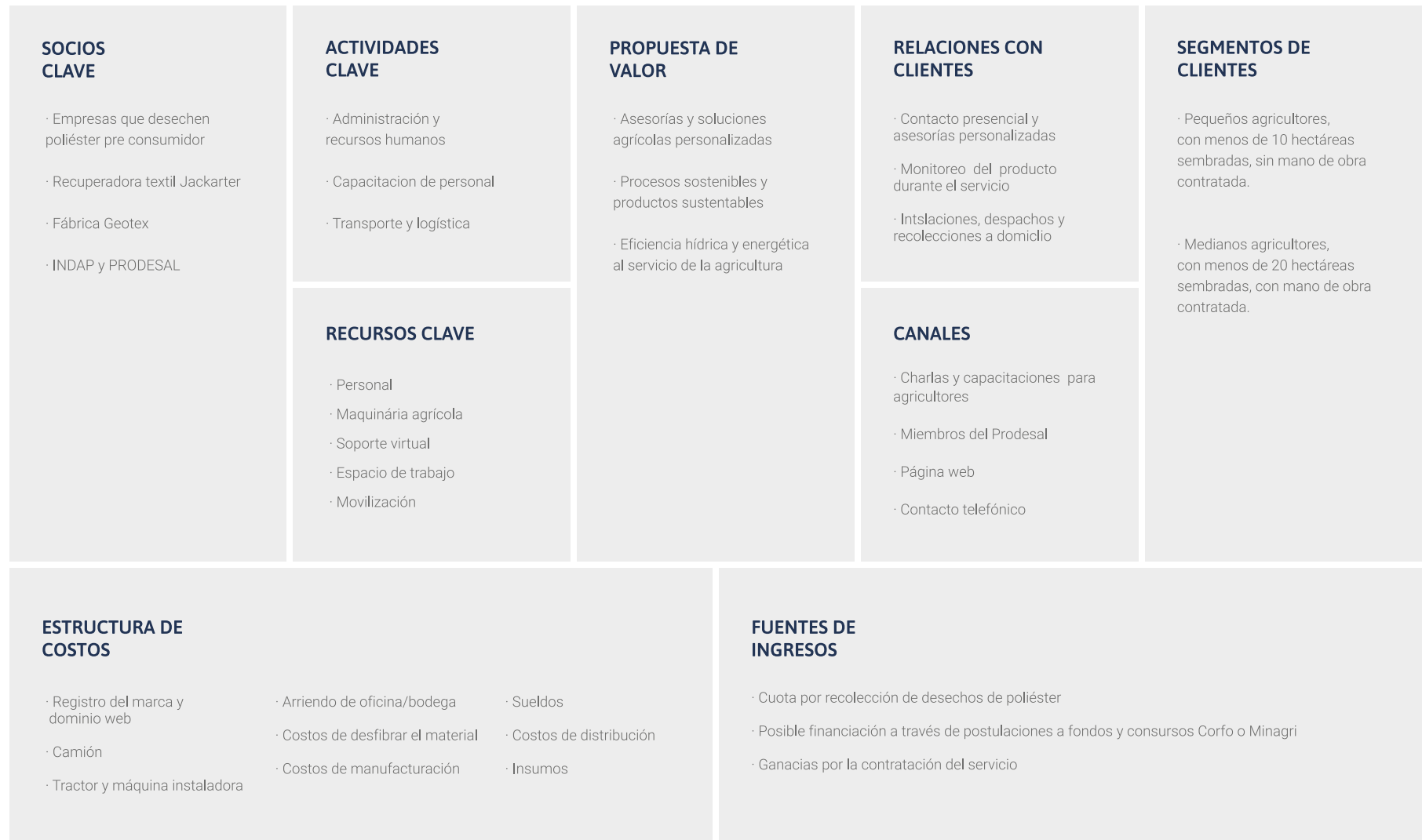
#### · INGRESOS

Recolección de poliéster	\$600/kg
Venta del producto	\$70/mt <sup>2</sup>
Ingresos por servicio	\$95/mt <sup>2</sup>

Elaboración propia



## 3.1 Canvas



Elaboración propia

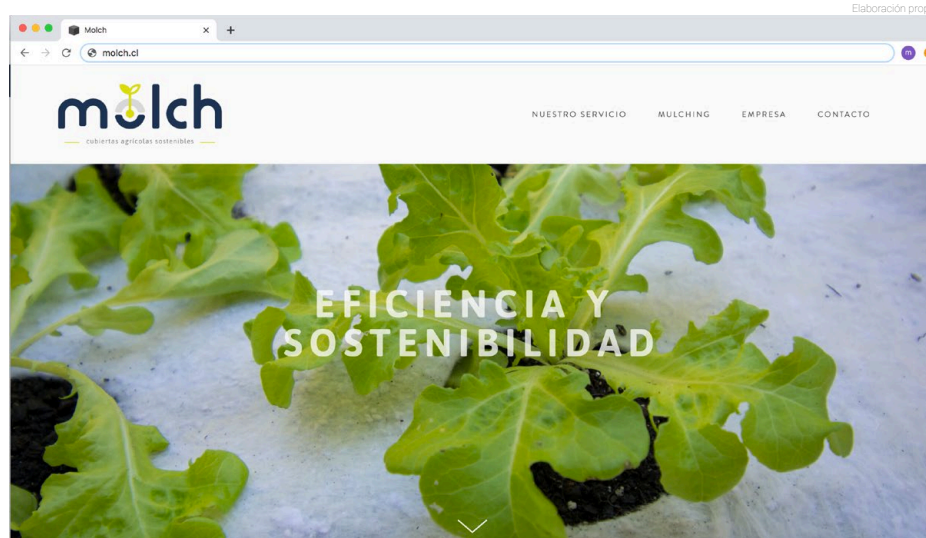


Imagen 51 · Maqueta de la página web de Molch.



Imagen 52 · Puestos promocionales de la Expo agrícola 2019.

### 3.3 Difusión

Como parte de la estrategia de difusión, se desarrolló una maqueta de lo que sería la página web del sistema. A través de esta, los agricultores podrán encontrar información detallada acerca del servicio y de los beneficios del mulching. También podrán leer sobre el proyecto, su origen y su trasfondo sostenible. Finalmente, encontrarán un formulario virtual, para solicitar ser contactado por un asesor y cotizar el servicio. Para quienes no se les facilite este medio de contacto, en la página podrán encontrar el teléfono del call center, para ser atendidos personalmente vía telefónica. Según el estudio realizado sobre los usuarios, la presencia en redes sociales y medios digitales de los agricultores es mínima. Por lo mismo, no se profundizó en estos canales de difusión, sin embargo se proyecta que en un futuro se pueda introducir a los agricultores una aplicación sencilla que simplifique su contacto con los asesores de zona.

A través del testeo con los pequeños agricultores, se identificó que estos escogen a sus proveedores en base a experiencias previas y/o referencias de cercanos. Es por esto que la actividad de difusión más importante serán las charlas y capacitaciones auspiciadas por la organización. Para poder generar estas instancias con los agricultores, se trabajará de la mano con los miembros del Prodesal y el INDAP. Los eventos de difusión contemplarán ferias, capacitaciones, conversatorios, workshops, exposiciones, etc. Los asesores serán los encargados de organizar y llevar a cabo estas actividades en su zona, apoyados de medios facilitados por la organización. Con esta estrategia de difusión, se busca generar oportunidades de conexión entre los agricultores y los asesores de zona, para que de esta manera entablen una relación más significativa que promueva su incorporación al servicio.

## 3.4 Financiamiento

### · **Convocatoria nacional proyectos FIA**

La Fundación para la Innovación Agraria es una institución del Ministerio de Agricultura dedicada a impulsar iniciativas innovadoras dentro del sector agrícola, ganadero y forestal. Todos los años esta entidad emite una convocatoria nacional para proyectos que tengan por objetivo solucionar problemas existentes del rubro, o generar nuevas oportunidades para los agricultores. La financiación para estos proyectos es de un 70% del costo total de la propuesta, con un tope máximo de \$150.000.000.

### · **Fondo Únete Ecodiseño**

Esta es una iniciativa lanzada por la Corfo, para potenciar el desarrollo de soluciones innovadoras desde el ecodiseño. El objetivo de este concurso es generar nuevos servicios y/o productos que se ajusten a un modelo de consumo circular y colaborativo. La convocatoria está abierta a cualquier persona mayor de 18 años, y contempla opciones de cofinanciamiento de hasta un 80% para pymes, con un subsidio de hasta \$15.000.000 pesos.

### · **Programa Semilla Inicia**

Este es un programa para emprendedores de la Corfo, que busca potenciar proyectos con alto potencial de crecimiento, a través de cofinanciamiento de actividades para la validación comercial del proyecto, además de acceso a servicios de apoyo para su implementación y desarrollo. El fondo genera un aporte máximo de \$15.000.000 pesos.



· Imagen 53  
Fotografía de Phanasitti  
<https://stock.adobe.com/>

## 4. Proyecciones

### 4.1 Piloto

El siguiente paso de este proyecto, será gestionar un modelo piloto, con el fin de profundizar en la validación del sistema. Para esto, será fundamental consolidar acuerdos y convenios con los socios clave para poner en marcha al sistema de Molch. Estos son Geotex, Meta, Jackarter, y el Instituto de Desarrollo Agropecuario.

Desde el ámbito productivo, en la próxima etapa se buscará captar y procesar 100 kilos de material reutilizado, para de esta manera hacer una prueba de manufactura en la fábrica de Geotex. Las muestras resultantes de esta, serán sometidas a todos los testeos de calidad, resistencia, inocuidad, etc, que no pudieron llevarse a cabo en este momento. Con estos resultados se pretende validar la efectividad de las superficies y su potencial para ser insertados en el sector agrícola.

Para poder lanzar este piloto será necesario postular a fondos y concursos, como los descritos anteriormente, ya que la inversión inicial básica para poder comenzar, ronda los \$10.000.000 pesos. Con los fondos recaudados se comprará la maquinaria agrícola, se registrará la marca y se financiará el ensayo piloto. Para la experimentación se planea lanzar el piloto en la comuna de Buin, debido a los vínculos ya formados con el PRODESAL de esta zona, quienes además, han manifestado interés en la implementación del proyecto. De los resultados obtenidos a través de este piloto, se irá definiendo el futuro de este proyecto.



Imagen 54 · Vertedero de desechos agrícolas en la región del Maule.

## 4.2 Expansión

Dentro de los planes a largo plazo de Molch, está aumentar cada vez más las zonas en donde opera el servicio, llegando así a más regiones y agricultores del país. Durante la investigación, se pudo identificar que existen muchos otros plásticos agrícolas más allá de los tratados en este proyecto, como mangueras de riego, plásticos de invernadero, entre otros. Todos estos, al igual que los films plásticos, terminan en vertederos o incinerados. También, existen muchas otras labores agrícolas, que requieren de maquinaria especializada para optimizar sus procesos, como la labranza, arado, removido, etc. Pensando en esto, se proyecta que una vez que se valide efectivamente el modelo planteado por Molch y su rentabilidad, se pueda comenzar un proceso de expansión a hacia nuevas soluciones agrícolas, accesibles y sostenibles. Entre los planes también está identificar nuevas fuentes de poliéster, para de esta manera aumentar el volumen de material reutilizado, y por ende, la producción de cubiertas agrícolas. Finalmente, se pretende que una vez que aumenten las utilidades de la empresa, se pueda financiar un análisis LCA oficial del ciclo de vida de Molch, para conocer así los impactos reales relacionados a la producción, y generar soluciones para reducirlos al mínimo.

## 4.3 Acuerdos y Certificaciones

La sostenibilidad es uno de los ejes principales del proyecto, por lo mismo dentro de las proyecciones de este, está participar y fomentar acuerdos de producción limpia dentro del sector agrícola. Para lograrlo se fijarán estándares basados en el reciente Protocolo de Agricultura Sustentable, publicado por la ODEPA. Desde Molch, se buscará potenciar por sobre todo aquellos acuerdos que promuevan la eliminación de los plásticos desechables en la agricultura.

Basándose en la implementación de la Ley Rep, se prevé que en los siguientes años tanto los residuos agrícolas como los textiles, serán productos fiscalizados. Es por esto que se planea en un futuro desarrollar una Certificación Molch, que corrobore el manejo de residuos de manera responsable. Esta será entregada tanto a los agricultores, como a las empresas que reutilizan sus desechos de poliéster. Para darle peso a esta iniciativa, también se postulará Molch a entidades que acrediten su proceso sostenible, como por ejemplo el Sistema de Empresas B.



· Imagen 55  
Lechuga española con cubierta Molch  
Fotografía propia

## Cierre



Revisando los objetivos planteados, se concluye con éxito la propuesta, al haber logrado articular de manera efectiva una nueva posibilidad de mulching, accesible para los agricultores y ambientalmente responsable. Si bien, a este proyecto aún le queda un largo camino por recorrer, los avances logrados durante este año validan su potencial de implementación y su importancia en el contexto.

Las cubiertas de poliéster reutilizado aún deben ser estudiadas con mayor profundidad, sin embargo los testeos realizados confirman su capacidad de retener la humedad y regular la temperatura, por lo que se reconoce su viabilidad. Respecto al desarrollo del servicio, este reveló una necesidad real dentro de la comunidad rural, que debe ser correctamente atendida para asegurar su prevalencia. El flujo planteado es el primer paso, pero para lograr perfeccionarlo es fundamental continuar el trabajo de la mano con los mismos agricultores, pues estos son la clave para el éxito de este. El proceso de desarrollo del sistema que conforma Molch, fue sumamente fascinante, pues abrió la posibilidad de conocer más profundamente la industria manufacturera nacional, y su valor. Lo que permitió entender que los procesos mediante los cuales se construyen los objetos que nos rodean, son igual de importantes que su utilidad y su descarte no puede ser ignorado. La combinación de estos tres elementos, producto, servicio y sistema, hacen posible la existencia de Molch, y recalcan la necesidad de contemplarlos

como un todo, y no como eventos aislados, como suele ser vistos en las economías lineales. Como se mencionó en un principio, el contexto actual amerita cambios significativos y como diseñadores tenemos el deber de promoverlos. Dicho esto, el presente proyecto nace como un esfuerzo de generar un cambio en un modelo de consumo dañino y poco sustentable. Si bien, el proceso académico termina aquí, el impacto de este busca ir mucho más allá y esperará impulsar la transición hacia una agricultura chilena más eficiente y sostenible.

Desde mi perspectiva, este proyecto fue un verdadero viaje con altos y bajos, pero siempre con aprendizajes de por medio. Me permitió entrar en un ámbito en el cual no tenía ningún trasfondo ni conocimiento, y reconocer el valor interdisciplinario del diseño, como vínculo entre diferentes contextos y materias. Durante todo mi desarrollo estudiantil me sentí fuertemente atraída hacia el área de la sostenibilidad, pero siempre la contemple desde el ámbito medioambiental. Gracias a este proyecto, pude entender que la sustentabilidad no solo opera en este campo, sino que también en el aspecto social. Es decir, que para alcanzar con éxito una, es indispensable hacerse cargo de la otra, pues estas son complementarias e indivisibles entre sí. Cierro esta etapa, satisfecha de los conocimientos adquiridos y motivada a seguir mi desarrollo profesional hacia un diseño cada vez más sostenible.

# Referencias Bibliográficas

- Ayoub, A., & Khatri, A. (2017). Nonwovens. En *Advanced Textile Testing Techniques*.
- Bascope, A. (2013). Cambio Climático, Impacto en la Agricultura Heladas y Sequías. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA, 38.
- Berdegú, J. A., & López, D. (2017). Mediana agricultura y agricultura familiar en Chile hacia el año 2030. *Agricultura chilena: Reflexiones y Desafíos al 2030*, 179–202.
- Centro Interdisciplinario de Cambio Global UC. (2019). Cambio Climático en Chile. Ciencia, Mitigación y Adaptación. Ediciones UC.
- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, CMMAD, (1987). *Nuestro Futuro Común*. [online] ONU, p.23. Recuperado de: [http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_LECTURE\\_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf](http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf)
- Dirección General de Aguas (DGA). (2017). *Inventario Nacional Acuíferos . 7*. Santiago: Ministerio de Obras Públicas. Recuperado de <http://documentos.dga.cl/SUB5748.pdf>
- Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (DIRECON). (2018). *Anuario de las Exportaciones Chilenas 2018*. Chile: Ministerio de Relaciones Exteriores. Recuperado de [https://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/anuario\\_servicios\\_capitulo2\\_servicios\\_2018.pdf](https://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/anuario_servicios_capitulo2_servicios_2018.pdf)
- Divya, V. U., & Sarkar, N. C. (2019). Plastic Mulch Pollution and Introduction of Biodegradable Plastic Mulches: A Review, *40*(4), 314–318.
- FAO. (2015). Evapotranspiración del cultivo. Estudio FAO Riego y Drenaje (Vol. 56). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4529143>
- Figueroa, B., Mollenhauer, K., Rico, M., Salvatierra, R., & Wuth, P. (2017). *Creando Valor a través del Diseño de Servicios*. Santiago, Chile: Diseño de Servicios UC.
- Freixa, L., & Perales, M. (s. f.). *Industria textil: estudio tecnológico y análisis de riesgo*. Barcelona: Departamento de Seguridad del Instituto Territorial de Barcelona.
- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). (2020). Qué es INDAP. Recuperado de <https://www.indap.gob.cl/indap/qu%C3%A9-es-indap>
- Khanal, A. (2011). Effect of plastic mulch in vegetables production. Recuperado de: [https://www.academia.edu/11322696/EFFECT\\_OF\\_PLASTIC\\_MULCH\\_IN\\_VEGETABLES\\_PRODUCTION](https://www.academia.edu/11322696/EFFECT_OF_PLASTIC_MULCH_IN_VEGETABLES_PRODUCTION)
- Leal, G.R. (2007). Influence of reflective mulch on Pinot noir grape and wine quality. *Magister de Ciencia Aplicada*, Lincoln University. New Zealand.
- López-Olivari, R. (2016). Manejo y uso eficiente del agua de riego intrapredial para el Sur de Chile. *Temuco*: R, pp.21-91.
- Manzini, C., & Vezolli, E. (2002). *Sistemas Producto-Servicio y Sustentabilidad*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), 1–31.
- Markets & Markets. (2015). *Global Mulch film Market Size. Trends & Analysis - 2020*. Recuperado de: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/mulch-films-market-220908278.html>



- Marasović, P., & Kopitar, D. (2019). Overview and perspective of nonwoven agrotexile. *Textile & leather review*, 2(1), 32–45. <https://doi.org/10.31881/tlr.2019.23>
- Mather, R., & Wardman, R. (2015). *The Chemistry of textile fibers* (Segunda Ed). Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Maughan, T., & Drost, D. (2016). *Use of Plastic Mulch for Vegetable Production*. Utah State University.
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2017). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, 13. Recuperado de: <https://doi.org/10.3738/1982-227872>
- Ministerio de Obras Públicas (MOP). (2012). *Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025*. 9.
- Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA). (2019). *Panorama de la agricultura chilena 2019*. Chile: Ministerio de Agricultura. Recuperado de: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Saavedra, G., Corradini, F., Antúnez, A., Felmer, S., Estay, P., & Sepúlveda, P. (2017). Manual de producción de lechuga. Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 9, 150. <https://doi.org/10.1055/s-2007-997160>
- Santibáñez, F. (2017). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. *Agricultura chilena, reflexiones y desafíos al 2030*, 147–178. Recuperado de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/cambioClim12parte.pdf>
- Sharma, R., & Bhardwaj, S. (2017). Effect of mulching on soil and water conservation -A review. *Agricultural Reviews*, 38(04). <https://doi.org/10.18805/ag.r-1732>
- Textile Exchange. (2018). *Preferred Fiber and Materials Market Report 2018*, 1–96. Recuperado de [https://www.ecotlc.fr/ressources/Documents\\_site/2018-Preferred-Fiber-Materials-Market-Report.pdf](https://www.ecotlc.fr/ressources/Documents_site/2018-Preferred-Fiber-Materials-Market-Report.pdf)
- The Ellen Macathur Foundation. (2013). *Hacia la Economía Circular: Justificación económica y comercial para una transición acelerada*. 13 -34. Recuperado de <http://search.jamas.or.jp/link/ui/2014141270>
- Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile. (2019). Santiago, Chile: Escenarios Hídricos 2030, pp.16-46. Recuperado de: <https://www.escenarioshidricos.cl/>
- Valderrama, F., & Chavarro, L. (2014). Estudio dinámico del impacto ambiental asociado al reciclaje y reutilización de envases PET en el Valle de Cauca. Universidad del Valle, Santiago de Cali. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Vargas, A. (Noviembre 2019) *Cuidar el Agua, Tarea de todos*. Seminario llevado a cabo en: Centro Cultural Colina, Chile.
- Walsh, B.D., Salmins, S., Buszard, D.J., MacKenzie, A.F. (1996). Impact of soil management systems on organic dwarf apple orchards and soil aggregate stability, bulk density, temperature and water content. *Can. J. Soil Sci.* 96:203-209.
- Zribi, W. (2013). *Efectos del acolchado sobre distintos parámetros del suelo y de la nectarina en riego por goteo*. Doctorado. Universitat de Lleida.

# Anexos



## 1. Observaciones · Testeo del servicio

- La relación que se da entre los pequeños agricultores y los miembros de PRODESAL, se caracteriza por ser estrecha y personal, los agricultores confían en las recomendaciones de los encargados y conocen proveedores a través de ellos.
- Entre los participantes que asistieron a la capacitación, se identificó que existe un grupo de agricultores muy interesados en participar activamente de actividades y capacitaciones, demostrando su intención de aprender y mejorar su práctica.
- Los agricultores de una misma zona se conocen a través del mismo PRODESAL, y como parte de este, desarrollan cierto grado de compañerismo y comparten conocimientos, referencias e información.
- Los pequeños agricultores no tienden a buscar proveedores por su cuenta, sino que estos se basan en referencias de conocidos o en experiencias previas con la empresa. Por lo mismo, muchos de los proveedores auspician capacitaciones gratuitas para dar a conocer sus productos.
- Al preguntarles al respecto, los agricultores declararon no participar de manera activa en redes sociales o internet, asegurando su preferencia por métodos más personales como la vía telefónica.
- Para financiar las mejoras en su cultivo, los agricultores indicaron que postulan a fondos y concursos a través del PRODESAL, y que además, siempre realizan sus pagos al contado.
- El pago inicial causó debate entre los participantes, quienes manifestaron no sentirse cómodos realizando un pago sin haber tenido una demostración más cercana del servicio. A pesar de esto, la existencia de pagos parcelados resultó conveniente para los agricultores.
- La idea de un servicio de recolección fue bien recibida por los agricultores, quienes lo percibieron no sólo como una opción sustentable, sino también como un ahorro de trabajo para ellos.
- Los agricultores consultados destacaron las llamadas mensuales y la encuesta de satisfacción como instancias imprescindibles para evaluar el desempeño del servicio.
- La existencia de un descuento asociado a la recontractación del servicio fue valorado por los participantes, pero se hizo énfasis en que ésta dependerá enormemente de la primera experiencia con el servicio.
- Los agricultores respaldaron la existencia del Asesor de zona, al identificarlo como un vínculo directo con el servicio. Respecto a este, los atributos que más se repitieron fueron: Cercano, Conocedor del tema y Respetuoso.
- Respecto al servicio planteado, los participantes lo describieron como: Interesante, Necesario y Diferente. Destacaron como atributos positivos su carácter sustentable, pero percibieron como un gran desafío el precio que podría llegar a costar el servicio, pues de ser muy alto no se podría adquirir independiente de sus beneficios.

## 2. Registro de medidas · Testeo del producto

TEMPERATURA	Probeta	SEMANA 1						
		11	12	13	14	15	16	17
	C1	24	26	24,9	23,1	25	25,3	25,3
C2	25	25	24,2	22,6	25,3	26,1	25,7	
D1	23,5	25	25,6	22,5	27,4	27,4	25,7	
D2	24	25	23,8	22,8	24,9	25,4	25,1	

HUMEDAD	Probeta	SEMANA 1						
		11	12	13	14	15	16	17
	C1	50%	65%	40%	50%	40%	70%	80%
C2	80%	40%	50%	65%	80%	75%	90%	
D1	80%	30%	30%	50%	30%	65%	70%	
D2	65%	30%	40%	40%	40%	55%	60%	

PH	Probeta	SEMANA 1						
		11	12	13	14	15	16	17
	C1	4,5	5,5	5,0	6,0	6,0	5	5,5
C2	5,0	5,0	5	6,5	5,5	6,5	6	
D1	5,0	6,0	6,0	5,0	5,0	7	7	
D2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	7	6,5	

TEMPERATURA	Probeta	SEMANA 2						
		18	19	20	21	22	23	24
	C1		24,5		27,2		25,9	
C2	X	23,5	X	26,9	X	25,9	X	
D1		23,3		26,5		24,1		
D2		23,4		26,1		25,1		

HUMEDAD	Probeta	SEMANA 2						
		18	19	20	21	22	23	24
	C1		75%		85%		75%	
C2	X	80%	X	60%	X	60%	X	
D1		75%		50%		60%		
D2		60%		55%		50%		

PH	Probeta	SEMANA 2						
		18	19	20	21	22	23	24
	C1		5,5		6		7	
C2	X	7	X	7,5	X	7	X	
D1		7		7		6		
D2		6,5		6,5		8		

TEMPERATURA	Probeta	SEMANA 3						
		25	26	27	28	29	30	31
	C1	26,2		26,8		27,6		25,8
C2	25,6	X	26,6	X	27,6	X	25,7	
D1	25,1		26,1		26,5		24,3	
D2	25		25,6		26,4		24,4	

HUMEDAD	Probeta	SEMANA 3						
		25	26	27	28	29	30	31
	C1	80%		70%		70%		70%
C2	80%	X	80%	X	65%	X	80%	
D1	70%		65%		55%		60%	
D2	50%		50%		60%		65%	

PH	Probeta	SEMANA 3						
		25	26	27	28	29	30	31
	C1	6		7		7		6
C2	6,5	X	7	X	7,5	X	6,5	
D1	6,5		7		7		7	
D2	6,5		6,5		6,5		5,5	

TEMPERATURA	Probeta	SEMANA 4						
		1	2	3	4	5	6	7
	C1		25,5		21,3		22,0	
C2	X	25,5	X	21,1	X	22,5	X	
D1		23,9		20		21,2		
D2		24,2		20,5		21,3		

HUMEDAD	Probeta	SEMANA 4						
		1	2	3	4	5	6	7
	C1		70%		60%		60%	
C2	X	80%	X	65%	X	65%	X	
D1		60%		50%		50%		
D2		55%		55%		50%		

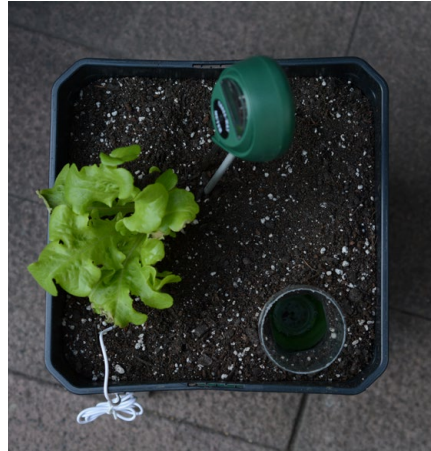
PH	Probeta	SEMANA 4						
		1	2	3	4	5	6	7
	C1		6		6		7	
C2	X	6,5	X	7	X	7	X	
D1		7		7		7		
D2		6,5		6,5		6,5		

### 3. Registro fotográfico · Testeo del producto

#### Semana 1 · 18 de diciembre 2019



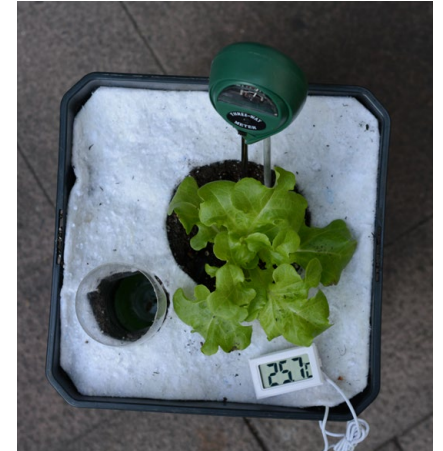
D1



D2



C1



C2

#### Semana 2 · 25 de diciembre 2019



D1



D2



C1



C2

Semana 3 · 1 de enero 2020



Semana 4 · 8 de enero 2020



## 4. Flujo de caja mensual

Supuestos:

- Un agricultor usa 4.000 mts<sup>2</sup> de producto al año.
- Desde el mes 9 la empresa genera el 50 % de los desechos a través del retiro residuos
- Al mes se recolectarán 600 kgs de residuos.

	Mes1	Mes2	Mes3	Mes4	Mes5	Mes6	Mes7	Mes8	Mes9	Mes10	Mes11	Mes12	Total
Ingresos por recolección : \$600/ kg	360000	360000	360000	360000	360000	360000	360000	360000	360000	360000	360000	360000	4320000
Ingresos por la venta del producto : \$70/mt <sup>2</sup>		420000	420000	420000	420000	840000	840000	840000	1260000	1260000	1260000	840000	8820000
Ingresos por servicio : \$95/mt <sup>2</sup>		570000	570000	570000	1140000	1140000	1140000	1140000	1710000	1710000	1710000	1140000	12540000
<b>Total ingresos</b>	<b>360000</b>	<b>1350000</b>	<b>1350000</b>	<b>1350000</b>	<b>1920000</b>	<b>2340000</b>	<b>2340000</b>	<b>2340000</b>	<b>3330000</b>	<b>3330000</b>	<b>3330000</b>	<b>2340000</b>	<b>25680000</b>
Costo de síntesis: \$500/kg	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	150000	150000	150000	150000	3000000
Costo manufactura \$25/mt <sup>2</sup>		187500	187500	187500	187500	187500	187500	187500	187500	187500	187500	187500	2062500
Costos fijos	178700	1787000	1787000	1787000	1787000	1787000	1787000	1787000	1787000	1787000	1787000	1787000	19835700
<b>Total costos</b>	<b>478700</b>	<b>2274500</b>	<b>2274500</b>	<b>2274500</b>	<b>2274500</b>	<b>2274500</b>	<b>2274500</b>	<b>2274500</b>	<b>2124500</b>	<b>2124500</b>	<b>2124500</b>	<b>2124500</b>	<b>24898200</b>
<b>Balance</b>	<b>-118700</b>	<b>-924500</b>	<b>-924500</b>	<b>-924500</b>	<b>-354500</b>	<b>65500</b>	<b>65500</b>	<b>65500</b>	<b>1205500</b>	<b>1205500</b>	<b>1205500</b>	<b>215500</b>	<b>781800</b>

