



Universidad del Desarrollo

# INSTALACIÓN COLABORATIVA DE CULTIVOS, PARA CONTRIBUIR CON LA AUTONOMÍA ALIMENTICIA EN ZONAS CON CONDICIONES AMBIENTALES EXTREMAS

POR BERNARDITA RÍOS







Universidad del Desarrollo

**Memoria presentada a la Facultad de Diseño  
de la Universidad del Desarrollo para optar al  
Título Profesional de Diseñador.**

**PROYECTO DE TÍTULO**

*Por Bernardita Ríos Santa Cruz.*

**PROFESORES GUÍAS:**

*Sra. Denisse Lizama Pérez*

*Sr. Ian Tidy Venegas*

*Diciembre 2022 Santiago, Chile.*

# Índice

## 01

### INTRODUCCIÓN

1. Abstract.
2. Introducción.
3. Área de estudio.

## 02

### MARCO TEÓRICO

#### 1. Antecedentes generales.

1.1 Alternativas de cultivos eficientes y de bajo impacto ambiental.

#### 1.2 Principios de la Hidroponía.

- Historia y definición.
- Ventajas y desventajas.
- Funcionamientos.
- Métodos hidropónicos.
- Solución nutritiva.
- Sustratos.
- ¿Qué se puede cultivar?

#### 1.3 Caso de estudio: Hidroponía en lechugas.

- Relevancia de la producción de lechuga hidropónica.
- Ventajas de la lechuga hidropónica.

#### 1.4 Entrevistas y referentes de estudio:

Aereoponics, Caso de estudio (agricultura vertical), Agro Urbana.

#### 3. Contexto

##### 3.1 Sequía en Chile

##### 3.2 Contexto de Petorca

##### 3.3 Mapa y sequía en Petorca

- Condiciones en que se encuentran
- Posibles programas de gestión y apoyo
- 3.4 Entrevistas
- Comunidades para implementar el proyecto

## 03

### USUARIO

1. Usuario específico
2. Usuario tipo

## 04

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN
2. OBJETIVOS
  - Objetivo General
  - Objetivos Específicos

## 05

### PROPUESTA

- 5.1. Presentación de referentes
  - Directos
  - Indirectos
- 5.2 Propuesta Conceptual
- 5.3 Propuesta formal
- 5.4 Desarrollo de la propuesta
  - Sistema de atrapanieblas (aplicación en el territorio)
  - Sistema hidropónico.
  - Desarrollo de ideación de la propuesta
  - Planimetrías
  - Renders
  - Conclusiones
  - Modelo de negocio
  - Presupuesto

## 06

### BIBLIOGRAFÍA

1. Bibliografía de imágenes
2. Bibliografía



# 01 | INTRODUCCIÓN

# ABSTRACT

Hoy, el mundo está cambiando, hay serios problemas de distribución y concentración de precipitaciones y eso nos está afectando a todos, especialmente a la agricultura y por lo tanto, también afecta nuestra alimentación. Este proyecto busca encontrar una forma de mejorar el uso de los recursos hídricos, optimizar el uso de suelos y controlar el ecosistema en el cual los cultivos puedan crecer sin que las sequías los afecten. El objetivo es entregar a las personas, que se encuentran más perjudicadas por esta sequía, una forma de cultivo más adecuado y eficiente, restableciendo la soberanía alimenticia que existía antes de la escasez hídrica actual.

El contexto de este proyecto se enfoca en zonas en donde las técnicas tradicionales de cultivo son impensable, por lo que se proponen como técnicas de estudio tecnologías de cultivos hidropónicos junto a la captación de agua por atrapanieblas.

**PALABRAS CLAVE:** sequía, alimentación, recursos hídricos, suelos, cultivo hidropónico, soberanía alimentaría, etc.



*Imagen 2;*

# INTRODUCCIÓN

Este proyecto nace de la inquietud que están viviendo los agricultores de nuestro país, al tener que enfrentarse una mega sequía que acecha a gran parte del territorio nacional hace más de una década. Se busca encontrar tecnologías y sistemas innovadores que aporten con la difícil tarea de cultivar utilizando la menor cantidad de agua posible y el mínimo de recursos de suelos, ya que cada vez están más erosionados y existe una mayor competencia al uso agrícola por el crecimiento de las ciudades.

Esta problemática nos llevó a determinar como público objetivo a los habitantes de Petorca, en la región de Valparaíso, donde la escasez hídrica es alarmante. En esta localidad, el agua pasó a ser el bien máspreciado y cada gota cuenta. La zona ha sido históricamente de agricultores, pero hoy en día han tenido que buscar nuevas alternativas e intentar cultivar sólo lo necesario para sobrevivir. Es por esto, que el proyecto se enfoca en entregar a estas personas un sistema de cultivo para una autonomía alimentaria comunitaria, en donde, el consumo de agua sea el mínimo posible, mediante el uso de un sistema de cultivo hidropónico a base de atrapanieblas, que cuente con la tecnología que posibilite un buen resultado productivo y que, a su vez, sea apto para implementarlo en la zona, con una capacitación básica de los usuarios.

El proyecto se desarrollará a partir de la investigación sobre los cultivos hidropónicos y atrapanieblas, técnica que se buscará implementar en la zona. Se busca asegurar rendimiento y calidad de los productos a través de un sistema de captura de agua de la camanchaca proveniente de la costa que llega a una ladera específica de cerros del lugar. Adicionalmente, se analiza el contexto de Petorca a través de varias reuniones con dirigentes de la zona para implementar el proyecto de la mejor manera posible. Se revisan los parámetros más relevantes del lugar de manera de proponer la implementación más adecuada a sus condiciones locales. De esta manera se propone instalar los cultivos en las quebradas de cerros para buscar captar agua de neblina, que pasará directamente a las mesas de cultivo hidropónicas.

## 3. ÁREA DE ESTUDIO

Innovación y sustentabilidad agrícola.

Temática: Investigación sobre alternativas de cultivos con alta eficiencia en el uso de agua para entornos extremos y captura de agua atmosférica.



# 02 | MARCO TEÓRICO

# 1. ANTECEDENTES GENERALES

## 1.1 ALTERNATIVAS DE CULTIVO EFICIENTE Y DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

---

Para el 2050, la FAO proyecta un crecimiento de la población mundial que alcanzará cerca de los 10 mil millones de habitantes, eso implicará un aumento en la demanda de alimentos del 50 %.

Este aumento en la necesidad de alimentos se ve además limitado por una crisis climática y un cambio en la mentalidad del consumidor que prefiere productos más sustentables. Todo lo anterior, obliga a la humanidad a producir más alimento, con menos agua, utilizando menos suelo y con menos agricultores por lo que es necesaria más tecnología.

Así lo asegura también Livio Tedeschi, presidente de la división Soluciones Agrícolas de BASF, que comenta que en las próximas décadas, nuestro sistema alimentario agrícola sufrirá una transformación acelerada para brindar acceso a suficientes alimentos saludables y asequibles para la creciente población. Al mismo tiempo, deberá mitigar su impacto en nuestro planeta para que las generaciones futuras pueda prosperar. Esta transformación será impulsada por la demanda de mejores rendimientos.

Frente a estas circunstancias, la agricultura se ha visto en la necesidad de buscar nuevas formas de producción y plantearse alternativas nunca antes vistas. Una de las respuestas que se proponen es la hidroponía, aereoponía, riego por goteo, cultivos verticales, etc.



Imagen 4;

## 1.2 PRINCIPIOS DE LA HIDROPONÍA

---

La hidroponía es una técnica de cultivo que utiliza como sustrato disoluciones minerales en vez de suelo agrícola. Las raíces reciben una solución nutritiva y equilibrada diluida en agua con los elementos químicos esenciales para el desarrollo de las plantas.

Cuando los nutrientes minerales son introducidos dentro del agua de la planta, ya no se requiere el suelo para que la planta crezca. Casi cualquier planta terrestre puede crecer con la hidroponía, aunque algunas se adaptan mejor que otras.

Actualmente, esta técnica está teniendo popularidad en países donde las condiciones para la agricultura resultan adversas por las condiciones ambientales. Combinando la hidroponía con un buen manejo del invernadero se obtienen rendimientos superiores a los que se obtienen en cultivos tradicionales.

## HISTORIA Y PROYECCIÓN

El crecimiento de las plantas sin suelo es conocido desde la antigua babilonia, en los jardines colgantes, los que se alimentaban del agua que corría por medio de canales. También se practicaba la hidroponía en China, India y a orilla del Río Nilo en Egipto.

Pero desde el siglo XVII comenzaron los estudios formales de la técnica de la hidroponía. Posteriormente, en 1860 los alemanes Sachs y Knop fueron los primeros en hacer crecer las plantas en una solución nutritiva, llamándolo al proceso nutricultura. En 1938 W.F. Gericke, profesor de la Universidad de California, logró establecer con éxito unidades de cultivo sin tierra de manera comercial, bautizando a este sistema productivo como hidroponía y es considerado el padre de esta técnica de cultivo.

El avance en hidroponía ha profundizado en estudios sobre los elementos que intervienen en el crecimiento de las plantas para mejorar el desarrollo de los sustratos.



Imagen 5;

## REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO HIDROPÓNICO

### A) VENTAJAS Y DESVENTAJAS

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>VENTAJAS</b>    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Optimización del uso de suelos, podemos sembrar una gran cantidad de plantas en un espacio reducido.</li><li>• Higiene de los cultivos.</li><li>• Comodidad del trabajador.</li><li>• Optimización del uso del agua, ya que no se desperdicia, además se puede utilizar un sistema de recirculación.</li><li>• Producción en lugares donde no hay tierra o es de mala calidad.</li><li>• Producción en climas variados.</li><li>• Cultivos de alta calidad ya que permite controlar con mayor precisión la cantidad de agua y nutrientes que se utilizan en los cultivos.</li><li>• Ahorro en abonos, fertilizantes y herbicidas.</li></ul> |
| <b>DESVENTAJAS</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Necesidad de inversión inicial alta.</li><li>• Mayor necesidad de especialización.</li><li>• Requerimiento de agua de buena calidad.</li><li>• No es apto para todas las especies, como los árboles frutales o los vegetales de fruto subterráneo como las papas, las zanahorias y otros tubérculos.</li></ul>  |



*Los cultivos hidropónicos suponen un ahorro de agua, tierra y recursos, y son claves para la agricultura sostenible.*

Imagen 6;

## FUNCIONAMIENTO

El sistema para los cultivos hidropónicos puede variar, pero en general es un circuito simple. La hidroponía se desarrolla dentro de una cámara de cultivo donde las plantas se encuentran con sus raíces inmersas en agua con una solución nutritiva a cual contiene los elementos necesarios para su crecimiento .

Esta tecnología aumenta considerablemente la productividad del agua, produciendo más cosecha con menos agua, adecuándose a una realidad más sostenible de la agricultura.

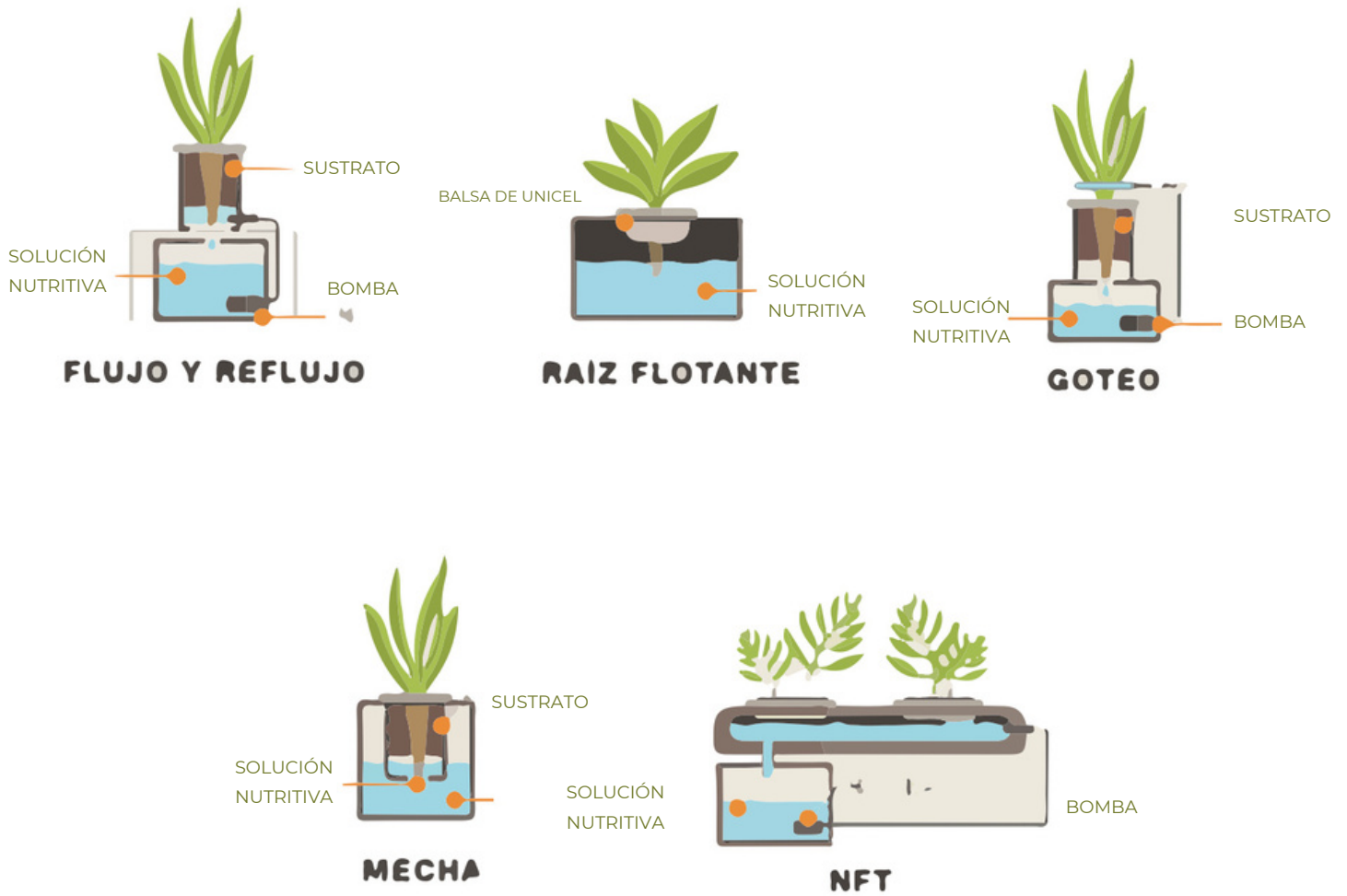
## MÉTODOS HIDRÓPONICOS

El cultivo en agua por definición es el cultivo hidropónico, aunque dentro de esta técnica de solución nutritiva existen algunas variaciones al sistema dando origen a diferentes alternativas, siendo las principales el Sistemas NFT y el sistema de raíz flotante.



Imagen 7;

## Sistemas de producción en solución nutritiva

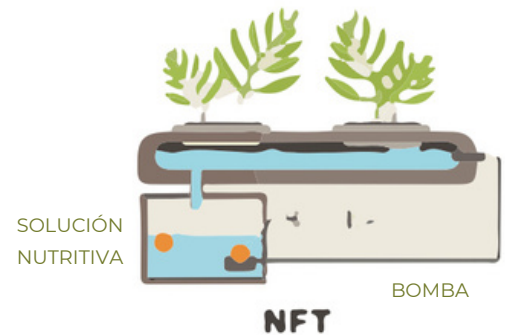


Imagén 8;

Los sistemas de NFT y cama flotante son sistemas diseñados para ciclos corto de producción y son los más recomendados para la producción hidropónica a pequeña escala.

### Sistema de Técnica de la película de nutriente o NFT

Por sus siglas en inglés (Nutrient Film Technique). Esta técnica es la más utilizada y consiste en crear un circuito continuo y re-circulante de solución nutritiva dentro de tubos que a través de una bomba hacen recircular la solución. Los tubos de PVC tienen orificios en la parte superior, donde se colocan las plantas (que pueden estar dentro de canastos especiales o vasos) de tal manera que las raíces están en contacto con la solución nutritiva re-circulante de manera permanente, permitiéndoles una disponibilidad inmediata y fácil de los nutrientes, lo que les disminuye el requerimiento energético para nutrirse y pueden disponer de esa energía para crecer más rápidamente.



### Raíz flotante

Es una técnica de cultivo en agua, en la cual las plantas crecen y desarrollan su parte aérea sobre una lámina, que se mantiene a flote dentro de un recipiente que contiene agua y solución nutritiva.

El objetivo de este sistema es aportar los requerimientos esenciales del cultivo (temperatura, humedad, agua y nutrientes) para su crecimiento y desarrollo. Este método, en comparación con el tradicional, permite controlar las condiciones ambientales y plagas que pueden presentarse. Con este sistema de cultivo no se necesita utilizar algún tipo de sustrato, solo se requiere agua y solución nutritiva. Las raíces deben permanecer dentro del agua en todo momento para recibir los nutrientes necesarios y el agua puede estar estática sin problema.



Imagen 9;



El recipiente que contiene la solución nutritiva **debe ser opaco** para impedir la entrada de luz, para impedir el desarrollo de algas en el interior. Además, por lo mismo se debe evitarse que queden áreas sin cubrir en la superficie de la solución. Hay que brindar la entrada de oxígeno, la uniformidad en la concentración de nutrientes y controlar la temperatura. Esto se logra con bombas de agua y/o de aire. También, en sistemas de pequeña escala o caseros, la removilización puede hacerse manualmente.

## SOLUCIÓN NUTRITIVA

En una solución nutritiva se encuentran prácticamente todos los nutrientes esenciales el desarrollo de los cultivos hidropónicos.

El método más conocido para aplicar la solución nutritiva es por medio de soluciones A y B, en donde la aplicación se dará mediante una mezcla de ambas partes.

Para regar almácigos se aplica la mitad de la dosis: 2.5 ml de solución A y 1.0 ml de solución B por litro de agua.

La solución preparada a partir de las soluciones concentradas A y B es una solución nutritiva promedio que puede ser utilizada para producir diferentes cultivos, especialmente en hortalizas de hoja.

El crecimiento y rendimiento puede ser optimizado usando una formulación específica para cada cultivo.

### CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA EN PPM (MG/L)

Nitrógeno (N) : 150 ppm  
Fosforo (P) : 50 ppm  
Potasio (K) : 180 ppm  
Calcio (Ca) : 160 ppm  
Magnesio (Mg) : 35 ppm  
Azufre (S) : 30 ppm  
Hierro (Fe) : 1,5 ppm  
Manganeso (Mn) : 0,5 ppm  
Boro (B) : 0,5 ppm  
Zinc (Zn) : 0,15 ppm  
Cobre (Cu) : 0,1 ppm  
Molibdeno (Mo) : 0,05 ppm

## SUSTRATOS

En los cultivos hidropónicos las plantas necesitan un soporte y también que las raíces tengan suficiente aireación. Algunos de los sustratos más usados son:



Imagen 10; producida por Jonael Bosques

Ejemplos de sustratos ideales para sistemas hidropónicos a pequeña escala.

- 1) Vermiculita
- 2) Corteza de pino compostada
- 3) LECA
- 4) Lana de roca
- 5) Perlita
- 6) Fibra de Coco

POR LO GENERAL SE COLOCAN LAS PLANTAS EN PEQUEÑOS CONTENEDORES DE PLÁSTICO SOBRE UN SUSTRATO DE FIBRA DE COCO O LANA DE ROCA.

## QUE SE PUEDE CULTIVAR

Se recomienda cultivar aquellas especies que se desarrollen superficialmente, como los de hoja y aromáticas.

Casi cualquier planta puede cultivarse con hidroponía, sin embargo, hay ciertas plantas hidropónicas que resultan más rentables:

- Verduras: coliflor, col, apio, brócoli, lechuga, porotos, puerro, espinaca.
- Hortalizas: zanahoria, pepino, berenjena, cebolla, pimiento, rábano, tomate.
- Frutas: melón, fresa, frambuesa, arándano, uva, frutos de árbol como limón o manzana.
- Plantas aromáticas: albahaca, cilantro, menta, tomillo, salvia, estragón, romero.
- Flores de corte

El cultivo de lechugas es de los más comunes en la hidroponía ya que permite reducir la huella de carbono al disminuir los traslados, además tiene una gran demanda a nivel mundial y un rápido ciclo productivo lo que hace que sea eficiente y rentable..

## 2. CASO DE ESTUDIO: HIDROPONÍA EN LECHUGAS

### 2.1 RELEVANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA HIDROPÓNICA

La lechuga es el tercer vegetal más consumido a nivel mundial.

En general este cultivo se produce todo el año y se distribuye a los mercados que no poseen producción local. Debido a que la lechuga viaja largas distancias desde las zonas de cultivo hasta los lugares de consumo, el transporte aumenta el impacto ambiental asociado con la huella de carbono y afecta la calidad y frescura del producto. Por esta razón, se debe incrementar la producción local de la lechuga. Los agricultores plantan y proveen lechugas frescas a los consumidores locales. Las tendencias actuales que se enfocan en disminuir la huella de carbono y promover la sustentabilidad de los productos agrícolas.

La lechuga producida en Ambientes Controlados, como en sistemas hidropónicos, acuapónicos, y en sistemas de producción vertical, pueden proveer productos frescos deseables para los consumidores sin la necesidad de transportarlas grandes distancias. Por tanto, la producción de vegetales en ambientes controlados podría ser una alternativa sostenible y rentable para satisfacer la demanda de consumidores locales con respecto a las lechugas frescas.



Imagen 11; producida por Germán Sandoya



Imagen 12; producida por Jonael Bosques

## 2.2 VENTAJAS DE LA LECHUGA HIDROPÓNICA.

La lechuga hidropónica pueden llegar a ahorrar hasta un 90% de agua comparado con el cultivo tradicional.

Las lechugas hidropónicas tienen en muchos casos valores nutricionales superiores a las lechugas tradicionales. Ya que las raíces de la planta absorben directamente los nutrientes que se disuelven en el agua, garantizándose así su aporte directamente.

Por otro lado, las lechugas hidropónicas, destacan en su inocuidad al no ser necesario el uso de pesticidas en su producción, lo que muestra una ventaja para los consumidores. Además destacan en su inocuidad al no tener contacto con el suelo no lo tienen tampoco muchos de los contaminantes que puede haber en éste, ni tampoco con los animales que viven en él. Se trata de lechugas mucho más limpias ya de origen y que no necesitan ser tratadas con potentes desinfectantes.



Imagen 13; producida por Jonael Bosques

Fuente 16; Información obtenida del informe "Lechugas hidropónicas y sus ventajas" por Auxprotec.

## 2.1 ENTREVISTAS Y CASOS DE ESTUDIO

### 1. NUTRATERRA / AERO PONICS

"GERMINAR LA ALIMENTACIÓN DEL FUTURO"

MISIÓN: Difundir y acercar la tecnología aeropónica a productores agrícolas, para producir alimentos vegetales sanos, sustentables y asequibles a las personas.

PROPÓSITOS FUNDAMENTALES:

- Producción inocua
- Cuidado y protección del agua
- Bajo impacto en la huella de carbono
- Proceso biotecnológicos de alto rendimiento

QUÉ HACEN: Nutraterra soluciona uno de los grandes problemas del cultivo de papa en Chile:

*la falta de acceso a papa- semillas de buena calidad.*

La empresa busca producir y desarrollar la comercialización de estos tubérculos de "semillas aeropónicas", los cuales son sustentables, de alta productividad y a un precio asequible.

SON DESARROLLADOS EN: La Estación Experimental de la empresa biotecnológica Nutraterra en Valdivia Región de los Ríos. Por por María Ximena Henzi y Jaime Cortés

"Los rigurosos procesos que seguimos en nuestro cultivo aeropónico garantizan un bajo impacto ambiental, alta productividad y un precio asequible, tres aspectos que consolidan un aporte invaluable para el futuro de la agricultura chilena, que sin duda debe moverse hacia estándares ambientales más exigentes, que permitan un crecimiento económico y el consiguiente beneficio social que esto debe traer, con lo cual se alcanzarían los tres pilares de una verdadera sustentabilidad", María Ximena Henzi;



Imagen 14

## ENTREVISTA JAIME CORTÉS: CO FUNDADOR DE NUTRATERRA



- 7 años de experiencia, 2-3 años de prototipado y luego se lanzaron al mercado.

- Mayor empresa de productores de minitubérculos en Chile.

- La aeroponía en papas para consumo no es tan eficiente como las de minitubérculos y en ámbitos económicos es más conveniente.

- Coyhaique producción de minitubérculos fallido por peste en el proceso.

**RAÍCES:**

- Pueden ser desde 30 cm a 1 metro dependiendo de la genética y variedad.

- Tiene cierto grado de estrés controlado.

**INTERESES PARA TRABAJAR:**

- **MESAS AEREOPÓNICAS:**

Hacerlas más funcionales, buscar una forma de crear una mesa 2.0, analizando sus dificultades y fortalezas.

- Agricultura vertical en hortalizas: quieren innovar en este tema generando un prototipo funcional

- **RAÍCES:**

Buscar la forma de trabajar con la disposición de las raíces para mejorar el rendimiento de la producción y facilitar la cosecha.

## 2. AGRO URBANA: AGRUCULTURA VERTICAL

AgroUrbana, startup dedicada a la agricultura vertical, fundada por Cristián Sjögren y Pablo Bunster, que consiste en producir alimentos en capas apiladas verticalmente, en su caso utilizando luces LED y cultivo hidropónico, para entregar la luz y agua necesaria para cosechar hortalizas con una nutrición muy precisa en espacios con climas controlados.



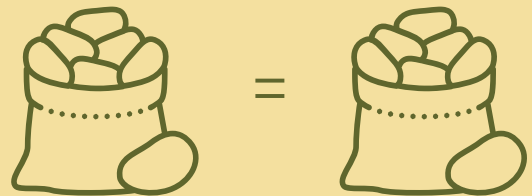
Imagen 15

El equipo científico "plant science" de AgroUrbana ha creado, adaptado e integrado tecnologías muy diversas. Los avances les han permitido vender cerca de 15 toneladas de productos, testear más de 80 variedades de hortalizas.

... "podemos producir más de cien veces por metro cuadrado de lo que se podría producir en un año con la agricultura tradicional..." dice Sjögren.

La planta piloto (iniciada 2019) tiene 300 metros cuadrados y están produciendo el equivalente a lo que se cosecha en tres hectáreas de agricultura tradicional.

300 m<sup>2</sup> de cultivo vertical rinden igual que 30000 m<sup>2</sup> de cultivo tradicional



Cultivo vertical  
(300 m<sup>2</sup> de terreno)

Cultivo tradicional  
(30.000 m<sup>2</sup> de terreno)

Por lo tanto, para producir la misma cantidad de papas con cultivo vertical se requiere una superficie que es equivalente al 0,01 de terreno que en el cultivo tradicional.

-¿Qué es lo que están produciendo actualmente?

Principalmente a la producción de un mix de lechugas, y están desarrollando otras variedades de hoja (albahaca, kale, menta, etc.). También están experimentando con otro tipo de plantas, como los berries.



Imagen 16

### 3. HIDROCULTIVA : EMPRESA DE SISTEMAS AEROPÓNICOS

#### AGRICULTURA SUSTENTABLE Y MÓDULOS DE CULTIVO AEROPÓNICOS

Es una empresa creada el año 2019 que surge en Pumanque como una opción sustentable para producción hortícola y con el objetivo de facilitar el cultivo de hortalizas, sobre todo el hidropónico y aeropónico.

*“El proyecto se desarrolla en la comuna de Pumanque, posibilitando a las localidades que no tienen acceso al recurso hídrico poder captar agua de lluvia y niebla... Creemos que esta es una solución innovadora tanto para los agricultores como para el autoconsumo”, como dijo Claudio Gaete Durán, uno de los fundadores de Hidrocultiva.*

El sistema busca captar el agua a través de atrapanieblas, agua que es canalizada para abastecer los módulos, que se hacen a medidas, con un diseño ergonómico, que permite el **cultivo de hasta 300 hortalizas aproximadamente**, dependiendo el requerimiento del cliente, si es con fines comerciales o de autoconsumo.

*“...nuestros clientes necesitan contar con un sistema de cultivo novedoso y eficiente, pero que no requiera de capacitaciones especiales para su uso y que sea lo más ergonómico posible. Los módulos aeropónicos no sólo reducen el consumo de agua en un cultivo, sino también sortean un obstáculo importante para el agricultor pequeño: obtener el recurso.”*  
Claudio Gaete Durán



Imagen 17

El sistema que proponen en Hidro Cultiva consiste en un ensamble hueco de disposición "piramidal", diseñado para que las hortalizas (pequeñas).

Estos módulos se caracterizan por:

- Ser sencillos de dimensionar y medir cuántos de estos se necesitan para cumplir el volumen de cultivo de cada usuario.
- Son fáciles de ensamblar y acoplar con el sistema de agua y recirculación.
- Ocupan un espacio de 1,3m x 1,5m de base, con una altura de 1,5m
- Se integran de manera sencilla a un sistema de captación de agua lluvia y niebla.

Algunas de las ventajas de este sistema modular:

- Permite de 2 a 3 veces un mayor número de hortalizas por espacio, respecto al cultivo tradicional.
- Un ahorro del 95% del agua en el cultivo gracias a la técnica aeropónica y recirculación.
- Un potencial de captación de agua de 2 a 16 litros al día por metro cuadrado de atrapanieblas, dependiendo de las condiciones de la zona.
- Seguimiento de variables en tiempo real mediante sensores, como pH y concentración de nutrientes.

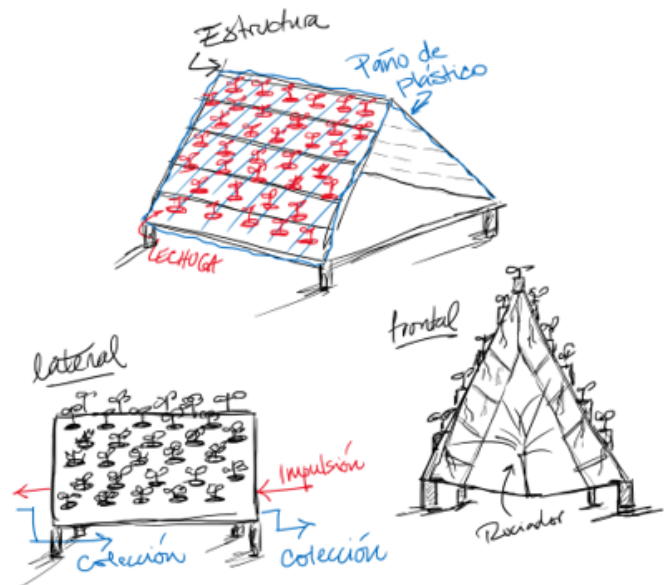


Imagen 18



Imagen 19

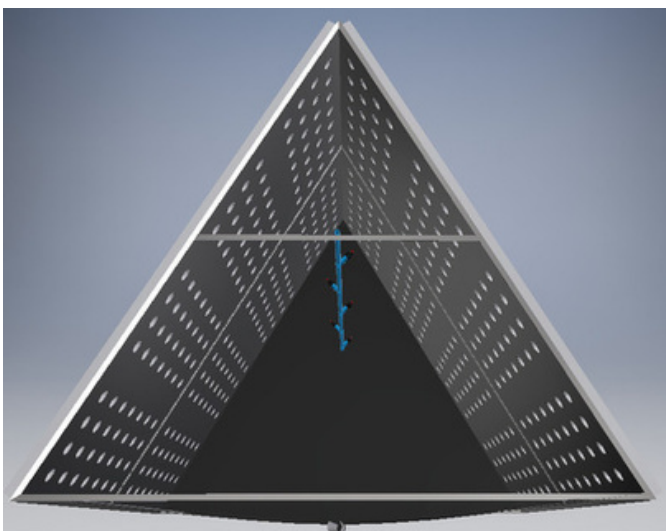


Imagen 20

## ENTREVISTA A PABLO PAREDES (CO FUNDADOR DE HIDROCULTIVA)

- Cultivan principalmente "hojas" ya que son lo mas sencillo como; lechugas, acelgas, albahaca, espinaca ya que son muy fáciles y rápidas. Todo lo que se cultiva se come.

Sobre el módulo:

-Recalca sobre la importancia de los materiales con que se trabaja; la solución nutritiva algunas veces se separa del agua (y ésta se evapora) si no se tienen los materiales indicados se pueden generar agujeros y por ende filtraciones de agua lo que perjudica todo el sistema.

Tras varias pruebas han concluido que un material que resiste bien a esta condición es el Polietileno.

-Hay que tener cuidado con la composición química de los materiales para que sean capaces de resistir sustancias ácidas y evitar formación de algas y suciedades.

- Trabajan en Linares por su alarmante escasez hídrica.

- La disposición de los módulos es importante para la eficiencia de los cultivos.

- Su público objetivo: el sistema tiene costos iniciales altos, pero la operación es mas barata por lo que le interesa a la gente que vive de los cultivos como pequeños agricultores.



## CONCLUSIONES ENTREVISTA A PABLO PAREDES (CO FUNDADOR DE HIDROCULTIVA)

- No hay que ser un experto para mantenerlo, pero si dedicarle un poco de esfuerzo.

- Considera que es viable llevarlo a un usuario común y corriente y podría funcionar en un entorno más residencial.

- Raíces: importancia mantener distancia y una buena disposición entre ellas.

Problemáticas:

- Costo de los materiales de prototipado y construcción principalmente en la bomba y el Polietileno.



Imagen 21

# 3. CONTEXTO DEL CASO DE ESTUDIO

## 3.1 SEQUÍA EN CHILE

Chile es de los países con mayor diversidad de condiciones climáticas extremas del mundo, al ser un país tricontinental cuenta con temperaturas tan altas y secas como las del Desierto de Atacama, hasta las más polares como las de la Antártica, considerando además que también posee el clima tropical de Isla de Pascua.

También es de los países más afectados por la crisis mundial de agua. Tras padecer años de lluvias escasas, nos enfrentamos a una fuerte sequía que

### **AFECTA ALREDEDOR DEL 76% DE LA SUPERFICIE DEL PAÍS**

Las regiones de Coquimbo y Metropolitana son las zonas más perjudicadas.

Cerca de 573 mil personas han sido afectadas, pertenecen a 79 comunas, en cuatro regiones distintas.

En estas condiciones, el acceso al agua es cada vez más difícil, especialmente en las zonas rurales y de bajos ingresos, ya que, en este caso, la dificultad del abastecimiento y la pobreza van de la mano.



## MEGASEQUÍA HÍDRICA

La Fundación Amulén y la Fundación Chile hicieron estudios para identificar las cuencas con mayor brecha hídrica (relación entre la demanda del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica disponible en las fuentes abastecedoras), que permitió agrupar las comunas con mayor vulnerabilidad. Esta Brecha Hídrica, o Índice de Escasez Hídrica, se divide en cuatro niveles:

- Alto: Fuerte escasez recurso hídrico, lo cual denota la urgencia de ordenar la oferta y la demanda. Además, en esta etapa la baja disponibilidad de agua es un limitante del desarrollo económico.
- Medio: Se debe realizar también el ordenamiento de la oferta y la demanda, asignando prioridades a los distintos usos.
- Moderado: Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitador de desarrollo.
- Bajo: No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico.



Imagen 22; recuperada por el autor, Bernardita Ríos.

Tras analizar esta Brecha Hídrica de la Fundación Amulén y de la Fundación Chile, el consumo de agua se determinó sobre la base de la metodología de Huella Hídrica azul y verde.

- Huella Hídrica azul: se refiere al volumen de agua fresca extraída de fuentes superficiales y/o subterráneas, por parte de los diferentes usuarios que no retorna al ambiente de donde se extrajo.
- Huella hídrica verde: volumen de agua de lluvia utilizada por los sectores que aprovechan esta fuente para riego, principalmente el agrícola y forestal.

Se pudo concluir que

**26 COMUNAS DE LAS ZONAS DE ALTA BRECHA HÍDRICA DE LA ZONA NORTE Y CENTRO TIENEN GRAN PARTE DE SU SEGMENTACIÓN SOCIOECONOMICA RURAL EN LOS GRUPOS D Y E. LOS QUE TIENEN EN PROMEDIO UN 80% DE SUS VIVIENDAS VULNERABLES, EXCEPTO VALPARAÍSO QUE TIENE UN 50% DE SUS HOGARES VULNERABLES**

La vulnerabilidad se refiere especialmente a un nivel de bienestar de las familias en donde los ingresos, el acceso al agua y otros son determinantes.

[https://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe\\_Amulen.pdf](https://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe_Amulen.pdf)

## Contexto específico de investigación: ZONAS DE EXTREMA POBREZA Y DESIGUALDAD.

Rocío Espinoza, ex directora ejecutiva de la Fundación Amulén y actual asesora de la misma entidad, explica que la distribución de agua en estos lugares tiene directa relación con la **CONDICIÓN GEOGRÁFICA** de las cuencas, lo que reafirma que la principal fuente de abastecimiento a nivel nacional es el pozo o noria, seguido por las viviendas que se abastecen de camiones aljibes y, finalmente, las que se abastecen por fuentes superficiales como ríos, esteros o lagos.

En algunas de las 26 comunas analizadas, el abastecimiento por camión aljibe es más alto que el promedio nacional.

**CAMIONES ALJIBE:** cuentan con una capacidad de 10.000 litros para distribuir agua potable a las respectivas comunidades.

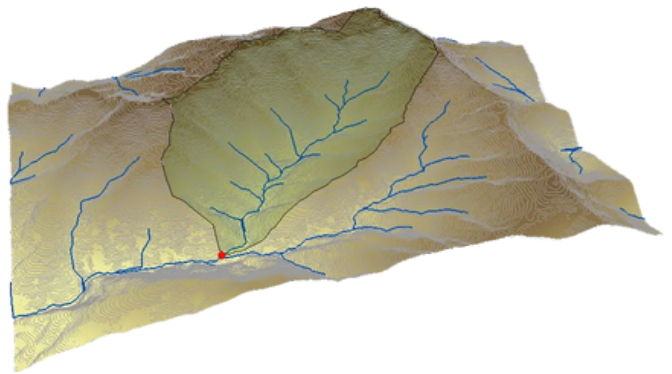


Imagen 23

### 3.2 CONTEXTO DE PETORCA

Petorca es una comuna ubicada en la Región de Valparaíso, en la zona central de Chile, en la Provincia de Petorca.

El clima varía con temperaturas que promedian los 30° C en primavera y verano y 3° C en otoño e invierno.

La capital provincial de la Provincia es la ciudad de La Ligua y considera cinco comunas: Zapallar, Papudo, La Ligua, Cabildo y Petorca.

La comuna de Petorca se encuentra en la zona de transición entre el Norte Chico chileno, y la zona central. La geografía es muy montañosa, y tiene dos cordones que cierran el valle por el norte y el sur, uniendo la Cordillera de la Costa con la Cordillera de Los Andes. Durante las últimas décadas se ha producido un fuerte fenómeno de sequía que afecta a Petorca. Tiene una historia muy ligada al ámbito de la explotación de la minería, hay pequeños mineros y pirquineros de oro, cobre y plata.



Imagen 24; recuperada por el autor, Bernardita Ríos.

## ACTIVIDAD ECONÓMICA

Hoy en día la principal actividad económica de la comuna es la agricultura, específicamente el cultivo de paltas, que es la industria que tiene la mayor parte de los derechos de agua de la zona, por lo que los pequeños agricultores quedaron casi extintos, por la falta de agua, para regar sus cultivos, es por esto que, cada vez más agricultores se están convirtiendo en pequeños mineros.

Ganadería de Petorca también está en un estado crítico ya que la sequía y el frío invierno de la parte alta del valle han provocado la muerte de animales, esto ha afectado especialmente la producción de queso de cabra que es característica de la zona y que podría desaparecer.



*Actividad económica:  
Agricultores y pequeños  
mineros*

*Superficie • 4.588,9 km<sup>2</sup>  
Altitud • Media 1.161 m s. n. m.  
Población: 10.590*

### 3.3 MAPA Y SEQUÍA EN PETORCA



Imagen 25; actual del Rio de Petorca, seco.



Imagen 26

Las principales causas de la actual crisis hídrica de Petorca se debe a la **sobreexplotación del recurso**, además de la falta de un marco regulatorio que establezca un límite para el uso y propiedad de las aguas, sobre todo en la industria de las paltas.

La principal actividad económica de la comuna es la agricultura, destacando la producción de paltas, que exige mucho uso de agua, y el conflicto por el exceso otorgamiento de derechos de agua, y la extracción ilegal de agua, la cuenca del río se encuentra actualmente sobre explotada, afectando a la flora y fauna local, también como a los pequeños agricultores.

Los camiones aljibe son la principal fuente de abastecimiento de agua y son vitales para casi la mitad de la comuna: más de 30.000 personas viven sin agua potable, según datos de la organización no gubernamental Movimiento de Defensa de Agua, la Tierra y la Protección del Medioambiente (Modatima).

Recientemente se modificó el suministro de agua por habitante en Petorca a que se les proporcione 100 litros por persona al día y no 50 como era antes.



La comunidad de Petorca está pasando por una situación que les está quitando sus trabajos, cultivos, territorios y alimentos. Hay diferentes fundaciones que están haciendo lo posible por brindarle ayuda a estas personas que viven en las zonas más inaccesibles de la comuna.

### 3.3 ENTREVISTAS



ERICK CASTILLO  
DIRECTOR SECPLAC  
Municipalidad de Petorca.

La Secretaría Comunal de Planificación, se encarga de funciones de asesoría al Alcalde, en materias de estudios y evaluaciones de proyectos de desarrollo de la comuna.

- El Sr Erick Castillo compartió muchos datos de federaciones y equipos del gobierno que están trabajando con proyectos similares en la zona o que son gubernamentales por lo que manejan más información. Entre ellos:

- Oficina de Asuntos Hídricos, donde se obtendrá información sobre la situación que viven las familias, los servicios que se les entregan, nivel socioeconómico, lugares en que viven los más afectados, etc.

- Delegación provisional de la Ligua, Ministerio de Interior. Tienen los datos más actuales de la zona, pero, en general, es una zona muy rural, los datos no se publican y tampoco hay demasiada información.

- Índice de APR (Programa de Agua Potable Rural) de cada zona.

- Comunidades en situaciones más extremas en su opinión:

El Durazno, El Manzano, Quebrada de Castro: Son zonas rurales más aisladas, tienen un precario sistema de distribución de agua, viven hace mucho tiempo en estas condiciones por lo que ya están más familiarizados con cómo es su situación.

### 3.3 ENTREVISTAS



#### ENTREVISTA A VLADIMIR VICENCIO

Encargado de Oficina de Asuntos  
Hídricos  
Municipalidad de Petorca

"Hay 24 comunidades rurales, la más grande tiene 1200 personas. Son alrededor de 11 mil personas.

En todas se puede encontrar personas interesadas en un proyecto como éste y no hay ninguna que no tenga acceso a agua."

VLADIMIR VICENCIO

#### ¿A QUE DESTINAN EL AGUA QUE SE LES ENTREGA?

-"Las comunidades que reciben agua de emergencia están más limitadas (solo en estas se recibe 100 litros al día), pero nadie les fiscaliza el uso que le dan a su agua. La gente sigue alimentando a sus animales, regando sus plantas y jardines...

La gente hace uso del agua de la mejor manera posible pero a su criterio. Hasta en las comunidades de emergencia este cultivo sería factible," dice Vladimir.

Cree que la gente se va a interesar y motivar con la idea.

#### ¿QUÉ ES LO QUE MÁS SE CULTIVABA EN LA ZONA?

Porotos, papa, zapallo, tomate, maíz, hortalizas de todo tipo.

Vladimir cree que se podría complementar con algo de producción tradicional, lo que sería potente para el espíritu de la zona.

Los sectores de Hierro Viejo y Chincolco eran puras chacras, toda la gente cultivaba.

Vladimir cree que es un proyecto atractivo para la gente de la zona, pero que es importante implementarlo en lugares donde el modelo de gestión sea eficiente, hay que idear un plan de acción para gente interesada en aprender esta técnica.

"Sería bonito devolverles el rubro de sus abuelos" comenta Vladimir.

#### ¿Cómo está la minería en este momento?

Principalmente pequeños mineros sobre todo en cobre, pero es bastante informal. Hay varias pequeñas mineras tratando de surgir a medianas mineras, en las épocas que están más escasos de agua la gente se va a los cerros.

### 3.4 ZONAS EN DONDE IMPLEMENTAR EL PROYECTO

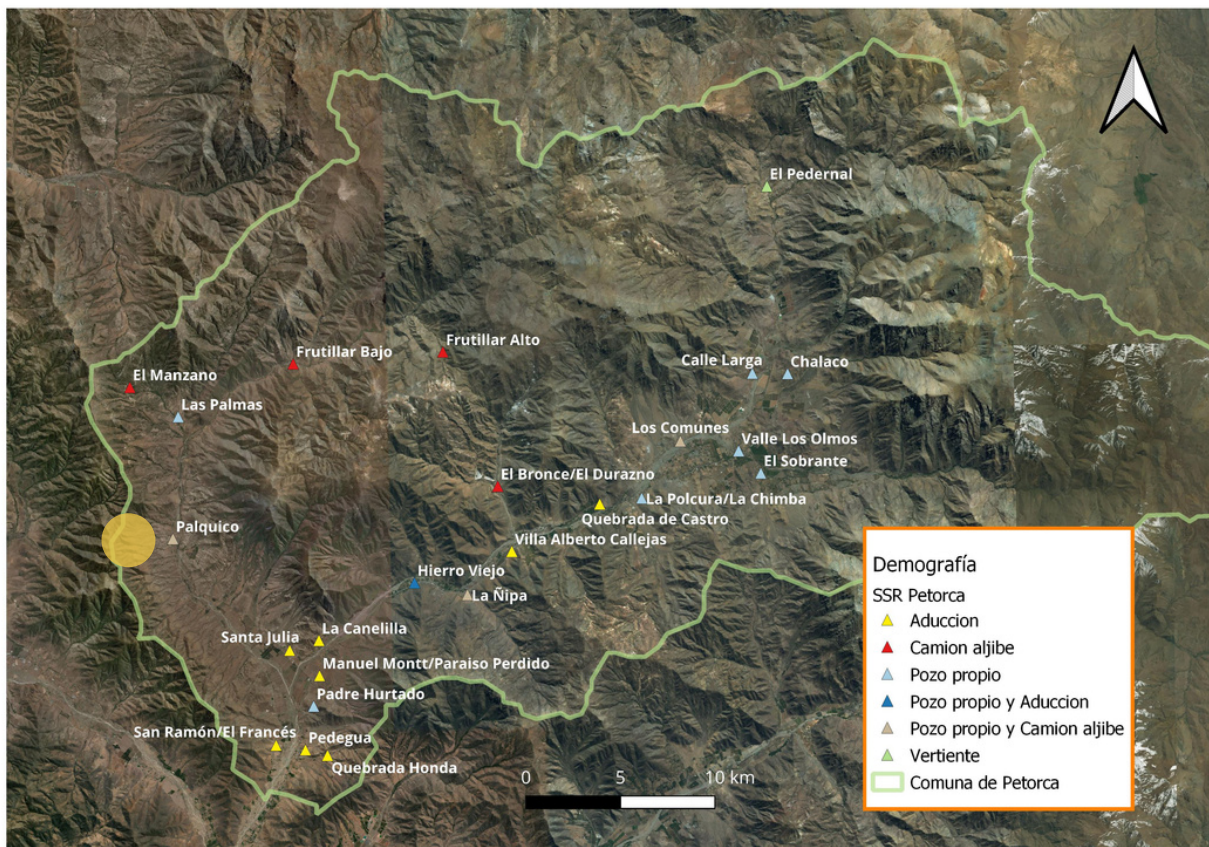
- Quebrada de Castro (30 personas) no están tan alejados, tienen una buena organización comunal.
- La Canelilla (80-100 personas), se caracterizan porque tienen experiencia con agricultura campesina, están tratando de mantener sus cultivos con el agua que tienen, eran productores de tomate. Es bastante urbano.
- San Ramón - El francés, hacen cultivo hidropónico. Son dos comunidades, El Francés (250 personas) y en San Ramón (150 mas o menos).
- Palquico (300-400 personas) tienen solo pozo.
- Chincolco: (2000 a 2500 personas), hay un Liceo agrícola grande, son varias poblaciones.

En todas se puede encontrar gente adecuada y la mayoría cuenta con los recursos mínimos necesarios.

#### OTRAS COMUNIDADES RURALES:

- El Manzano, 120 personas, camiones aljibe
- Las Palmas 200 personas, aljibe y un pozo
- Palquico, 300-400 personas, tienen solo pozo
- Santa Julia 400 personas, conducción de agua subterránea.
- Quebrada Onda
- Pedegua
- Padre Hurtado 150 personas
- La Canelilla
- Callejones tienen agua
- Villa Alberto Calleja, 300 personas
- Petorca dividido en varias secciones
- El Bronce: 120 personas
- El Durazno: está un poco atrasado, no tienen vertientes, a los camiones les cuesta llegar, también eran ex campesinos
- La Chimba Sur, 200 personas
- Chincolco: es grande, hay varias poblaciones 2000 a 2500 personas, tienen el liceo agrícola que podría ser de interés para el proyecto.
- Valle de los Olmos: 800 personas
- Characo 400 personas

### Vista aérea de la provincia de Petorca con su principal abastecimiento de agua



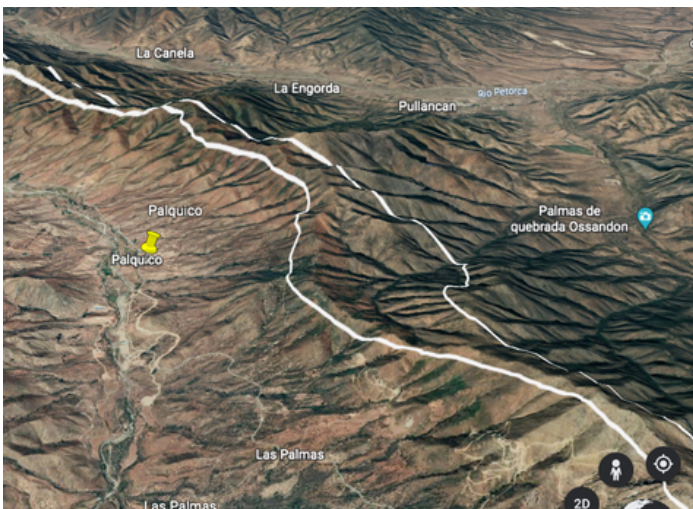
Mapas de las comunidades rurales de Petorca (Falta Petorca y Chincolco). Mapa recuperado de la oficina de Recursos Hídricos de Petorca.

## ZONA ESPECÍFICA DE ESTUDIO

### PALQUICO - SAN RAMÓN - EL FRANCÉS



Las cumbres de Palquico, San Ramón y El francés alcanzan una altura de 1.100 m. Según un estudio que se está realizando en la Municipalidad de Peotrcá para analizar donde serían los mejores lugares para la captación de agua por atrapa nieblas reveló que la zona demarcada en la imagen, es decir, parte alta de las cumbres desde El Francés a Las Palmas sería la más apta, además reveló que, en general, las cumbres cóncavas tienen mejor captación de niebla que las convexas.



Palquico (300-400 personas) tienen solo un pozo. Hay una granja importante. San Ramón - El francés, son dos comunidades, el francés (250 personas) y en San Ramón (150 más o menos). Hay invernaderos de cultivo hidropónico.

# 03 | USUARIO



Imagen 28; recuperada por el autor, Bernardita Ríos.

# 3. USUARIO

## USUARIO ESPECÍFICO DE PETORCA

Contexto:

Petorca tiene alrededor de 11 mil personas con una densidad poblacional de 15,4 habitantes por kilómetro cuadrado. La principal actividad económica es la agricultura con aproximadamente 6.900 has en el valle de Petorca y 8.700 has en el valle de La Ligua, destinadas principalmente al cultivo de paltas y limones (CNR, mayo 2018). La segunda actividad es la pequeña minería del cobre y oro. Según los datos revelados por la Gobernación Provincial de Petorca.



### Población total Censo 2017 y Proyección 2021

| Unidad Territorial   | Censo 2017 | Proyección 2021 | Variación (%) |
|----------------------|------------|-----------------|---------------|
| Comuna de Petorca    | 9.826      | 10.590          | 7,78          |
| Región de Valparaíso | 1.815.902  | 1.979.373       | 9             |
| País                 | 17.574.004 | 19.678.363      | 11,97         |

Los siguientes datos fueron extraídos del Censo de Población y Vivienda 2017, y de las Proyecciones de Población 2021, generadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

### Población por Grupos de Edad

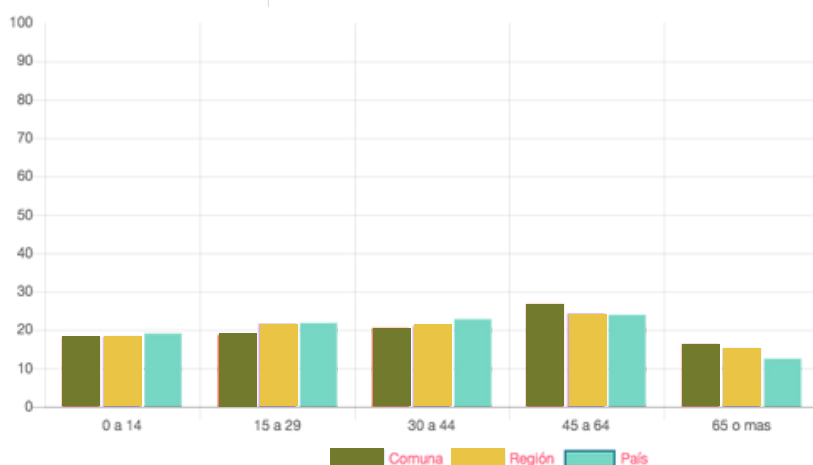
| GRUPO (EDAD) | CENSO 2017 | PROYECCIÓN 2021 |
|--------------|------------|-----------------|
| 0-14         | 1.886      | 1.903           |
| 15-29        | 1.941      | 1.979           |
| 30-44        | 1.879      | 20,49           |
| 45-64        | 2.658      | 26,66           |
| 65 o más     | 1.462      | 16,19           |
| TOTAL        | 9.826      | 10.590          |

### Distribución de la población entre grupos etarios (%), Proyección 2021

| COMUNA PETORCA | REGIÓN VALPARAÍSO | CHILE |
|----------------|-------------------|-------|
| 17,97          | 18,19             | 19,03 |
| 18,69          | 21,55             | 21,79 |
| 20,49          | 20,96             | 22,78 |
| 26,66          | 24,24             | 23,9  |
| 16,19          | 15,06             | 12,49 |
| 100            | 100               | 100   |

| Unidad Territorial | Índice de Dependencia Demográfica (IDD) |                 | Índice de Adultos Mayores (IAM) |                 |
|--------------------|---|-----------------|---------------------------------|-----------------|
|                    | Censo 2017                              | Proyección 2021 | Censo 2017                      | Proyección 2021 |
| Comuna de Petorca  | 51,68                                   | 51,89           | 77,52                           | 90,12           |

Distribución de la población por grupos de edad (%), proyección 2021



Fuente: Censos de Población y Vivienda, Proyecciones de Población, INE

Según estos datos se puede concluir que en general la población de Petorca es de adultos entre 45 y 64 años que se dedican principalmente a la agricultura, ya que las generaciones que los preceden tenían esta profesión con la diferencia de que el agua todavía no era un problema por lo que dedicarse a la agricultura era viable. Hoy en día, esta población vive de la agricultura pero desde un enfoque de autoconsumo y para un pequeño comercio con lo que les sobra. El proyecto busca enfocarse en esta población de adultos y adultos mayores que viven en la provincia de Petorca de una escasa agricultura por lo que tienen una economía de auto subsistencia, con pocos ingresos y por lo general, en pequeños terrenos. Son gente que ha vivido en la zona toda su vida y se la pasan del campo a la mina, por lo que han visto como los recursos se han ido agotando con el pasar del tiempo y están abiertos a innovar y aprender nuevas técnicas.

## USUARIO TIPO "SEÑORA ELSA"



Imagen 29, recuperada por el autor.

La señora Elsa es una mujer de 58 años que ha vivido toda su vida en la comunidad de El Francés, en la provincia de Petorca. Su marido es minero y por lo general, se pasa el día en los cerros, ella y sus 3 hijos trabajan en la chacra que comparten con otros parientes.

Elsa llegó hasta la educación media, desde ese momento que se dedica al campo y ha visto como poco a poco se ha ido secando la zona, recuerda que cuando era pequeña el río Petorca llevaba mucha agua.

### ¿QUIEN ES?

- Mujer
- Entre 40 Y 60 años.
- Vive en la provincia de Petorca.

### GRUPO SOCIOECONÓMICO

- Estudios básicos.
- Nivel socioeconómico bajo.

### ¿QUÉ HACE?

- Campesina de familia.
- Mamá de 3 hijos
- Esposa de un minero.
- Tiene su pequeña chacra a la que le dedica mucha energía.

### ¿QUÉ LE GUSTA?

- Le gusta cocinar, por lo general.

## TESTIMONIOS

*"...No es tan suficiente, pero para nosotros es un poco más suficiente porque hasta ahora solo teníamos 50 litros diarios", explica Margarita Guerrero, la encargada de dar el agua todas las tardes en la comuna de los Bronces donde viven unas 50 personas.*



*Pero 100 litros no dan para mucho, especialmente en lugares en medio del campo donde los animales y la agricultura son fundamentales. "Agricultura no hay mucha que digamos. Si no hay agua, no hay cómo plantar", Margarita Guerrero.*



*"Estamos acostumbrados a cuidar el agua", "es la vida que nos toca", afirma Margarita, hace 15 años que se secó el río "y de ahí estamos viviendo sólo de los camiones".*

*"Era una zona con mucha flora y fauna. Hoy en día no existe nada, es prácticamente un desierto", Nicolás Quiroz, director de la escuela básica Fernando García Oldini del sector Hierro Viejo de Petorca.*

*"En esta comuna, sus casi 10.000 habitantes dicen sentirse de manos atadas frente a los intereses de grandes empresarios que acaparan la poca agua disponible frente a la permisividad del Estado." Nicolás Quiroz*

## USUARIO



Adultos entre 45 y  
64 años

## AGRICULTURA



Están abiertos a innovar  
y aprender nuevas  
técnicas.

Desde antes  
que el agua fuera  
un problema.

Han visto el  
recurso

**AGOTARSE**

Contexto: Petorca tiene alrededor de 11 mil personas con una densidad poblacional de 15,4 habitantes por kilómetro cuadrado. La principal actividad económica es la agricultura con aproximadamente 6.900 has en el valle de Petorca y 8.700 has en el valle de La Ligua, destinadas principalmente al cultivo de paltas y limones (CNR, mayo 2018). La segunda actividad es la pequeña minería del cobre y oro. Según los datos revelados por la Gobernación Provincial de Petorca.

El proyecto busca enfocarse en esta población de adultos y adultos mayores que viven en la provincia de Petorca de una escasa agricultura por lo que tienen una economía de AUTO SUBSISTENCIA, con pocos ingresos y por lo general, en pequeños terrenos.

# 04

## PLANTEAMIENTO DEL **PROBLEMA**

# 04

## Planteamiento del problema

### Problema

Tras pasar por una de las décadas más secas de la historia de nuestro país y del mundo, nos tenemos que enfrentar a las nuevas exigencias medioambientales y hay que replantearnos la manera de vivir para no malgastar los recursos escasos que tenemos. Bajo este contexto, la agricultura se enfrenta a una crisis en relación a los suministros de agua y a la optimización en el uso de los suelos. Esta situación está afectando especialmente a las comunidades que habitan en los lugares de escasez hídrica más extrema, que, por lo general, son zonas rurales y vulnerables.

### Solución

Bajo este contexto de búsqueda de reinventarnos bajo las actuales exigencias medioambientales este proyecto se basa en encontrar nuevas alternativas de cultivo, como en este caso, el cultivo hidropónico, que se basa en la producción de hortalizas sin tierra y con sus raíces suspendidas en agua, mejorando la rentabilidad y el uso del recurso hídrico en relación al cultivo tradicional. Se intentará adaptar la técnica buscando llevarla a una escala mas artesanal, donde cualquier persona sea capaz de manejarlo sin ser un experto en el tema. El objetivo es llevar este sistema a zonas de gran escasez hídrica y que también puedan tener problemas respecto a la disponibilidad o calidad de los suelos para cultivar, buscando entregarle a las personas que viven con esta deficiencia una forma de autonomía alimenticia que no dependa de dichos factores.



Imagén 31;



Imagén 32;

## 4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Será posible asegurarle a comunidades de Petorca una autonomía alimenticia para suplir las necesidades básicas, independiente de la adversidad que significa el estrés hídrico en que se encuentran?

## 4.2 OBJETIVOS

---

### OBJETIVO GENERAL

Sistema de innovación en cultivos hidropónicos de pendientes en zonas de Camanchaca.

Caso de aplicación : cumbres de Palquico, Petorca.

---

### OBJETIVO ESPECÍFICO

- Diseño de una cama hidropónica unida a un sistema de atrapanieblas.
  - Diseño de una superficie de atrapanieblas que se adapte a las quebradas de Palquico.
  - Sistema de instalaciones de cultivo asequible y accesible para la comunidad de Palquico, Petorca.
  - Diseñar una estrategia de emplazamiento en quebradas que reúna las condiciones para el sistema de cultivo hidropónico.
  - Crear un protocolo operativo de uso y manejo para los usuarios.
-



# 05 | PROPUESTA

Imagen 33; recuperada por el autor,  
Bernardita Ríos.

# 5.1 ESTUDIO DE REFERENTES

## A) REFERENTES INDIRECTOS

- Viña en las Islas Canarias, referente indirecto de sistemas que funcionan en un entorno.



- El jardín de los senderos que se difurcan.

SANTIAGO, CHILE POR ALEJANDRO BEALS, LORETO LYON ARQUITECTOS, 2012



- Estructura sencilla y uso de tela.
- Rigidez y soltura.
- Diversidad de formas pero un mismo lenguaje.

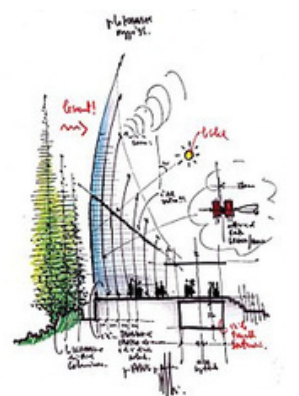


- Parque Biblioteca España / Giancarlo Mazzanti

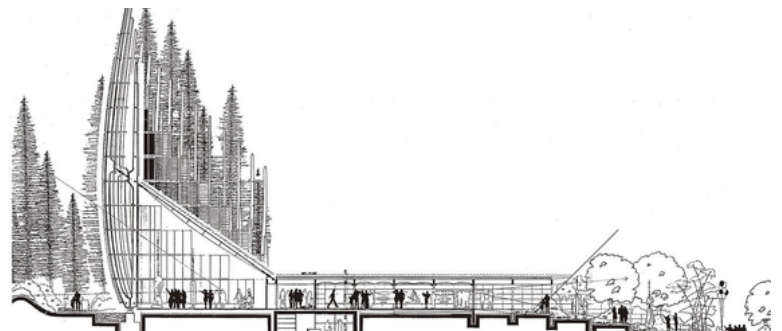


- Sentido de pertenencia al lugar.
- La fuerza de esta geometría a la distancia tiene un impacto en el paisaje y crea un lenguaje en el entorno.
- "Escala monumental" transmite importancia y valor.

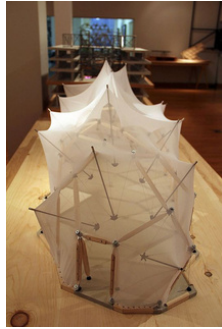
- Centro Cultural Jean Marie Tjibaou, Nouméa - Renzo Piano



- Sentido de pertenencia, sus propios materiales y técnicas de construcción.
- Impulsa su propia artesanía.
- Mezcla de tecnología y identidad de la zona
- Trabajo con el entorno (vientos).

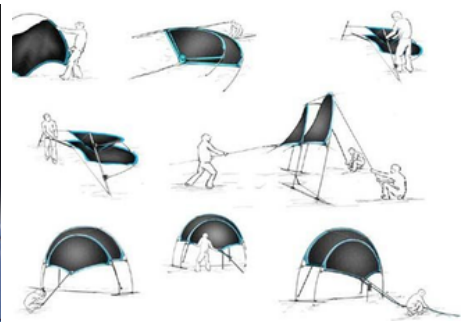
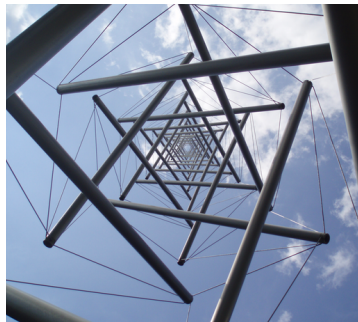


## REFERENTES INDIRECTO



Tensegrity : rama de la arquitectura a través de la que se logra hacer estructuras a través de la tensión y permite lograr formas sueltas y organicas.

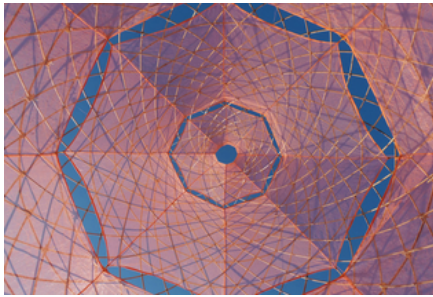
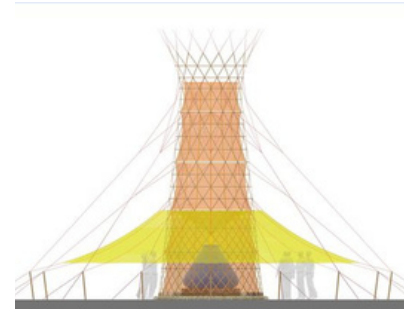
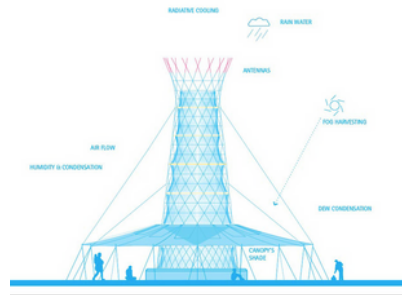
Materialidad: En general se utilizan materiales simples de encontrar y manipular.



## B) REFERENTES DIRECTOS

- Las torres de agua Warka recogen agua potable limpia en Etiopía.

Este proyecto se basa en un sistema ligero, fácil de construir. Compuesto por un marco de bambú que soporta una malla de poliéster en el interior. El vapor de agua atmosférico de la lluvia, la niebla o el rocío se condensa contra la superficie fría de la malla, formando gotas de agua líquida que gotean hacia un depósito que se encuentra en la parte inferior de la estructura. Un "techo" de tela da sombra a las secciones inferiores de la torre para evitar que el agua recolectada se evapore. El rendimiento depende del clima, pero cada torre tiene la capacidad de proporcionar a una comunidad hasta 100 litros de agua por día.



Información recuperada de: <https://www.designboom.com/architecture/warka-water-tower-bamboo-sustainable-clean-drinking-water-air-02-15-2019/>

### • SHIGERU BAN

- Mezcla de materiales (cartón/madera + tela)
- Materiales sencillos resultados impresionantes.
- Soltura de sus geometrías.
- Uso de patrones replicados para crear sus estructuras.



- Cristo, Cortina del Valle (Proyecto para Aspen, Colorado)



- Simpleza en el sistema constructivo.
- Impacto en el paisaje.
- Aprovechamiento de la geografía del lugar.
- Instalación monumental.

Foto: Wolfgang Volz



Foto: Shunk-Kender

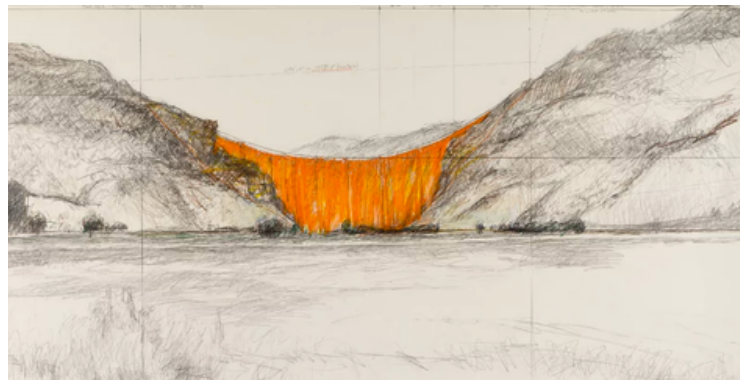
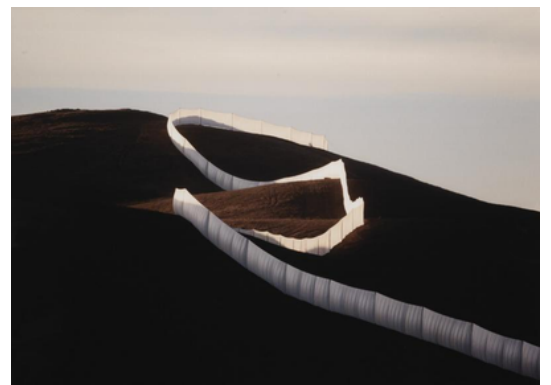


Foto: François Deladerrière

- Running Fence, condados de Sonoma y Marin, California , 1972-76



Artistas: Christo y Jeanne-Claude  
Cristo: Jeanne-Claude

## **5.2 PROPUESTA CONCEPTUAL**

**PAISAJE FUNCIONAL COMUNITARIO PARA ENFRENTAR LA CRISIS  
ALIMENTARIA EN EL CONTEXTO DE ESTRÉS HÍDRICO DE LA  
PROVINCIA PETORCA.**



## 5.3 PROPUESTA FORMAL

### SISTEMA DE CULTIVO A BASE DE ATRAPANIEBLAS PARA LAS CONDICIONES DE PETORCA

#### "RESERVA NUTRICIONAL EN PENDIENTES"

Se quiere crear un sistema de cultivo a base de atrapanieblas para abastecer del recurso hídrico necesario para la producción de cultivos hidropónicos y así contribuir a la autonomía alimenticia en la comunidad de Petorca.

Esto se logrará a través de una instalación de atrapanieblas en la parte alta de la zona de Palquico que cuenta con condiciones específicas para la captación de agua a través de neblinas. Dicha instalación incluirá mesas de cultivos hidropónicos en los puntos donde se acumulará el agua obtenida, produciendo un mix de hortalizas.

Por otro lado, esta instalación tendrá un efecto de invernadero para que la producción de hortalizas crezca con las condiciones ambientales óptimas para su desarrollo.

Características y fundamentación del proyecto:

1. USO DE ATRAPANIEBLAS.
2. SISTEMA HIDROPONICO.
3. DESARROLLO Y GESTIÓN.



Imagen 35; recuperada por el autor, Bernardita Ríos, de un invernadero hidropónico en Petorca.

# 1. ADAPTACIÓN DE ATRAPANIEBLAS PARA LA ZONA DE PALQUICO

## TECNOLOGÍA DE ATRAPANIEBLAS

¿Qué son los atrapanieblas?

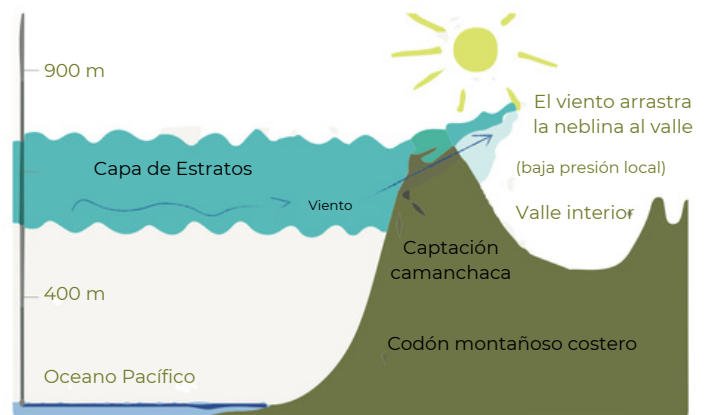
Es un invento del físico chileno Carlos Espinosa, que se define como un sistema para captar o atrapar las gotas de agua microscópicas que contiene la neblina. Están formados por paneles o pantallas hechos de una malla raschel.

Su funcionamiento se basa en captar las partículas de agua procedentes de la neblina que al depositarse en los paneles se concentran hasta que ganan densidad y forman gotas de agua, estas caen por su propio peso debido a la gravedad hacia un recolector que almacena el agua.

Para la obtención de agua por atrapanieblas es necesario que tengan ojalá una altura de entre 600 y 700 metros y que haya viento.



Imagen 36; recuperada informe investigación Pablo Osses.



Proceso de formación de la camanchaca. Se ha tomado como ejemplo la situación que se da en "El Tofo" <https://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen2/numero2/articulos/articulo2.html>

La camanchaca es un tipo de neblina costera y dinámica. Se trata de una condensación en altura que es desplazada hacia zonas costeras por el viento. Se produce generalmente en el sur del Perú y en el norte de Chile.

Durante el día el mar absorbe calor irradiado por el sol actuando como moderador térmico. Durante la noche y la madrugada libera este calor, que a la vez produce vapor. Este vapor en la mañana no sube lo suficiente a causa del Anticiclón del Pacífico Sur (corriente de aire), este vapor permanece y es exactamente igual que la vaguada costera, o niebla costera. A medida que transcurre el día esta vaguada se calienta con el sol y se eleva, finalmente es dispersada en algunos lugares de la costa chilena.



## ENTREVISTA PABLO OSSES

Geógrafo de la Universidad Católica de Chile y profesor en Economía Agraria, mención recursos naturales y medio ambiente. Encargado de la mayoría de los proyectos de atrapanieblas en el norte de Chile, actualmente esta a cargo de la investigación de las zonas ideales para implementar atrapanieblas en las cumbres de Palquico.



A pesar de que Petorca es una zona cordillerana y extremadamente seca se ha descubierto que hay una zona muy específica cerca de las cumbres de Palquico en donde es posible captar agua a través de atrapanieblas.

Pablo Osses junto a un equipo de especialistas en el tema han estado los últimos años desarrollando estudios para confirmar este fenómeno.

Se trata de neblinas provenientes de la costa de Longotoma que viajan y se enfrentan con el cordón montañoso que bordea las comunidades de San Ramón hasta Palquico.

## VISTA DE NEBLINAS PROVINIENTES DESDE LONGOTOMA



Las neblinas se pueden encontrar desde la cota 600 m a 800m.

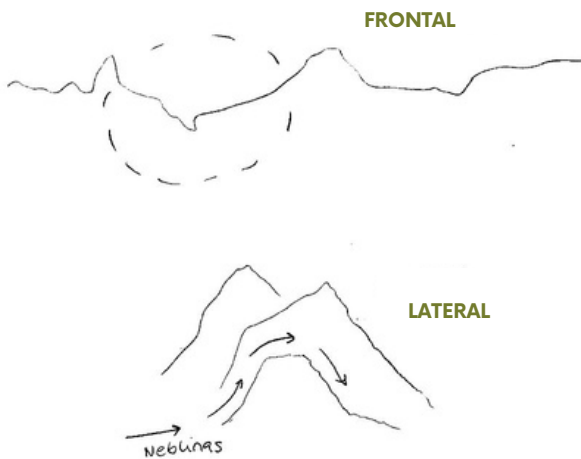
Para traspasar este cordón montañoso las neblinas tendrán mejor acceso por las partes más bajas de las cumbres.

La disponibilidad de las neblinas depende de la condición geográfica específica de cada caso en concreto por lo que es necesario un detallado estudio previo a la instalación de estos sistemas.

## RECORRIDO DE LAS NEBLINAS HASTA LAS CUMBRES DE PALQUICO



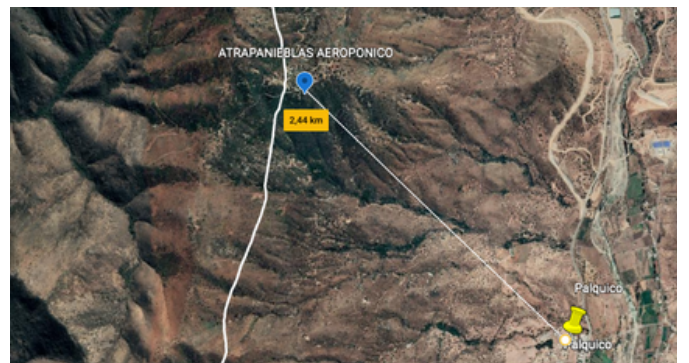
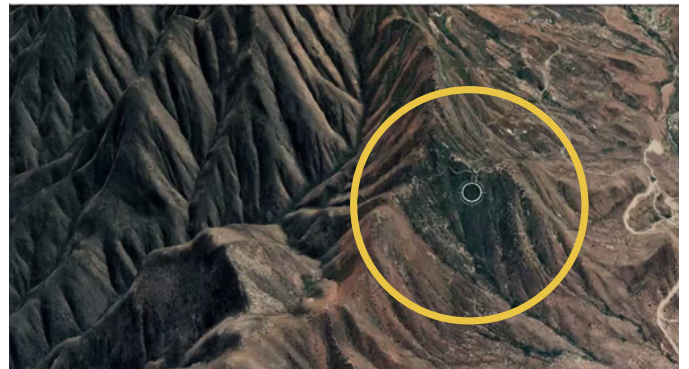
Para traspasar este cordón montañoso las neblinas tendrán mejor acceso por las partes más bajas de las cumbres.



## CONCLUSIONES DEL ENTORNO ESPECÍFICO DE LA INSTALACIÓN

Según el estudio que se está realizando en la Municipalidad de Peotrcá junto a Palo Osse se ha concluido que la zona demarcada en la imagen sería la más apta para instalar atrapanieblas.

Y en general, las cumbres cóncavas tienen mejor captación de niebla que las convexas.



Además, se descubrió que el camino por el cual las neblinas avanzan es a través del seguimiento de las hendiduras de las quebradas. Es ahí donde el acolchamiento de las neblinas será más denso y abundante.



## RECOMENDACIÓN DE USO

### RECOMENDACIONES DEL ENTORNO:

- Trabajar en la zona de la línea de cumbres mas baja.
- Portesuelo cercano a Palquico es la zona mas recomendada por accesos, vegetación y geografía.
- La neblina es un fenómeno estable, no como las lluvias.



### RECOMENDACIONES DEL SISTEMA ATRAPANIEBLAS

- Medida estándar recomendable 4x4mt (44 m<sup>2</sup>), éste es el tamaño mas efectivo en costo, durabilidad y producción.
- La malla raschel debe estar sometida previamente a una tensión ya que ésta será distinta según la orientación del tejido, esto aportará en la durabilidad del producto. Se tensa hasta que ámbos lados queden con una tensión homogénea.
- La canaleta debe tener una inclinación para conducir el agua a los estanques.
- El estanque debe ser del tamaño de la demanda multiplicado por la estación seca.



### REFERENCIAS DE PRESUPUESTO

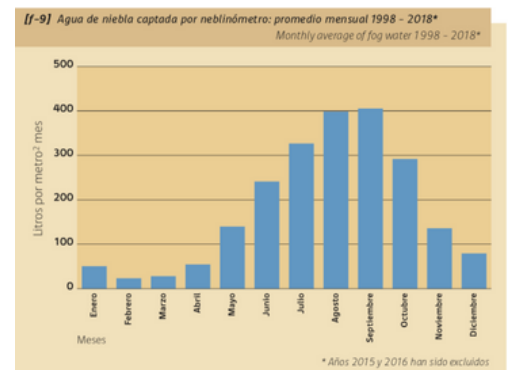
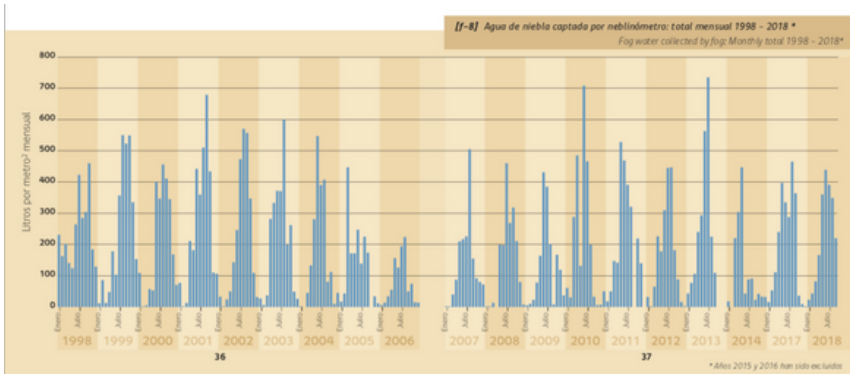
- Valor: un atrapanieblas con buena tecnología ya instalado puede costar al rededor de 5 millones.
- Malla y canaleta 1,5 millón cada una.
- Estructura fierro : 1 millón.
- Instalación: 1 millón.

Duración 5 años promedio.

Rentabilidad: un atrapanieblas puede generar 2 mil litros mensuales.

Mantenición: se mejoró la materialidad de la malla para que la mantención requerida sea baja y simple y que cualquier maestro sea capaz de mantenerla.

## REFERENTE DE ESTUDIO



Referente de estudio en Iquique

### FENÓMENO ESTABLE PERO QUE VARÍA DURANTE EL AÑO

A pesar de ser estable, dentro del año hay una estación seca y una húmeda.

"Cualquier recurso hídrico tiene tres caras : generación, almacenamiento y distribución"

### FACES EN EL CASO DE BUSQUEDA DE NIEBLAS

OBTENCIÓN  
(ATRAPANIEBLAS)



ALMACENAMIENTO



USO Y DISTRIBUCIÓN  
EN EL SISTEMA

## REFERENTE DE RENTABILIDAD DEL SISTEMA

Unidad de medida :  
litro X m<sup>2</sup> (volumen) X día (tiempo)

**Promedio de captación de agua al día**



Cualquier lugar en que haya sobre 3-4 litros x m<sup>2</sup> en un día se puede viabilizar cualquier proyecto.  
Pablo Osses afirma que en Petorca hay mas que eso.



**Promedio día: 3-5 litros (hay días que podrían haber 0 y otros 1.000)**

## 2. APLICACIÓN DEL SISTEMA HIDROPÓNICO

### ADAPTACIÓN EN BASE A USO DE ATRAPANIEBLAS

Para el proyecto se creará una adaptación de la técnica de cultivo hidropónico Raíz Flotante a un entorno extremo, como son las quebradas de las cumbres de Palquico.

Éste cultivo se abastecerá de agua a través de los mismos atrapanieblas que desembocarán en los estanques hidropónicos y que a su vez les proporcionará las ventajas de un invernadero, protegiéndolos del sol directo y manteniendolos en las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas.



SISTEMA RAÍZ FLOTANTE

Requisitos para el sistema hidropónico:

- Un soporte para la planta.
- Una solución de nutrientes correctamente oxigenada en contacto con las raíces.
- Poder cambiar la solución según se vaya agotando el agua o los nutrientes.
- Que la solución no esté expuesta a la luz

### RECOMENDACIONES ENTREVISTA ANIRA ARRAU (AGRÓNOMA)

- Temperatura 20°C - 25 °C
- Ventilación en el entorno.
- Manejo de una solución nutritiva A y B proporcional a la cantidad de plantas.
- Distancia entre cultivos entre 20 y 25 cm.
- Profundidad del estanque entre 8 y 10 cm.



Esquema de uso

## CONTEXTO DE CULTIVO EN LA ZONA



Visita a invernaderos hidropónicos en El Francés



Hace algunos años había mucha producción de flores que se acabó por la falta de agua y hoy en día hay muchos invernaderos abandonados.



Es una zona realmente seca y rural, se ve que el estilo de vida de la población gira en torno al campo y la tierra.



### 3. DESARROLLO Y GESTIÓN DE LA PROPUESTA

#### 2.1 ETAPA DE IDEACIÓN Y DESARROLLO DE

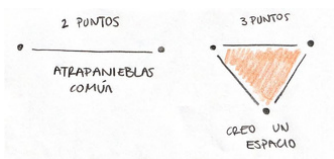
Tela Tyvek (rigido e impermeable)

Malla raschel

capa impermeable y rigida

Propuesta de creación de un sistema captador de agua bajo el mínimo esfuerzo constructivo, que cuente con una integración del cultivo en la misma unidad

Efecto invernadero  
Atrapaniebla  
cápsula de cultivo hidropónico  
capa impermeable  
tensores estructurales

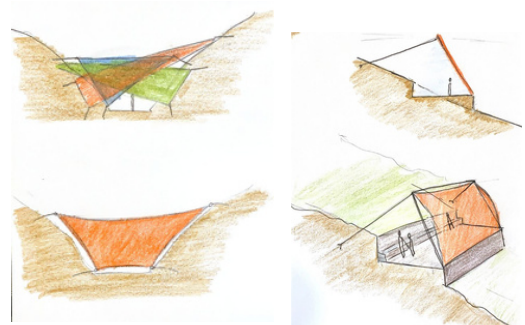


- Emplazamiento en pendiente (quebradas irregulares)
- Uso de inclinación (obtención de sombras y aprovechamiento de distintas cotas de altura)
- Gran escala que sea visible desde lejos.
- Sistema constructivo simple (pocos elementos).

#### BUSQUEDA DE FORMAS

BUSCAR QUE LOS ATRAPANIEBLAS ENTREGUEN UN ESPACIO DE PAUSA AGRADEABLE

Crear una especie de "pérgola" que entregue sombra y refugio.



FORMAS TRIANGULARES SUPERPUESTAS

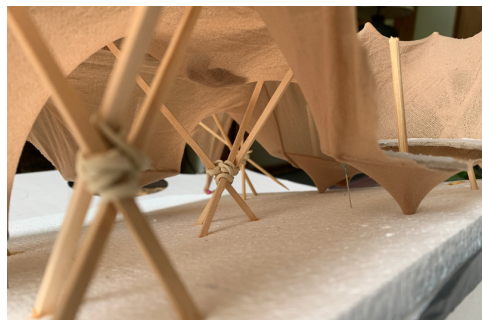
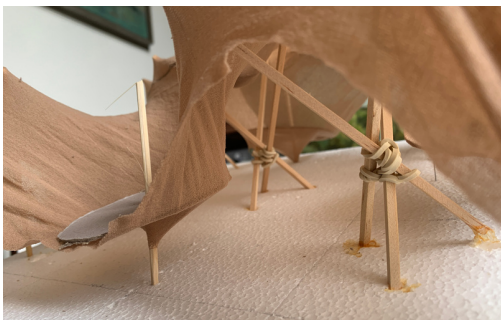
### 3. 2 MAQUETAS Y PROCESOS

---



Maqueta a escala 1: 25

Se trabajó en la estructuración de la mesa de cultivo con una estructura que sostuviera una instalación de tela.



Prototipo rápido de la opción de trabajar bajo una lógica de un solo manto que suba y baje según elementos estructurales (pilares) y elementos de peso (mesas de cultivo).

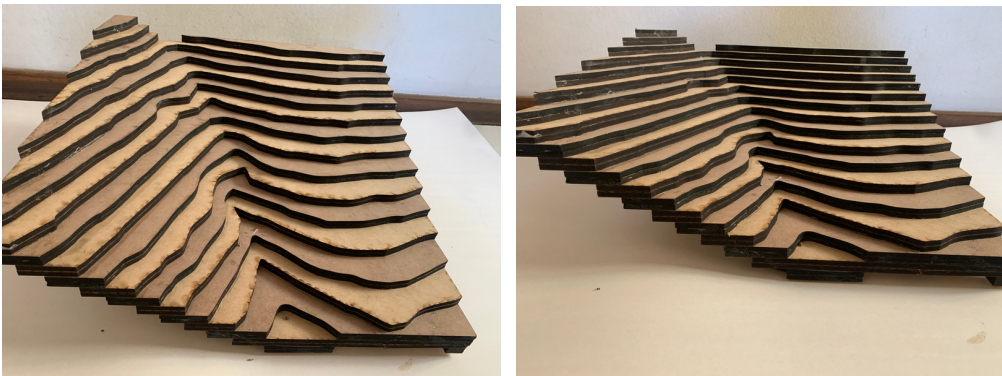
Esta alternativa no prospero por la complejidad de generar tensiones aptas para el material (malla raschel), el cual trabaja con poca elasticidad.



Prototipo rápido para trabajar bajo la lógica de crear una trama estructural a la cual se le adiaran pilares de atrapanieblas junto a sus mesas de cultivo.

Se buscó trabajar con técnicas y materiales sencillos para que fuera una estructura ligera que se adaptara a la pendiente.

Esta alternativa era simple y funcional, pero se descartó por que no se aprovechaba el terreno y se requería de mayores esfuerzos para la elaboración de la trama.



Maqueta de cotas en MDF para representar la pendiente real del emplazamiento. Se trabajo con una escala de 1:75

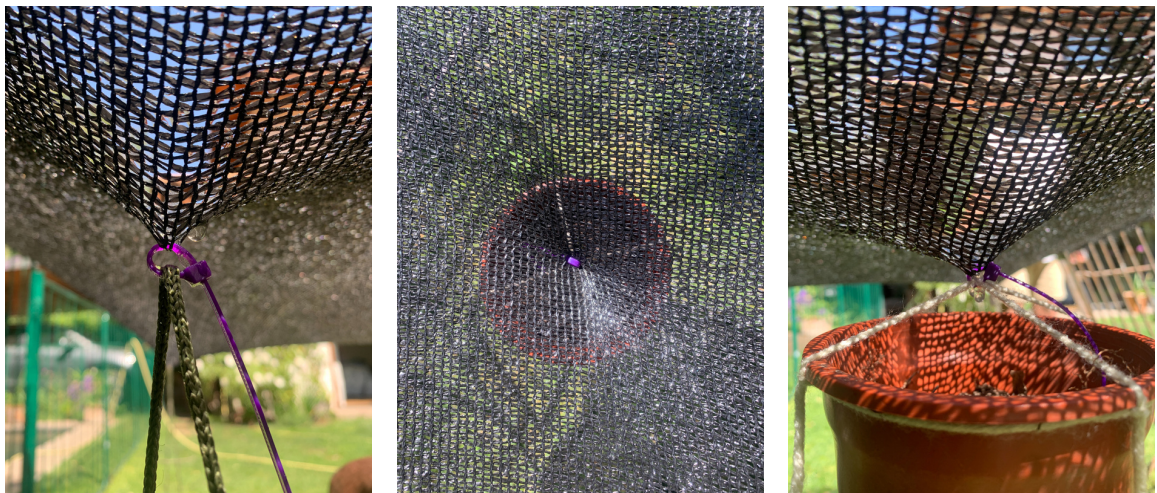


## EJERCICIOS DE TENSIÓN, MANEJO Y RESISTENCIA DE LA MALLA RASCHEL

Prototipos rápidos para trabajar con el material base de la estructura, malla raschel. En este primer ejercicio se busco someter una superficie tensa del material a diferentes puntos de tensión, para ver cuanta elasticidad y resistencia alcanzaba.



Se pudo concluir que al someter un solo plano a distintos puntos de tensión se prestaba para porca elasticidad del material, pero si resistía el peso correspondiente.



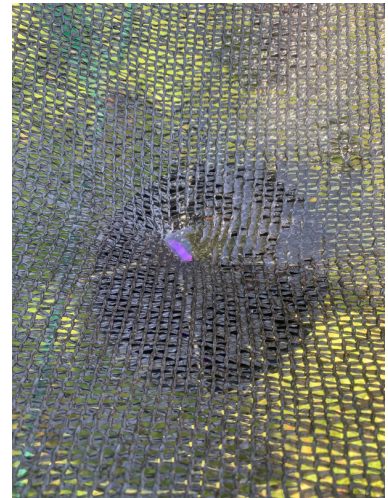
Prototipo rápido en el que se buscó experimentar con la capilaridad de la malla raschel sometida a un solo punto de tensión. Como se puede ver en las imágenes el agua es bien conducida por un solo punto y se genera una continuidad en su recorrido, sin importar la orientación de la malla.

## EJERCICIOS DE TENSIÓN, MANEJO Y RESISTENCIA DE LA MALLA RASCHEL

---



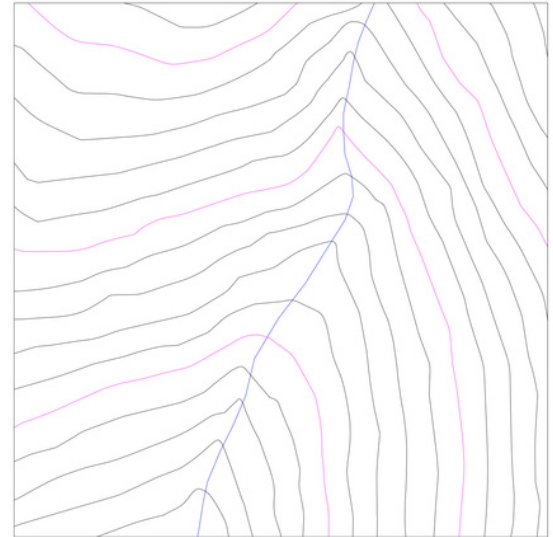
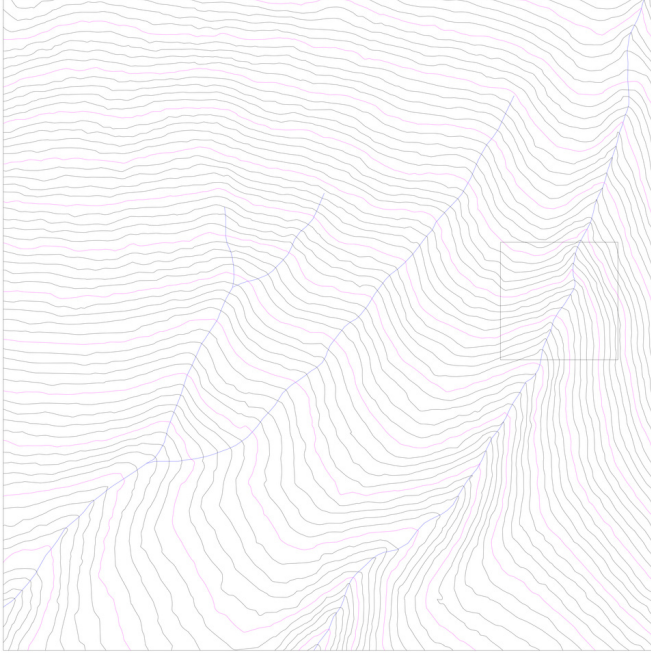
En este prototipo se buscó recrear la trama que se utilizará para el proyecto, en donde hay una superficie estructural de malla raschel de la cual se desprenden cilindros aplicados a ésta. Con este experimento se pudo comprobar que la continuidad de la "gota" no se ve perjudicada al cambiar de una superficie a otra. Además que la forma de trabajar el material es simple y se puede someter a diferentes manipulaciones y técnicas de uniones y geometrías.



### 3. PROPUESTA

---

#### EMPLAZAMIENTO



El proyecto se instalará en las quebradas cercanas a la comunidad de Palquico. Sus cumbres alcanzan una altura de entre 600m a 800m, y es una zona propensa a tener presencia de neblinas. Como se explico anteriormente además de instalarnos en esta zona específica el proyecto se llevará a cabo en las quebradas presentes en esta ladera.

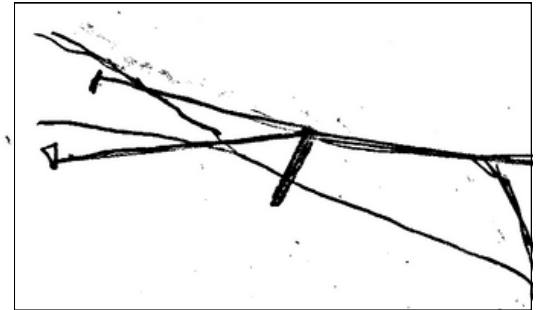
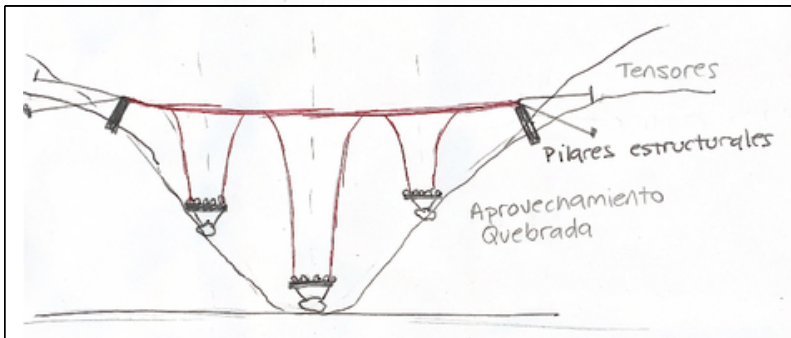
Ya que es en las quebradas donde el acolchonamiento de las neblinas será mayor. Es por esto que se aprovechara las condiciones del entono para instalar de manera muy sencilla y con baja tecnología una superficie de atrapanieblas de la cual se desprenderán "pilares" que conducirán el agua a los estanques hidroponicos.



#### ESPECIFICACIONES DE QUEBRADAS:

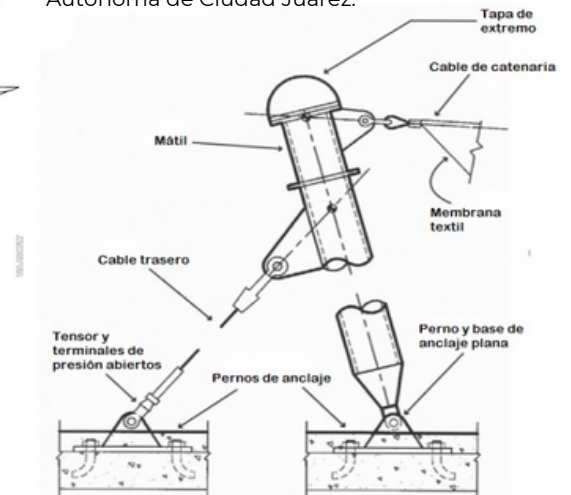
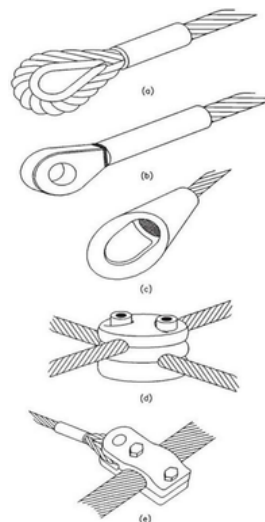
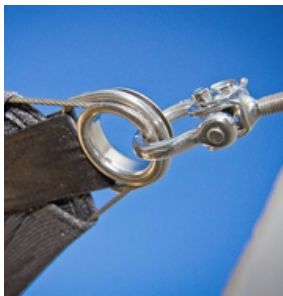
- Uso de quebradas con un ángulo límite de 35 grados, para que el usuario pueda transitar en ésta.

### 3 PROPUESTA



La estructuración y anclaje del sistema de atrapanieblas será gracias a pequeños pilares estructurales (1,5 m), cables, tensores y estacas para anclar a la superficie.

Esquema de detalle constructivo de soportes para tensoestructuras recuperado de estudios del Programa de Ingeniería Civil. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

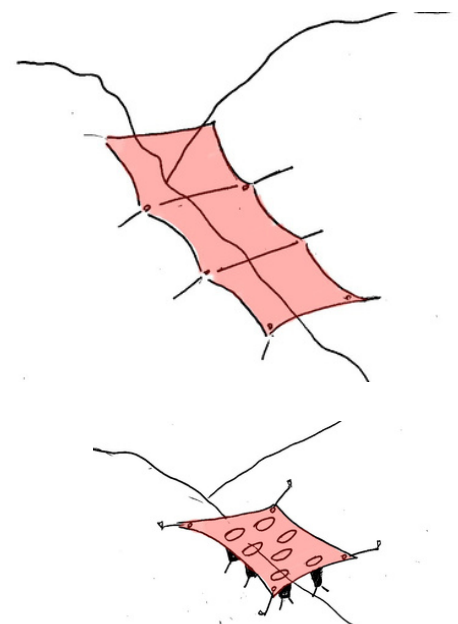
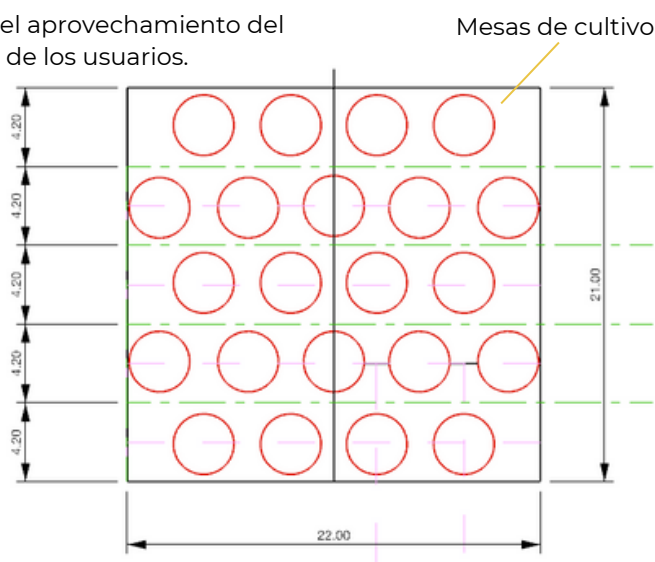


### ORGANIZACIÓN ESQUEMATICA PLANRA PROYECTO

Lógica estructural para el aprovechamiento del material y la circulación de los usuarios.

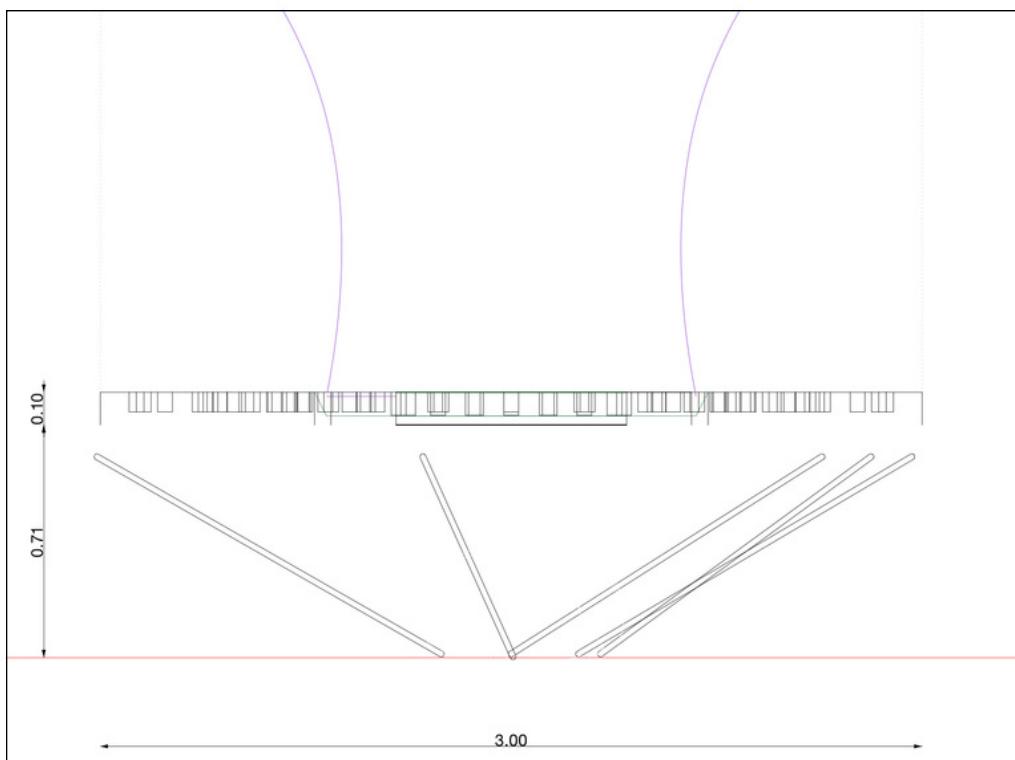
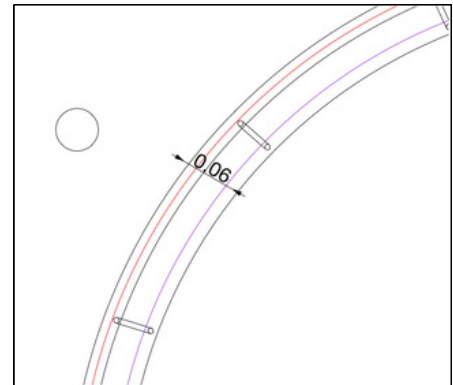
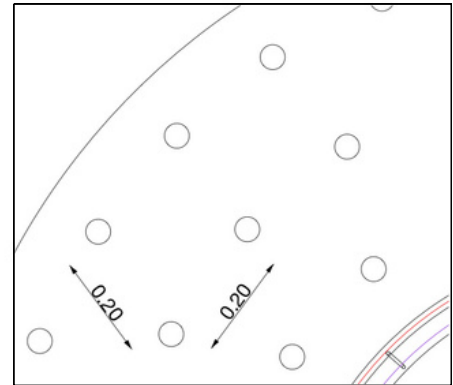
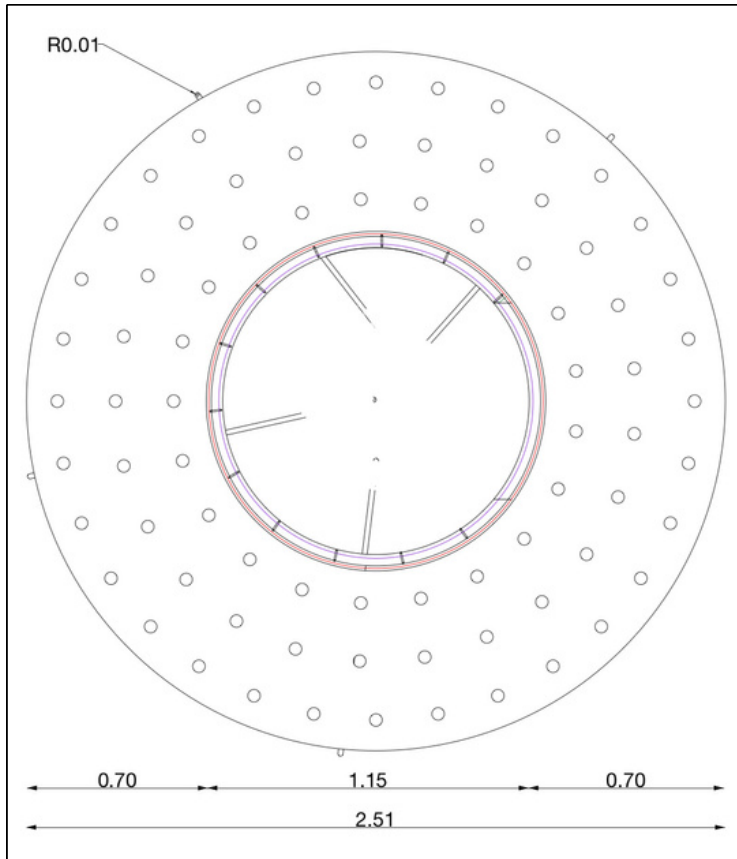
PRODUCCIÓN DE 22 MESAS DE CULTIVO, PERO QUE VAN A VARIAR SEGÚN LAS CONDICIONES DE LA QUEBRADA.

Ancho predeterminado por la malla raschel.



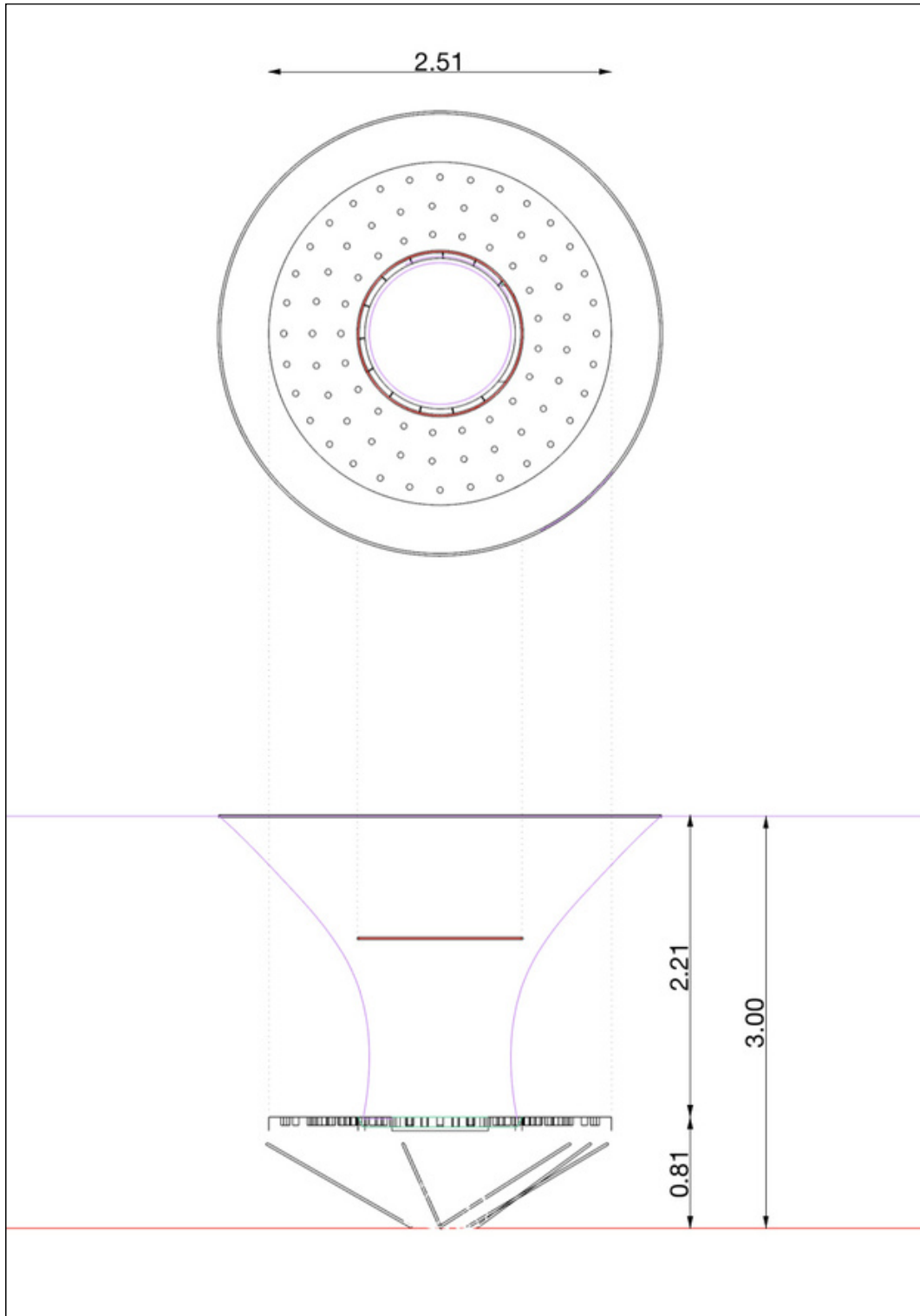
### 3 PROPUESTA

#### MÓDULO DE CULTIVO PLANIMETRIAS



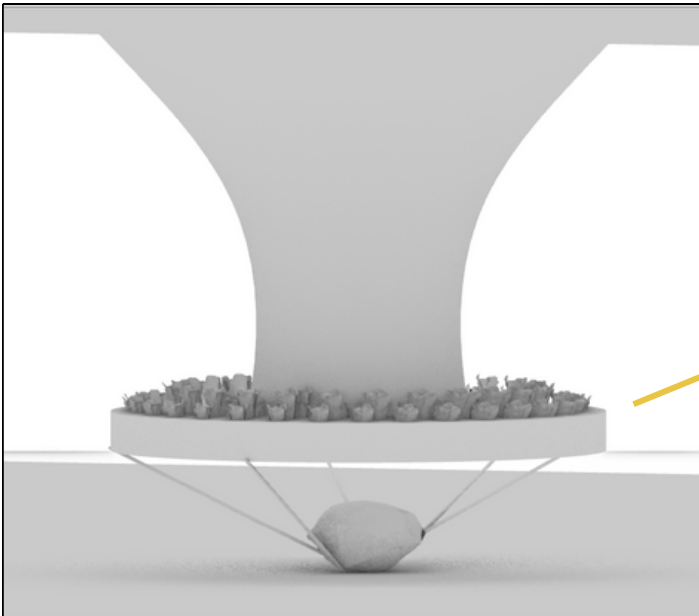
### 3 PROPUESTA

#### MESA DE CULTIVO

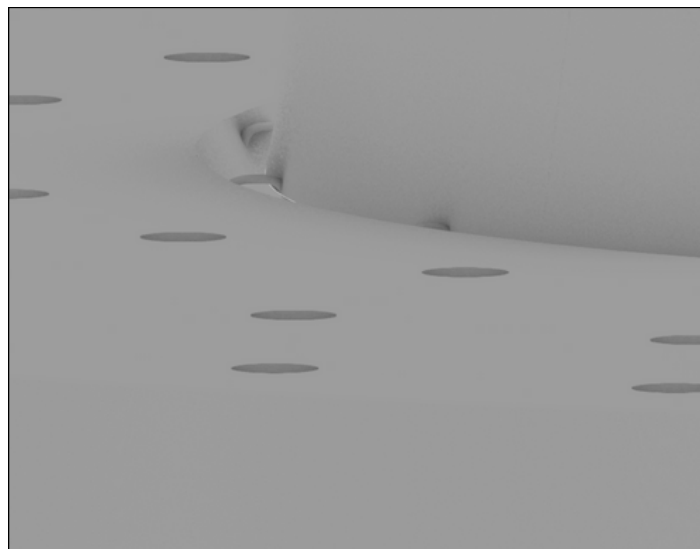
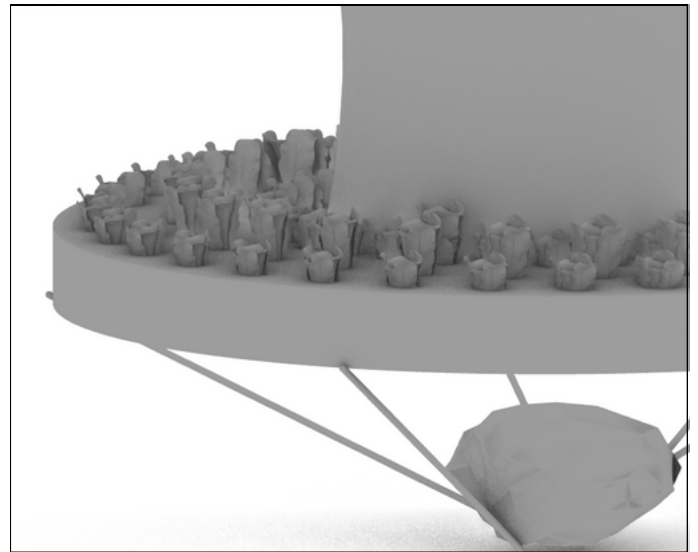
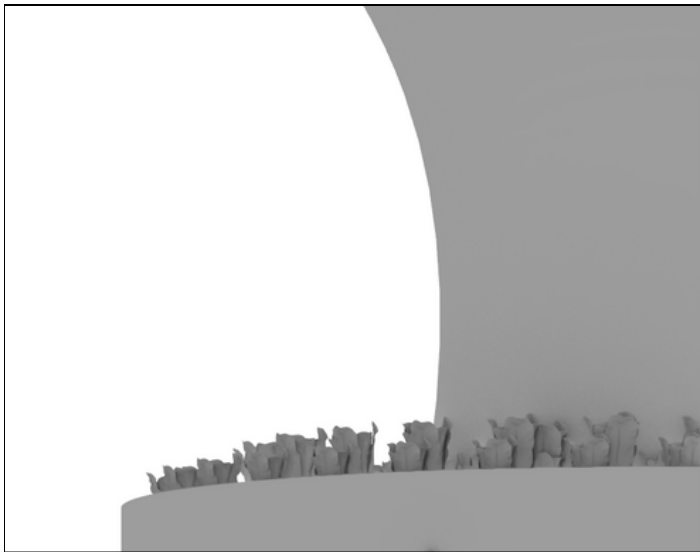


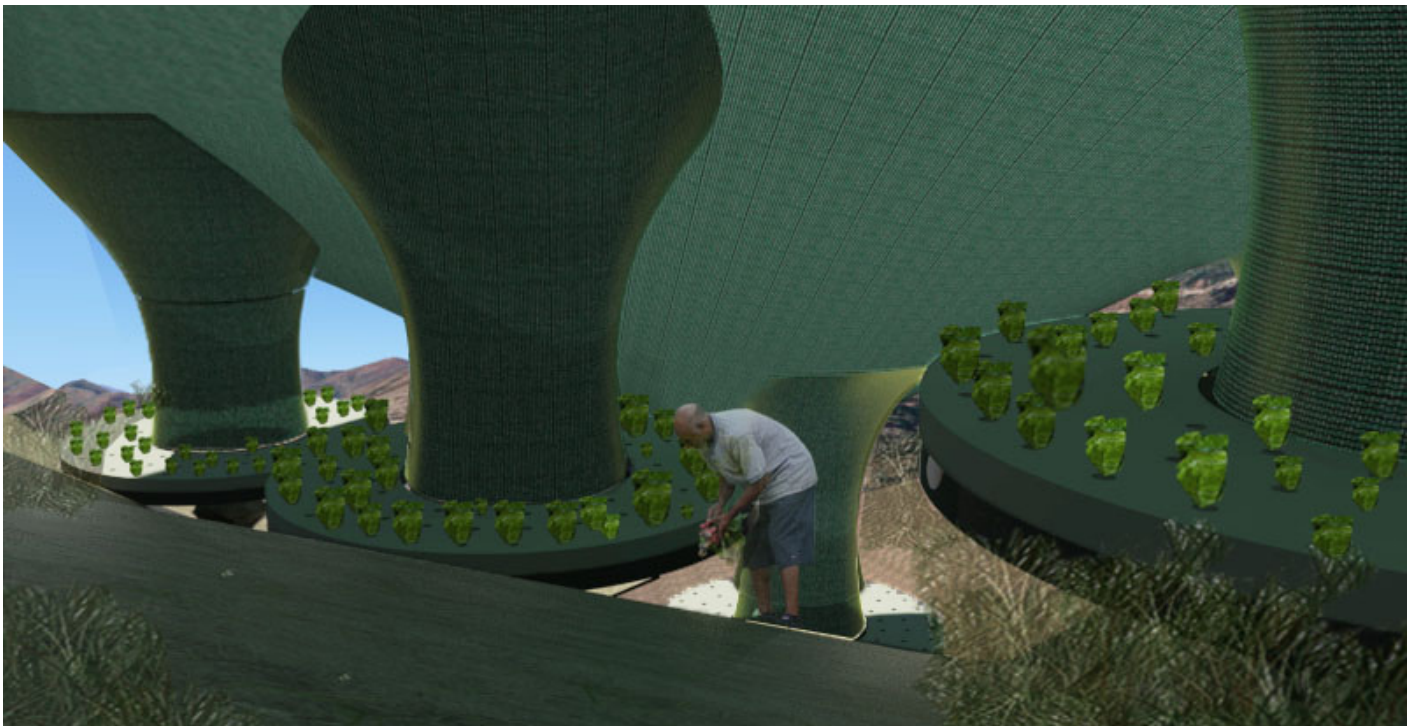
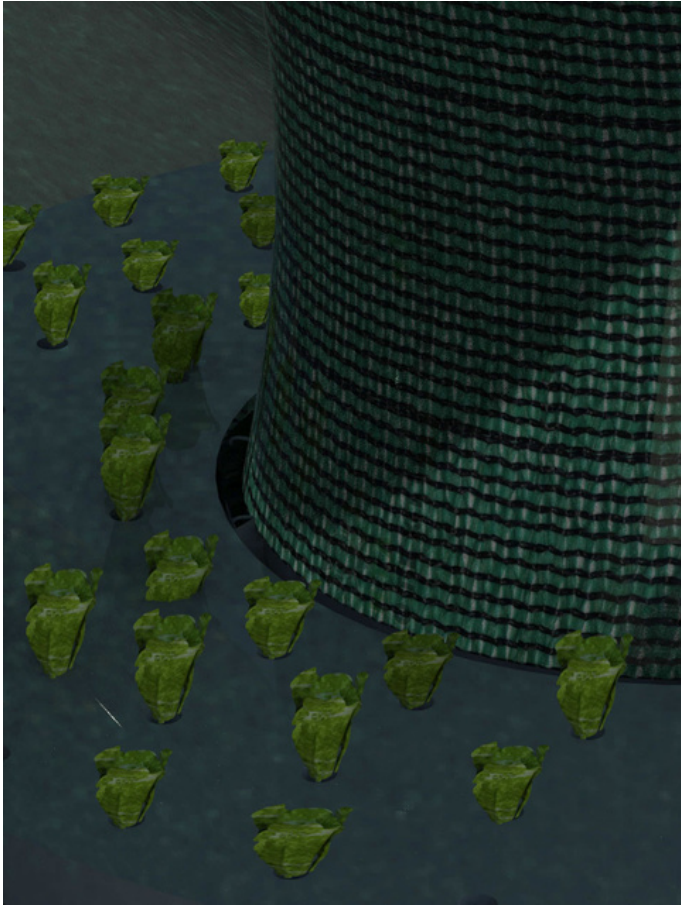
### 3 PROPUESTA

---



Referente de uso de piedras como peso para la estructura.





## 4 CONCLUSIONES

---

A lo largo de la ejecución del proyecto hubieron descubrimientos en sus distintas áreas, que permitieron que se lograra desarrollar una propuesta que abarcara y solucionara todos los objetivos propuestos en la etapa inicial de formulación del problema.

En la primera etapa de investigación se analizó el contexto de Petorca, sobre todo la alarmante escasez hídrica en la que se encuentra, se obtuvieron los datos acerca de la disponibilidad de agua, las fuentes de ingreso, cómo es el uso que se le da a ésta y cuales son las zonas más perjudicadas.

Por otra parte, se investigó sobre nuevas alternativas de cultivo para enfrentar la crisis medioambiental, usando principalmente la tecnología como herramienta para suplir las necesidades básicas de la producción agrícola, es así cómo, se llegó a la investigación de cultivos hidropónicos, que a pesar funcionar a base de agua estos logran tener un consumo menor del recurso en comparación con el cultivo tradicional.

Bajo este contexto de investigación se logró concluir que la oportunidad social para la propuesta es muy importante, ya que los usuarios están acostumbrados a “competir” por el agua y a racionalizar cada gota posible. Es por esto que, el proyecto busca cambiar esa mentalidad y crear un sistema en donde el agua y sus beneficios sean para todos y se trabaje en conjunto para obtener los resultados. Finalmente, se buscó trabajar en base a un sistema pasivo del cual se obtengan resultados (agua y cultivos) bajo el mínimo esfuerzo.

Las conclusiones más importantes para el desarrollo del proyecto se dieron en el área del uso de atrapanieblas ya que uno de los descubrimientos que lograron validar la propuesta fue la presencia de camanchaca en la zona de Petorca, logrando especificar el área y altura en donde se obtendría el recurso mediante este sistema. Esto abrió un mundo de posibilidades para desarrollar soluciones en base al uso de atrapanieblas. Además, tras analizar la zona con expertos, se pudo concluir que en las quebradas es donde el acolchonamiento de las neblinas se da de manera más frecuente.

Este descubrimiento además de validar la propuesta dió especificaciones a la forma de la propuesta, ya que al tener que trabajar en quebradas y pendientes los requerimientos del diseño son más desafiantes. Este desafío se abordó bajo la idea de aprovechar la geografía del lugar (quebradas) para que la instalación se acople a ella y sea de fácil levantamiento.

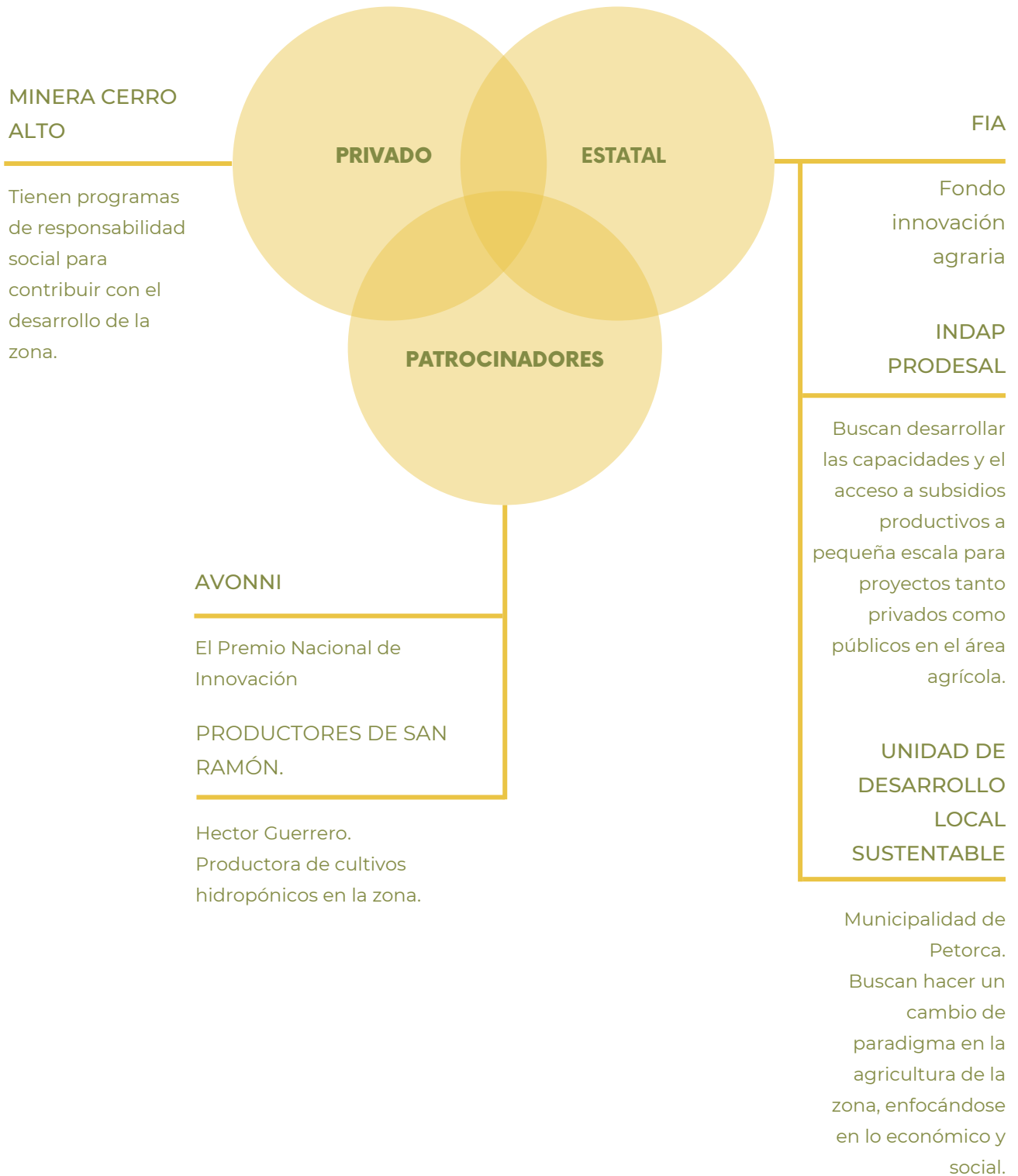
En la propuesta se modificó el uso de los atrapanieblas como productos, para utilizarlos como una instalación, creando un entorno de producción acoplado a los sistemas de cultivo, se adaptaron dos sistemas independientes (cultivos hidropónicos y atrapanieblas) para que trabajaran como uno sólo.

## 5 MODELO DE NEGOCIO

### CANVA



## 5. MODELO DE GESTIÓN



## PROGRAMAS DE GESTIÓN Y APOYO

---

### INDAP TIENE UN ÁREA QUE ES PRODESAL

Sus objetivos son: Aumentar los ingresos silvoagropecuarios y de actividades de Microproductores.

- Productivos: busca desarrollar las capacidades y el acceso a subsidios productivos a pequeña escala para proyectos tanto privados como públicos en el área agrícola.
- Eje apoyo al mejoramiento de las condiciones de vida: Dado el alto nivel de vulnerabilidad de los Microproductores y con la finalidad de contribuir al mejoramiento de sus condiciones de vida, haciendo visibles las necesidades de los usuarios frente a las instituciones, facilitando el encuentro entre dichas instituciones y los usuarios.

Beneficios: El programa ofrece 3 componentes: asesoría técnica, fondo de operación anual e inversiones de activos productivos.

---

### UNIDAD DE DESARROLLO LOCAL SUSTENTABLE (MUNICIPALIDAD DE PETORCA)

Potencian el desarrollo productivo y económico en Petorca.

El encargado es Erick Castillo, el que ofrece colaboración y apoyo con este proyecto.

Buscan hacer un cambio de paradigma en la agricultura de la zona, enfocándose en lo económico y social.

- Han hecho parcelas comunitarias, en donde fomentan la agricultura familiar campesina, buscan inculcar un sistema colaborativo asociado a las familias.

---



## 6. PRESUPUESTO

| COSTO MATERIALES                      | Especificaciones   | Costo unidad | Cantidad | TOTAL        |
|---------------------------------------|--|--------------|----------|--------------|
| Malla raschel                         | Malla Raschel 4,2 x 100 Mts 50% Verde  | \$102.990    | 2        | \$ 205.980   |
| Mesa                                  | Cilindro de polietileno con fabricación en rotomoldeo (22 módulos de 3m de diámetro) |              | 22       | \$ 500.000   |
| Elementos de tenso estructuras        | Clip PVC Malla Raschel Qrubber set 20 piezas color negro                             | \$ 4.998     | 10       | \$ 49.980    |
| Cable De Cabrestante Acero Inoxidable | Tamaño: aprox. 8,3 mm x 24 m/0,34 x 945 pulgadas Fuerza: 8000 - 9500 lb              | \$ 213.251   | 7        | \$ 1.492.757 |
| Almácigos Empresa Europlant           | Bandejas de aprox. 400 almácigos.  | \$15.000     | 7        | \$ 105.000   |
| Extras                                | Pilar estructural, cuerdas, piedras, ganchos, etc.                                   |              |          | \$ 700.000   |
|                                       |  |              |          | \$ 2.552.737 |

| HONORARIOS                   | Especificaciones  | Tiempo    | TOTAL        |
|------------------------------|---|-----------|--------------|
| Diseñador                    | Diseño, investigación y ejecución del proyecto.                 | 12 meses  | \$ 1.000.000 |
| Agrónomo                     | Visitas de validación y testeo de la producción                 | 4 visitas | \$ 700.000   |
| Geógrafo                     | ESTUDIO GEOGRÁFICO DE LA ZONA : (CUBIERTO POR LA MUNISIPALIDAD) | 0         | 0            |
| Mano de obra de construcción | 3 ascesores de construcción y mono de obra voluntaria           | 1 mes     | \$700.000    |
| Encargados de mantenimineto  | 3 personas que controlen el funcionamiento con vistas semanales |           | \$ 200.000   |
|                              |   |           | \$ 2.600.000 |

\$ 5.152.737

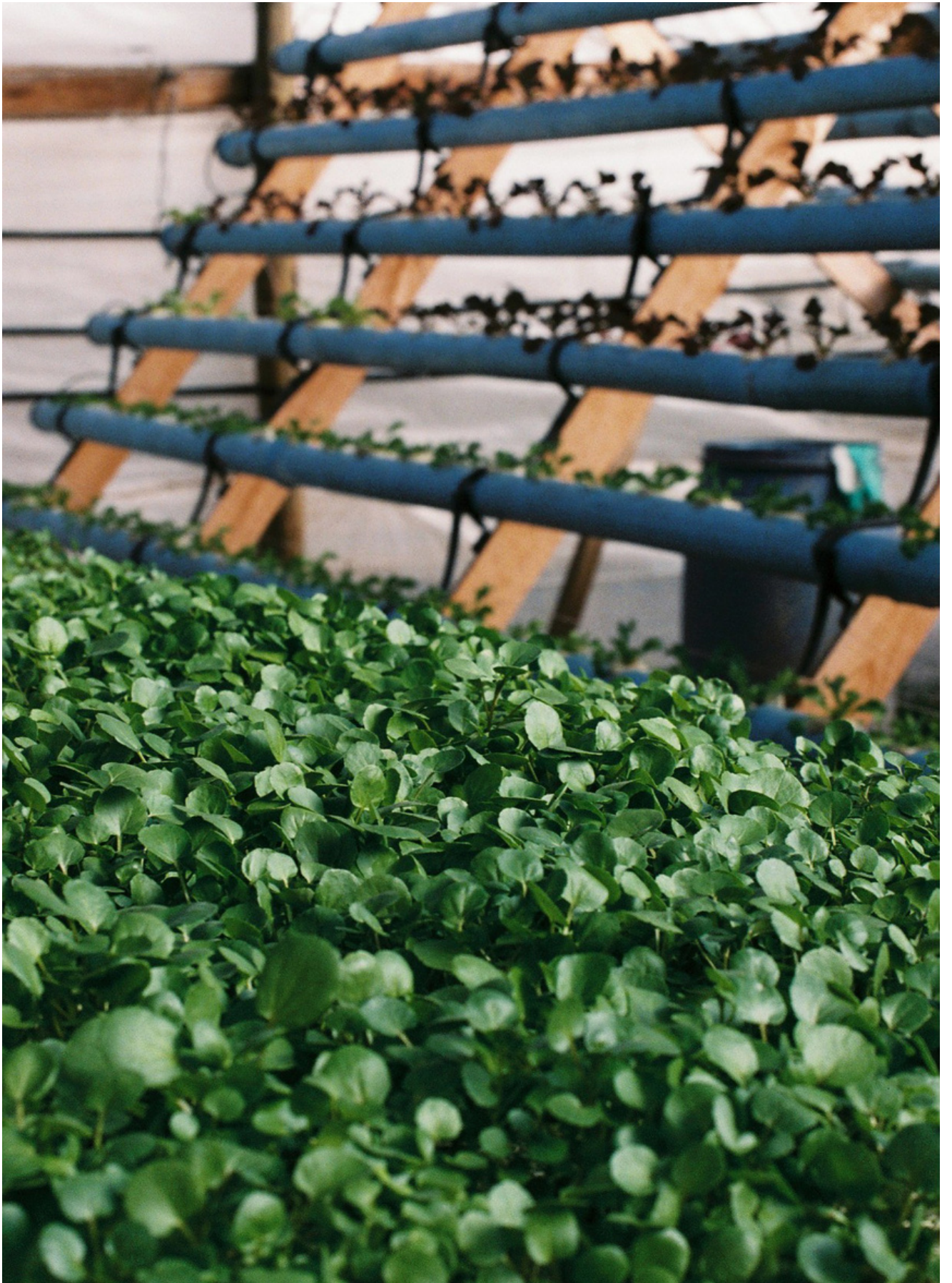


Imagen ; recuperada por el autor, Bernardita Ríos.



Imagen ; recuperada por el autor, Bernardita Ríos.



Imagen ; recuperada por el autor, Bernardita Ríos.

# BIBLIOGRAFÍA

## Bibliografía

1. AgroUrbana. (s/f). Agrourbana.ag. Recuperado el 17 de julio de 2022, de <https://agrourbana.ag/>
2. Designboom, K. M. I. (2019, febrero 17). Warka water towers collect clean drinking water from the "lakes in the air". Designboom | Architecture & Design Magazine; Designboom. <https://www.designboom.com/architecture/warka-water-tower-bamboo-sustainable-clean-drinking-water-air-02-15-2019/>
3. Diferencias entre hidroponía y aeroponía. (2018, abril 12). Guía de Jardín; Guia de Jardin. <https://guiadejardin.com/diferencias-entre-hidroponia-y-aeroponia/>
4. Las patatas ya no necesitan tierra para crecer. (s/f). Interempresas. Recuperado el 15 de julio de 2022, de <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/45585-Las-patatas-ya-no-necesitan-tierra-para-crecer.html>
5. Santos, M. (2019, agosto 21). Chile afronta la peor sequía de su historia. EL ÁGORA DIARIO; Diario El Ágora. <https://www.elagoradiario.com/agua/chile-afronta-la-peor-sequia-de-su-historia/>
6. Sepulveda, A. /., Potter, R. :, Allende, W. :, Calle, M. :, & De, I. I. (s/f). Cultivo de papa en sistema aeropónico en la precordillera. Inia.cl. Recuperado el 17 de julio de 2022, de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14.001/67174/NR42425.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. (S/f-a). Fundacionamulen.cl. Recuperado el 15 de julio de 2022, de [https://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe\\_Amulen.pdf](https://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe_Amulen.pdf)
8. (S/f-b). Fao.org. Recuperado el 17 de julio de 2022, de [https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/Issues\\_papers\\_SP/La\\_agricultura\\_mundial.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf)
9. (S/f-c). Aeroponics.cl. Recuperado el 17 de julio de 2022, de <http://www.aeroponics.cl/>
10. <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo.%20Esta%20informaci%C3%B3n%20es%20propiedad%20intelectual%20de%20INTAGRI%20S.C.,%20Intagri%20se%20reserva%20el%20derecho%20de%20su%20publicaci%C3%B3n%20y%20reproducci%C3%B3n%20total%20o%20parcial.%C3%A7>
11. Fuente: ABC DE LA HIDROPONIA, por Ing. Agr. José Luis Castañares
12. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>. Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial.
13. Fuente: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-hidroponia-y-ventajas#:~:text=CULTIVOS%20HIDROP%C3%93NICOS%20Y%20TIPOS%20DE%20PLANTAS&text=Hortalizas%3A%20zanahoria%2C%20remolacha%2C%20pepino,o%20manzana%20empleando%20C3%A1rboles%20enano>
14. Fuente recuperada de: [http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sol\\_uso.htm#:~:text=La%20soluci%C3%B3n%20preparada%20a%20partir,%20C%20espinaca%2C%20culantro%2C%20perejil%2C](http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sol_uso.htm#:~:text=La%20soluci%C3%B3n%20preparada%20a%20partir,%20C%20espinaca%2C%20culantro%2C%20perejil%2C)
15. Información obtenida del informe "LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA EN SISTEMAS HIDROPÓNICOS A PEQUEÑA ESCALA" por, Germán V. Sandoya, Jonael Bosques, y E. Vanessa Vassilaros
16. Información obtenida del informe "Lechugas hidropónicas y sus ventajas" por Auxprotec. <https://auxprotec.com/lechugas-hidroponicas-y-sus-ventajas/#:~:text=Las%20lechugas%20hidrop%C3%B3nicas%20al%20no,ser%20tratadas%20con%20potentes%20desinfectantes>
17. Fuente obtenida de: <https://nutraterra.cl/>
18. Fuente obtenida de: <https://agrourbana.ag/>
19. Fuente recuperada de: [https://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe\\_Amulen.pdf](https://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe_Amulen.pdf)
20. Recuperado de datos extraídos del Censo de Población y Vivienda 2017, y de las Proyecciones de Población 2021, generadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).
21. Fuente: Censos de Población y Vivienda, Proyecciones de Población, INE
22. Fuente recuperada de: <https://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen2/numero2/articulos/articulo2.html>
23. Fuente recuperada de investigación del Misisterio de Nienes Nacionales, Guia Alto Patache, un oasis en el desierto. [file:///Volumes/Respaldo/Users/bernarditarios/Downloads/Guia\\_AltoPatache\\_2019.pdf](file:///Volumes/Respaldo/Users/bernarditarios/Downloads/Guia_AltoPatache_2019.pdf)
24. Guia de detalles constructivos para tensoestructuras recuperado de estudios del Programa de Ingeniería Civil. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

# BIBLIOGRAFÍA DE IMAGENES

1. Imagen de Mark Stebnicki, recuperada de: <https://www.pexels.com/es-es/foto/hombre-montando-tractor-rojo-en-campo-2252618/>
2. Recuperado de: <https://www.pexels.com/es-es/foto/clima-naturaleza-mujer-mano-4207909/>
3. Recuperado de: <https://www.pexels.com/es-es/buscar/agricultor%20sequia/>
4. Recuperado de: <https://www.hollandbioproducts.com/es-ar/for-hydroponic-tower>
5. Recuperado de: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1433>
6. Recuperado de: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1433>
7. Recuperado de: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1433>
8. Ilustraciones extraídas de: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-hidroponia-y-ventajas#:~:text=CULTIVOS%20HIDROP%C3%93NICOS%20Y%20TIPOS%20DE%20PLANTAS&text=Hortalizas%3A%20zanahoria%2C%20remolacha%2C%20pepino,%20manzana%20empleando%20%C3%A1rboles%20enanos.>
9. Recuperado de: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1433>
10. Imagen 10; producida por Jonael Bosques.
11. Imagen 11; producida por Germán Sandoya
12. Imagen 12; producida por Jonael Bosques
13. Imagen 13; producida por Jonael Bosques
14. Recuperada de banco de imágenes de AereoPonics.
15. Recuperada de banco de imágenes de AgroUrbana.
16. Recuperado de: <https://agrourbana.ag/>
17. Recuperado de: <https://www.pexels.com/es-es/foto/sano-agricultura-granja-col-8524094/>
18. Recuperada de: <https://hidrocultivachile.webnode.cl>
19. Recuperada de: <https://hidrocultivachile.webnode.cl>
20. Recuperada de: <https://hidrocultivachile.webnode.cl>
21. Recuperada de: <https://hidrocultivachile.webnode.cl>
22. Imagen 22; recuperada por el autor, Bernardita Ríos. <https://www.pexels.com/es-es/buscar/agricultor%20/>
23. Recuperado de: Fuente: Emol.com - <https://www.emol.com/noticias/Nacional/2021/03/25/1015957/corte-suprema-minimo-agua-petorca.html>
24. Imagen 24; recuperada por el autor, Bernardita Ríos.
25. Recuperado de: [https://www.google.com/search?q=camion+aljibe&rlz=1C5CHFA\\_enCL842CL842&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjYmuaS8vb4AhXSctQKHxD1CeEQ\\_AUoAXoECAIQAw&biw=1422&bih=765&dpr=0.9#imgsrc=qB0h-7N2TuN1cM](https://www.google.com/search?q=camion+aljibe&rlz=1C5CHFA_enCL842CL842&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjYmuaS8vb4AhXSctQKHxD1CeEQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1422&bih=765&dpr=0.9#imgsrc=qB0h-7N2TuN1cM)
26. Recuperado de: <https://www.indh.cl/indh-realiza-mision-de-observacion-en-petorca-por-crisis-de-escasez-hidrica/>
27. Recuperado de: Recuperado de: <https://www.indh.cl/indh-realiza-mision-de-observacion-en-petorca-por-crisis-de-escasez-hidrica/>
28. Imagen 28; recuperada por el autor, Bernardita Ríos.
29. Imagen recuperada por el autor, Bernardita Ríos.
30. Recuperado de: <https://www.pexels.com/es-es/foto/comida-vegetales-trabajando-campo-9798970/>
31. Recuperado de: <https://www.pexels.com/es-es/buscar/sequia%20cultivo/>
32. Recuperado de: <https://www.pexels.com/es-es/buscar/sequia%20cultivo/>
33. Imagen 33; recuperada por el autor, Bernardita Ríos.
- 34; Imagen 34; recuperada por el autor, Bernardita Ríos.
35. Imagen 35; recuperada por el autor, Bernardita Ríos.
36. Imagen 36; recuperada informe investigación Pablo Osses.
37. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>

