

Sistema de Riego Ecoclay
Módulos de arcilla para la conducción y almacenamiento del agua.

Memoria presentada a la Facultad de Diseño de la Universidad del Desarrollo para optar al Título Profesional de Diseñadora de Ambientes y Objetos.

Autor: Florencia Briones Correa
Profesores guías: Sra. Denisse Lizama, Sr. Ian Tidy
Santiago de Chile, noviembre 2019

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar la instancia para agradecer profundamente a todos aquellos que estuvieron a mi lado en este proceso tan importante. Especialmente a mis papás por ser los principales promotores de mis sueños, gracias por creer en mi y comprender mi pasión por mi carrera.

Gracias a mis amigas y amigos por estar presente cada vez que los necesito, principalmente Javiera Fernández que ha sido una persona incondicional. Al mismo tiempo agradecer a mis hermanos, que son utilizados como soldados para maquetear, gracias por la paciencia y por siempre darme alegría. También es indispensable mencionar a las personas pertenecientes al pueblo de Lickanantay que me recibieron, me ayudaron y aportaron con su sabiduría técnica y espiritual. Y por último, a mis profesores guías, Ian Tidy y Denisse Lizama, gracias por compartir sus conocimientos y acompañarme en este camino de aprendizaje.

En fin, gracias a todos aquellos que me dijeron que siguiera con este proyecto, que no me diera por vencida, estoy eternamente agradecida por cada consejo y cada una de sus palabras que me guiaron durante esta etapa y me hicieron llegar hasta aquí.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

p. 7 - 10

Abstractp. 7 - 8

Introducción p. 9 - 10

01 AGRICULTURA

p. 11 - 18

1.1 Contexto Mundialp. 13 - 14

1.2 Contexto Nacional p. 15 - 18

02 DESERTIFICACIÓN

p. 19 - 26

2.1 Contexto Mundialp. 21 - 23

2.2 Contexto Nacional p. 24 - 26

03 ESCASEZ HÍDRICA

p. 27 - 50

3.1 Contexto Mundialp. 29 - 40

3.2 Contexto Nacional p. 41 - 44

3.3 Contexto Regional p. 45 - 50

04 RIEGO

p. 51 - 70

4.1 Sistemas de Riegop. 53 - 56

4.2 Riego en el Mundo p. 57 - 60

4.3 Riego en Chile p. 61 - 66

4.4 Contexto Regional p. 67 - 70

05 ARCILLA

p. 71 - 92

5.1 Material Naturalp. 74 - 78

5.2 Propiedades p. 79 - 80

5.3 Alfarería en Chile p. 81 - 82

5.4 Arcilla como Sistema de Riego p. 83 - 88

5.5 Arcilla como filtro de agua p. 89 - 92

06 PUEBLO DE LICKANANTAY

p. 93 - 116

6.1 Los Lickanantayp. 95 - 102

6.2 Tradiciones p. 103 - 106

6.3 Agricultura p. 107 - 108

6.4 Cultivos Endémicosp. 109 - 110

6.5 Alfarería p. 111 - 114

6.6 Problemas de hoy p. 115 - 116

07 QUÍNOA

p. 117 - 138

7.1 Cultivo Ancestralp. 119 - 120

7.2 Demanda p. 121 - 126

7.3 Superalimento p. 127 - 130

7.4 Riegop. 131 - 136

7.5 La Quínoa hoy p. 137 - 138

08 SAN PEDRO DE ATACAMA

p. 139 - 156

8.1 Escasez hídrica.....p. 141 - 144

8.2 Salinidadl p. 145 - 146

8.3 Riegop. 147 - 150

8.4 Turismo p. 151 - 152

8.5 Comercio Sustentablep. 153 - 156

09 FORMULACIÓN PROYECTO

p. 157 - 166

9.1 Problemáticap. 159 - 160

9.2 Oportunidad Diseño p. 161 - 164

9.3 Objetivos p. 165 - 166



10 USUARIO

p. 167 - 192

10.1 Agricultorp. 169 - 172

10.2 Lugar de Estudiop. 173 - 182

10.3 Aspectos Patrimonialesp. 183 - 184

10.4 Quínoap. 185 - 188

10.5 Problemáticap. 189 - 192

11 PROPUESTA

p. 193 - 228

12 BIBLIOGRAFÍA

p. 229 - 235



Elaboración del autor

ABSTRACT

En este trabajo se presentan las consecuencias de la **escasez hídrica** en la **comunidad atacameña** de San Pedro de Atacama, particularmente cómo ha afectado en la agricultura de la zona. Se estudia la disminución de los caudales de los ríos que alimentan las plantaciones del lugar, la degradación de los suelos, y cómo esto afecta a los cultivos endémicos como la quínoa altiplánica y a sus agricultores. Debido al ambiente hostil de la región de Antofagasta, se plantea que un cambio en el **sistema de riego** podría mejorar la gestión del agua, el aumento en la producción de cultivos y un rescate del patrimonio agroalimentario. Finalmente, se busca la mejor manera para aumentar la **eficiencia** en el riego de la quínoa en San Pedro de Atacama, a través de la utilización de la **arcilla** como materia prima. Además de considerar una mano de obra local y un vínculo con el turismo, sin producir una pérdida de tradiciones.



Elaboración del autor

INTRO DUCCIÓN

Elaboración del autor

Hoy en día, ya es común escuchar cosas sobre el calentamiento global y sus consecuencias, especialmente sobre la escasez hídrica. Esto se ha convertido en una temática relevante a nivel mundial y Chile no está exento, ya que está dentro de los 30 países con mayor riesgo hídrico en el mundo. Específicamente en la región de Antofagasta, donde tienen la mayor cantidad de estaciones con calidad deficiente de agua. Por lo tanto, el recurso es limitado para las comunidades que habitan la zona, principalmente los atacameños en San Pedro de Atacama. Ellos desde sus inicios viven en un ambiente desértico, sin embargo, hoy el contexto es peor de lo que se estimaba, las temperaturas han aumentado y los caudales han disminuido significativamente en los últimos años. La falta de agua ha traído una serie de efectos negativos a la zona, como la degradación de suelos para la agricultura, por ende, es complejo mantener las plantaciones con una humedad óptima.

Por lo tanto, es necesario aumentar la eficiencia en el uso del agua, particularmente en el riego de sus cultivos, ya que es ahí donde se produce un mayor gasto del recurso. Para la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) este tema se trata de uno de los principales retos medioambientales de nuestro tiempo. Distintas organizaciones en el mundo, exigen al sector de la agricultura hacerse cargo del gasto de agua en el riego. Por esto mismo, el tema a tratar son los cultivos en zonas de escasez hídrica.

El caso a trabajar en este proyecto es, cómo generar un sistema de aprovechamiento hídrico para cultivos endémicos dirigido a comunidades altiplánicas. Se busca diseñar un sistema de canales internos del predio hechos de arcilla, para el control del riego por tendido, generando una conducción del agua, es decir, una inundación controlada para comunidades atacameñas.



Para lograr esto, primero que todo, es esencial entender la realidad en la que viven las comunidades, los recursos que disponen y analizar sus técnicas y tradiciones. Al comprender lo que tienen, se analizan las falencias en sus métodos, pero siempre respetando sus costumbres ancestrales.

La aspiración de este trabajo, no tiene relación con una vivencia personal, la falta de agua es un hecho y a pesar de que no me ha afectado a mi directamente, soy consciente de los problemas que conlleva. Por lo tanto, veo necesario mejorar la gestión del recurso hídrico, especialmente en San Pedro de Atacama, de esta forma favorecer la producción de cultivos y la situación de los habitantes. Al mismo tiempo, **se pretende rescatar y valorizar el patrimonio agroalimentario en manos de los pequeños agricultores atacameños, de esta manera poner en valor las prácticas y técnicas ancestrales.**

Desarrollar esta investigación no fue fácil, fue imprescindible hacer visitas al lugar, conocer la quínoa, a los agricultores y sus formas de regar. Uno de los puntos más importantes a considerar, es la situación económica que tienen los pobladores. Por ende, es necesario utilizar baja tecnología, mano de obra local y materiales propios de la zona como la arcilla; que además de ser un recurso natural del lugar, tiene propiedades que la hacen perfecta para aplicarla como un nuevo sistema de riego que permita aumentar la eficiencia en el uso del agua.

01

● AGRICULTURA

11

CONTEXTO MUNDIAL

La agricultura desde sus inicios ha constituido una parte esencial para el crecimiento de las sociedades y sus ingresos económicos. En el 2014, el sector representaba un tercio del producto interno bruto (PIB) mundial (1) y hoy se define como uno de los métodos más eficientes para incrementar los ingresos de los más pobres. Ya que, según un análisis desarrollado el 2016 por el Banco Mundial, el 65% de los adultos pobres que trabajan, viven de la agricultura (2). Sin embargo, el crecimiento económico como la reducción de la pobreza pasarán a segundo plano. “Se estima que al año 2050 habrá 9700 millones de habitantes en el planeta, esto significa que está en riesgo la seguridad alimentaria” (3). Ya que, gracias a los rápidos efectos del cambio climático, los cultivos han reducido su rendimiento, especialmente en las regiones con mayor escasez hídrica y desertificación de suelos.

Uno de los grandes problemas es que, la actividad agrícola consume el 70% del agua que se extrae y genera niveles insostenibles de contaminación y desechos (4). Por lo tanto, hoy enfrenta uno de los mayores desafíos según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), cómo producir más alimentos de mejor calidad utilizando menos recursos hídricos. Además de que se le exige actualmente al sector aplicar tecnologías limpias que garanticen la sostenibilidad medioambiental. “Las medidas de mitigación en el sector agrícola son parte de la solución en la lucha contra el cambio climático.” (5)



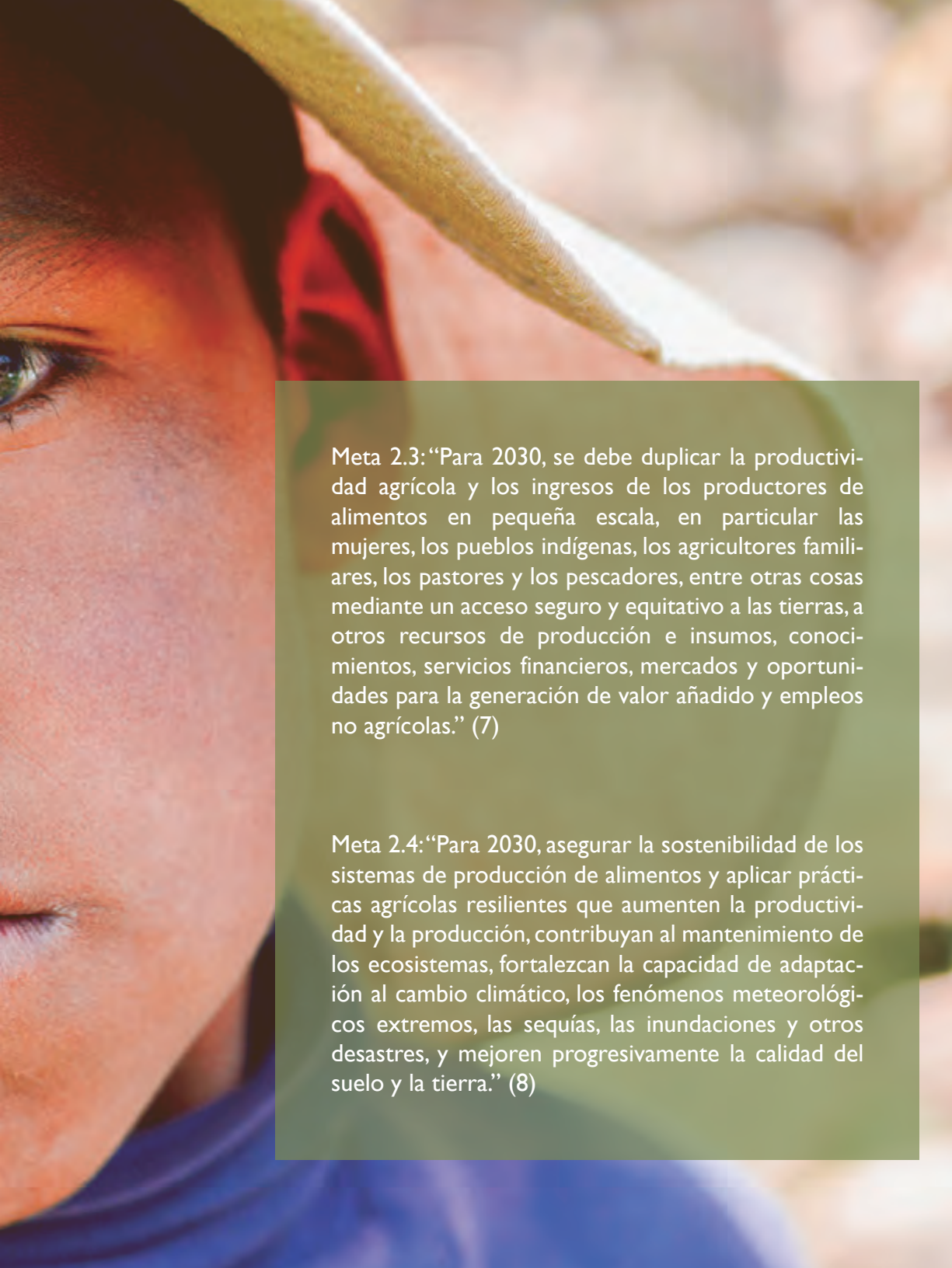


1.2

CONTEXTO NACIONAL

Como se explicó anteriormente, la agricultura ha tenido históricamente un lugar relevante en las sociedades y sus políticas. Y que diversos problemas de la actualidad provienen de este sector, tales como, la crisis alimentaria, las cadenas de producción insostenibles, el cambio climático, entre otros. En Chile, “la agricultura se encuentra altamente industrializada, por lo mismo, no se genera un fomento a la producción a menor escala y más local” (6). El país ha estado más preocupado por una producción con énfasis exportador; sin embargo, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas propuso ciertas metas que todos los países deberían cumplir para el año 2030 en materia agrícola.





Meta 2.3: “Para 2030, se debe duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pastores y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos de producción e insumos, conocimientos, servicios financieros, mercados y oportunidades para la generación de valor añadido y empleos no agrícolas.” (7)

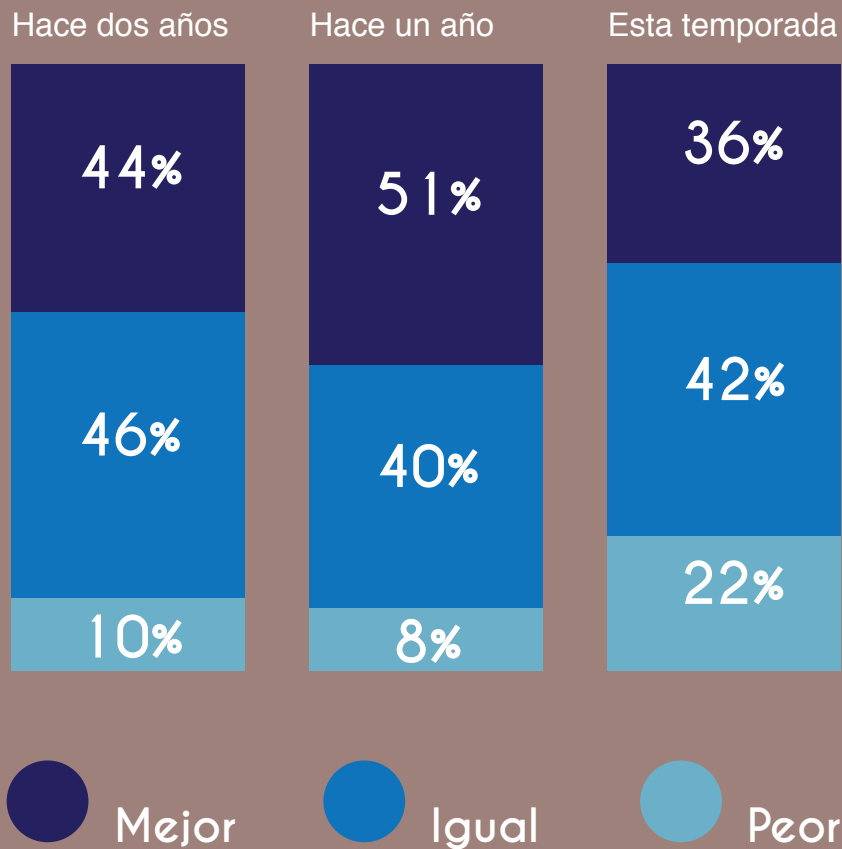
Meta 2.4: “Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra.” (8)

Por lo tanto, Chile debe comenzar a cumplir estos requisitos, ya que no solo debe cumplir con los ODS de las Naciones Unidas por obligación. Mas bien, debe comenzar a desarrollar cambios en este ámbito para así poder adaptarse a las adversidades futuras, tanto económicas como climáticas.

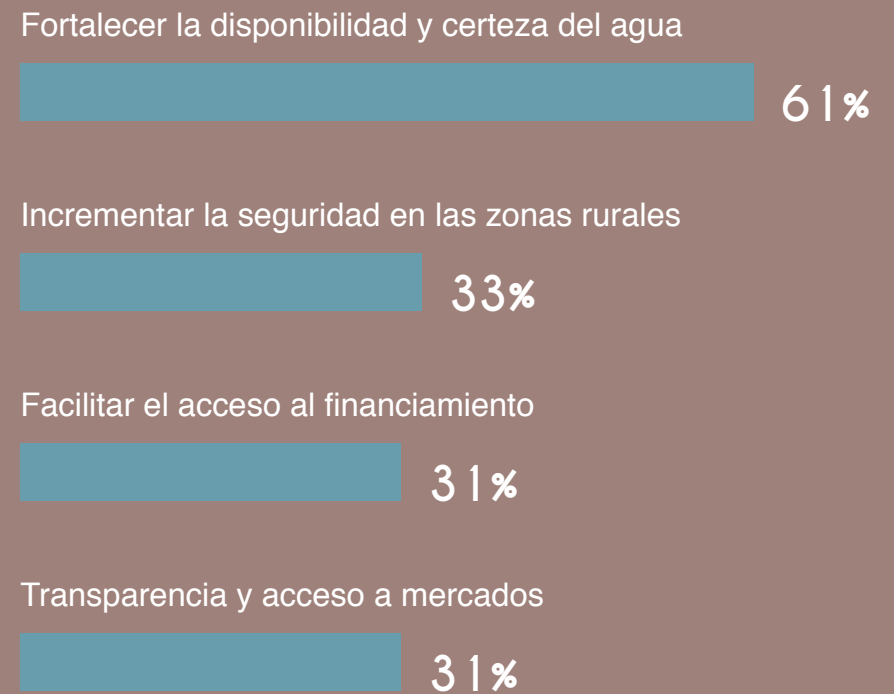
El contexto nacional no se ve favorable para la industria. **“Solo en la última década, el total de hectáreas cultivadas en el país cayó de 719 mil a 696 mil. Las sequías y los cambios en los regímenes de lluvia amenazan la producción”** (9). Existe una preocupación por el agua y la seguridad de ésta por parte de todos los agricultores del país. Además del calentamiento global, existe inquietud por la incertidumbre económica mundial, ambos factores explican la perspectiva negativa que tienen los agricultores.

La Sociedad Nacional de Agricultura (SNA) junto con “El Mercurio” desarrollaron un seminario, “¿Cómo viene la Temporada 2019-2020?”, donde se hizo una encuesta que demuestra la intranquilidad de los empresarios agrícolas.

¿Cómo espera que le vaya esta temporada?



Prioridades del sector



Medidas de adaptación al cambio climático

Eficientar el riego



Mejoras de medición y control de los sistemas de riego



Obras de acumulación intrapredial



Mejoras de conducción intrapredial



Compra de derechos de agua



Estos gráficos evidencian las principales aflicciones

del rubro, se demuestra que el **61%** como prioridad necesita fortalecer la disponibilidad y certeza del agua. Esto deja al descubierto el rol que está jugando la problemática a nivel nacional de la escasez hídrica.

“La encuesta midió por primera vez la preocupación de los agricultores por el cambio climático, arrojando que un **88%** ha tomado medidas para efficientar el riego y un **41%** hace un control de sus sistemas de riego.” (10) A pesar de que los grandes agricultores estén tomando conciencia, aún falta hacer cambios en las políticas públicas, especialmente para la pequeña agricultura. Ya que, es aquí donde se genera un impacto social, económico y medioambiental para el desarrollo del país.



02.

DESERTIFICACIÓN

21

CONTEXTO MUNDIAL

Según la Real Academia Española (RAE), desertificación significa:

“Degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y sub-húmedas secas resultantes de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas.” (11)

La Desertificación se produce principalmente por la desaparición de la cubierta vegetal que mantiene la capa fértil del suelo. Las zonas secas cubren un tercio de la superficie del planeta y hoy se ven extremadamente vulnerados los reducidos ecosistemas de estos sectores hostiles (12). Esto se debe gracias a la sobreexplotación de estos territorios y el inadecuado uso de la tierra. “A ello habría que sumarle que factores como la pobreza, la inestabilidad política, la deforestación, la minería, el sobrepastoreo y las malas prácticas de riego que también afectan negativamente a la producción del suelo” (13).







2025

1.800 millones de personas vivirán una escasez absoluta de agua. Además, $\frac{2}{3}$ de la población mundial no dispondrán de suficientes recursos hídricos. (14)



2045

Alrededor de 135 millones de personas en todo el mundo podrán ser desplazadas de los lugares que habitan, como consecuencia de la desertificación. (15)

CONTEXTO NACIONAL



22%

de la superficie del país presenta en algún grado síntomas de desertificación.



80%

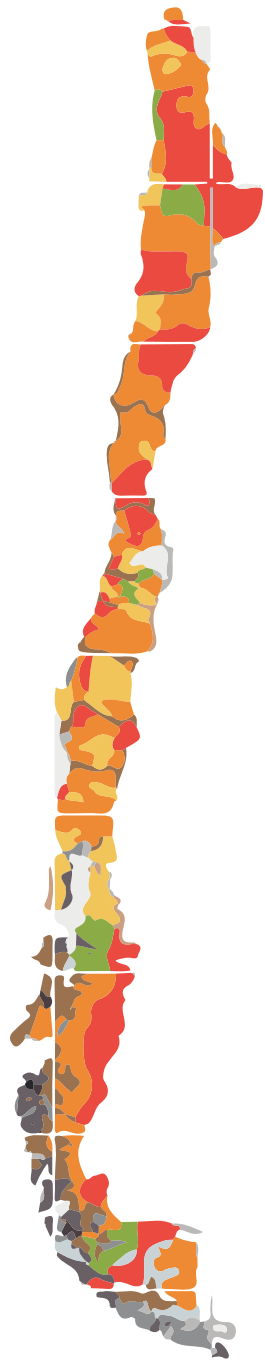
del país muestra signos de degradación del suelo.



72%

de los suelos nacionales, padecen los efectos de la sequía.

La acción combinada de los tres problemas afecta al **76%** del territorio nacional, esto significa que perjudica a 57,5 millones de hectáreas donde viven 11,6 millones de personas (65% de la población nacional). (16)



Diagnóstico preliminar de Desertificación en Chile (Estudio CONAF 1999)

Clases de Desertificación



El componente suelo está gravemente afectado por la desertificación, la sequía y la degradación de las tierras. La desertificación ha sido catalogada como uno de los problemas socio-ambientales más agudos de Chile, y desde 1999 que el panorama no ha mejorado significativamente. Es más, como se muestra anteriormente, al año 2016 el 72% de los suelos nacionales ya se encuentran afectados por la sequía. Esto se debe a que estamos haciendo un mal uso de nuestras tierras y las consecuencias son severas. La solución al problema no es solo un tema medioambiental, es también un cambio de consciencia a un nivel tanto gubernamental como ciudadano. Ya que, la desertificación tiene impactos sociales, tales como “una inestabilidad económica que se produce por la disminución en la productividad en los campos y con ello, el aumento de migraciones de zonas rurales a urbanas (17)”. Estas consecuencias socio-económicas generan una disminución en la producción agrícola, por ende, se pierden las opciones de desarrollo para las comunidades más rurales, las cuales corresponden mayoritariamente a la población más pobre del país.

Chile está sufriendo con las consecuencias del debilitamiento de los suelos. La reducción de la fertilidad también podría llegar a afectar la pérdida de patrimonio agroalimentario. Es decir, no solo estamos hablando de que las exportaciones bajaran, el trabajo no será rentable, y la economía no será buena. Si no, mas bien hay algo más profundo detrás, es que esto podría significar una pérdida de identidad a nivel de cultivos. El país "posee cerca de 5.739 especies vegetales, de las cuales un 88% son nativas y casi un 46% endémicas."(18) Actualmente, "11 regiones tienen problemas de conservación del patrimonio biológico, originado principalmente por la sobreexplotación de especies o fragmentación de los ecosistemas".(19)



INIA Chile

A photograph of a dry, cracked desert landscape. The foreground is dominated by large, irregular, reddish-brown cracked mud plates. The ground extends into the distance, showing more cracked earth and some sparse, dry vegetation. The sky is clear and blue. The overall scene conveys a sense of extreme aridity and water scarcity.

03.

● ESCASEZ HÍDRICA

3.1

CONTEXTO MUNDIAL



Agua en el planeta



70%

Agua dulce



2,5%

Apta para el consumo



0,62%

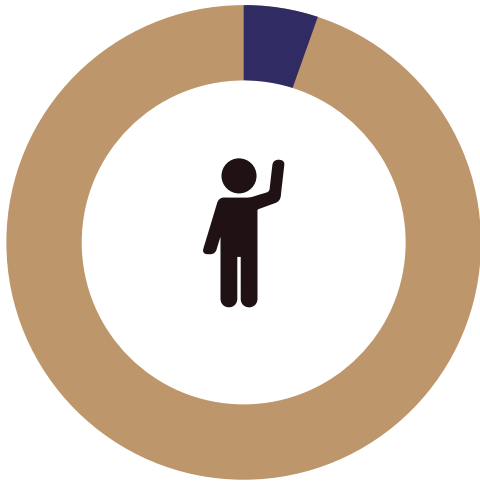




El agua cubre el 70% de la superficie del planeta, pero solo el 2,5% corresponde a agua dulce. Sin embargo, el **0,62%** es apta para el consumo humano, agrícola e industrial. (20)
Este recurso es vital para la sostenibilidad del mundo, porque cumple 3 roles esenciales: **aseguramiento de la salud humana, desarrollo económico y sustentación de importantes ecosistemas.** (21)

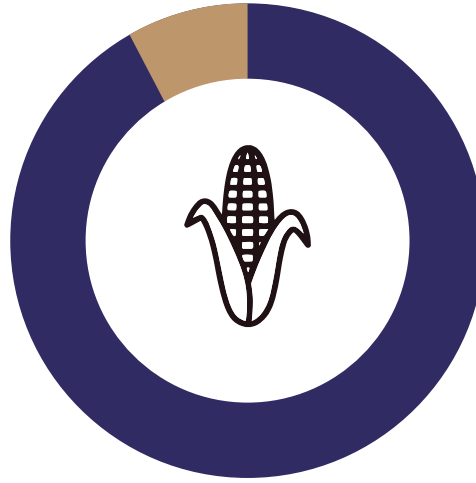






2 - 5

litros de agua diarios



3.000 - 5.000

litros de agua diarios



70%

agricultura

Esta comparación trata de hacer frente a la brecha en el uso del agua. Aquí se explica que cada persona solo utiliza entre 2 a 5 litros diarios para beber, a diferencia de la industria agrícola. La cual requiere entre 3.000 a 5.000 litros diarios para la producción y el mantenimiento de cultivos. (22) Por lo tanto, "más del 70% de los recursos hídricos en el mundo se usan para producir alimentos, de modo que una crisis del agua necesariamente repercutirá en el abastecimiento de alimentos y el precio de éstos." (23)





7.300 millones

de personas en la actualidad en el planeta consumiendo diariamente 90 millones de barriles de petróleo.

11,5 km³

de agua dulce son utilizados a diario en el mundo.

6,8 millones

de m³ de madera se cortan todos los días.

8 millones

de toneladas de basura aparecen en los océanos al año.

Mil toneladas

por segundo absorbe la atmósfera de gases de efecto invernadero provocando un calentamiento en torno de los 0,2°C cada 10 años.

13 millones

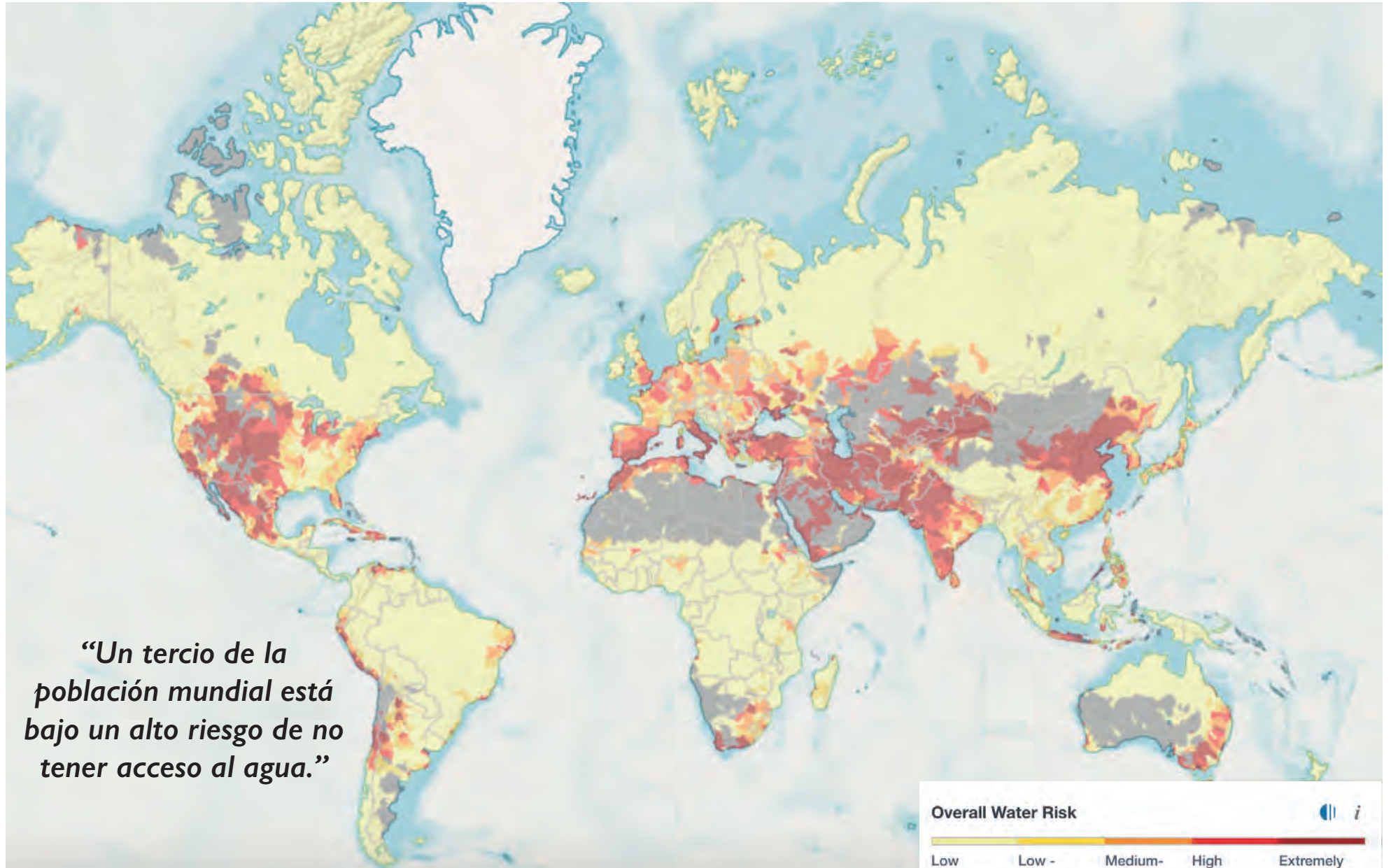
de ha por año de bosques del mundo, que son los grandes reguladores del clima, se siguen extinguiendo gracias al hombre a razón de 24 ha por minuto.



Nichols, M.
Nat Geo

Todo esto está llevando a la biosfera a una situación crítica, donde las sobreexplotaciones de nuestros recursos ya no nos permitirán revertir las consecuencias del calentamiento global.

“Los cambios que sufrirá el escenario climático mundial serán uno de los grandes desafíos que enfrentará la humanidad en este siglo.” (24)



2019

1.200 millones

Personas viven en áreas donde
existe escasez hídrica.

2025

3.500 millones

Personas podrían sufrir
escasez de agua.

2030

40%

Déficit mundial de agua.

“Un cuarto de la población mundial vive en condiciones donde el agua no siempre está garantizada. El cambio climático y la mala gestión del recurso son los principales culpables del fenómeno en aumento.”(25)



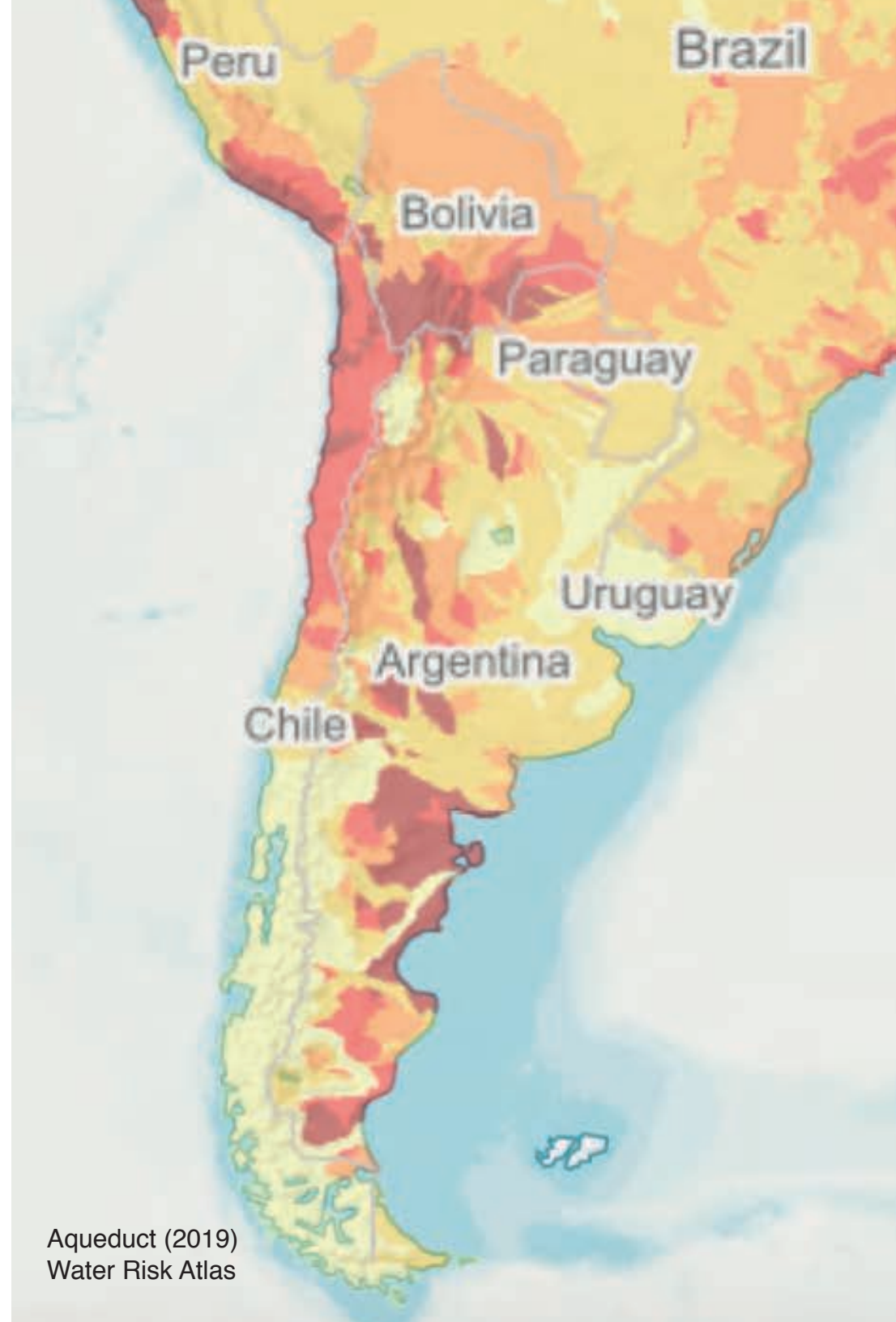
*“El estrés hídrico es la mayor crisis de la que nadie habla. Sus consecuencias están a la vista en forma de inseguridad alimentaria, conflictos, migración e inestabilidad financiera”,
Andrew Steer, presidente del WRI. (26)*

3.2

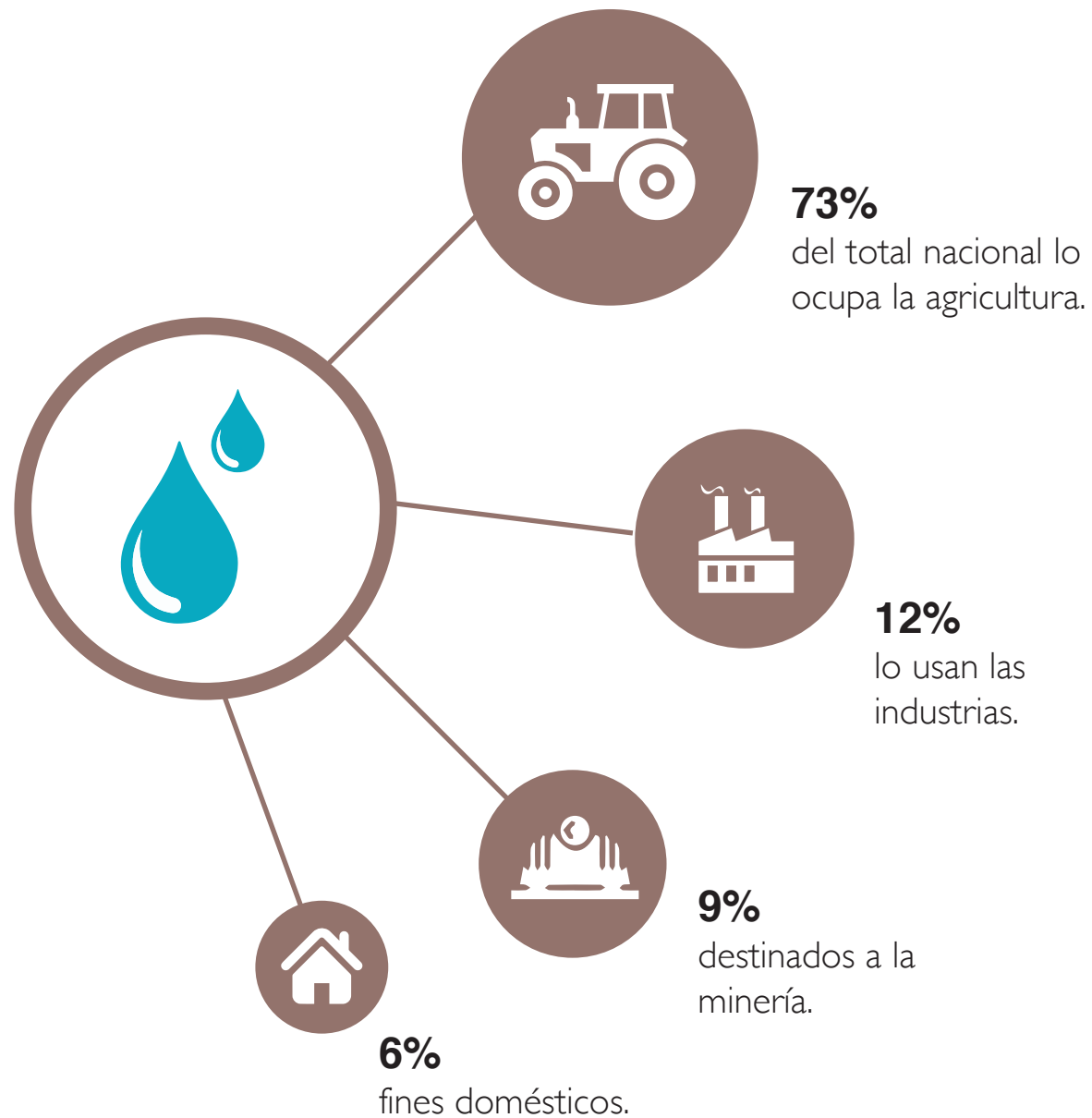
CONTEXTO NACIONAL

Chile aparece dentro de los 30 países con mayor riesgo hídrico en el mundo, al año 2030.

El mapa fue desarrollado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI), el cual fue publicado el martes 6 de agosto del 2019, es un nuevo mapa de estrés hídrico a nivel mundial. Donde Chile está en el puesto número 18 en la tabla de países con más riesgo de escasez.



A nivel nacional los gastos del recurso son divididos entre los diferentes sectores:







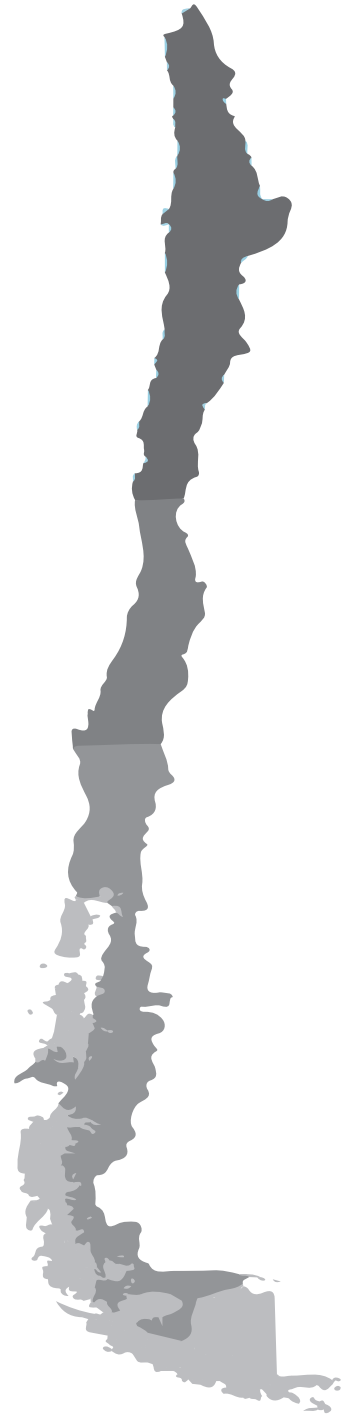
“Si bien el consumo doméstico tiene un rol importante en la crisis, la demanda de la agricultura es por lejos mucho mayor. “Por ello tenemos que repensar la forma de producir, con qué cultivos y cómo”, dice Camila Álvarez, investigadora del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y de la Universidad Austral.” (27) Por esta misma razón Chile, “se fija como meta aumentar la eficiencia en el uso del agua mediante el incentivo a la inversión privada en la tecnificación de riego y recuperación de flujos mínimos, por vía de destinar estos ahorros a caudales ecológicos” (28).

3.3

CONTEXTO REGIONAL

El Ministerio de Obras Públicas desarrolló un informe llamado "Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012 – 2025", para demostrar el panorama crítico que está viviendo el país y cuáles son sus proyecciones a un futuro cercano. Para que de esta manera se puedan establecer nuevas medidas contra la escasez.

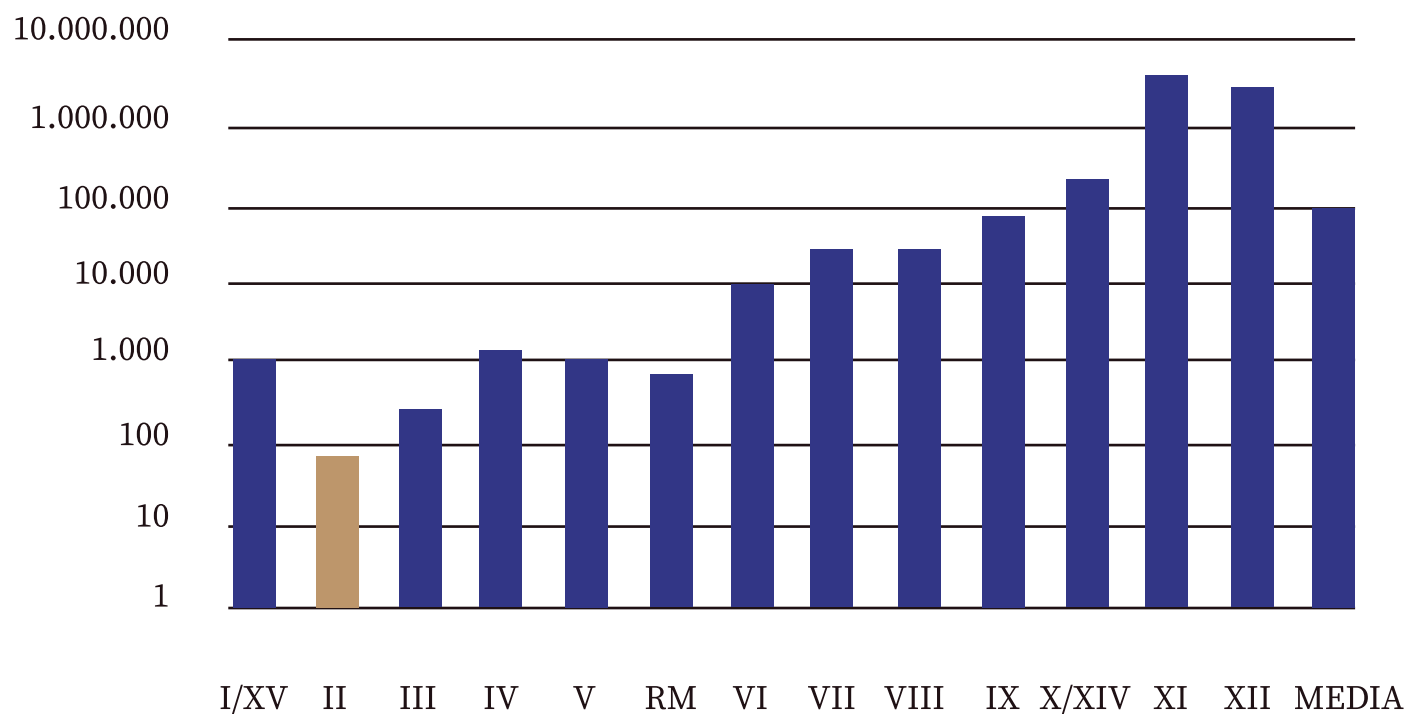
Esta investigación demostró el desequilibrio hídrico que se vive en el país. Primero que todo hay que saber que desde la región Metropolitana hasta Arica está el 65% de la población nacional y desde la VI región de O'Higgins hasta Magallanes está tan solo el 35% restante. Y como se ve en el gráfico NX desde la I región hasta la RM hay severos problemas de disponibilidad, a diferencia de la zona centro-sur.



35%
de la población
Más agua

65%
de la población
Menos agua

Disponibilidad de agua en Chile por habitante 2009

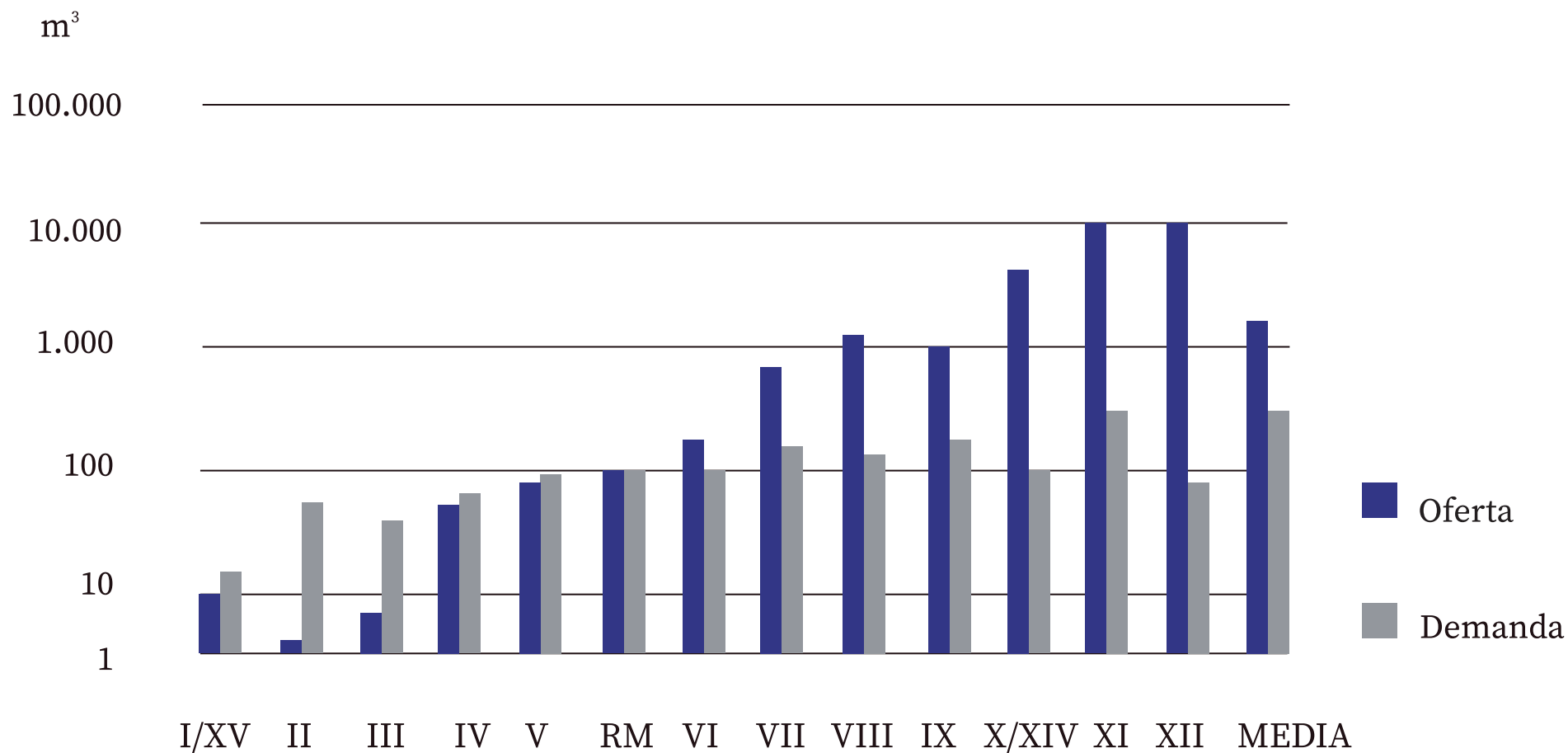


Región	m³/per/año
I/XV	854
II	52
III	208
IV	1.020
V	801
RM	525
VI	6.829
VII	23.978
VIII	21.556
IX	49.273
X/XIV	136.207
XI	2.993.585
XII	1.959.036
Media	53.953

En el gráfico de oferta-demanda del mismo informe, aparece en detalle los problemas que tiene cada región en relación con la oferta-demanda de agua. Se observa claramente que la demanda de la zona centro-norte es más grande que la disponibilidad del recurso, eso concluye que en materia legislativa se debería hacer un foco mayor en esa zona. **Principalmente en la región de Antofagasta, donde cada persona dispone de solo 52 m³ de agua al año. Si se hace una comparación con la región de Aysén, sus habitantes tienen aproximadamente 57.570 m³ más de agua que los antofagastinos.**

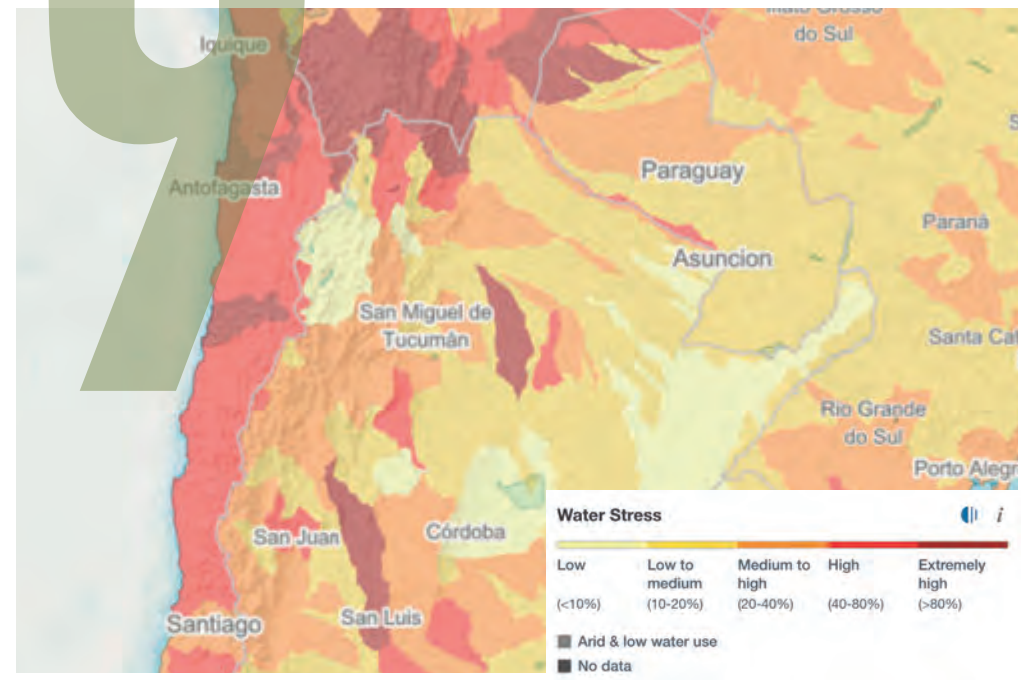
Antofagasta, según el Censo del 2017, tiene 607.534 habitantes. Es una región minera, además de turística, estos sectores han sido beneficiosos para la economía de la región y del país. Sin embargo, la sobreexplotación de los recursos, especialmente del agua, ha llevado a dañar severamente a comunidades del altiplano y a distintos ecosistemas. Esto por consecuencia incrementa el avance del cambio climático y la desertificación del país como se muestran a continuación.

Oferta y demanda de agua en Chile por región 2009



2019

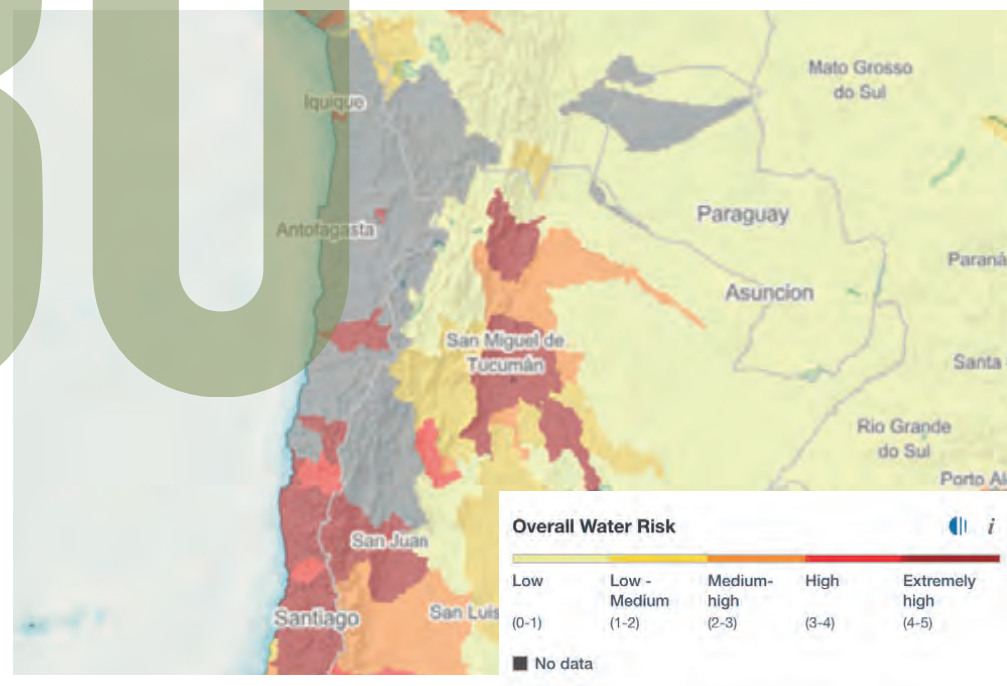
La segunda región siempre ha sido catalogada como un lugar seco, ya que se encuentra el desierto más árido del mundo, donde hay zonas sin precipitaciones. Además de que la superficie agrícola es reducida en comparación con las otras, tan solo tiene 2.296 hectáreas, esta representa el 0,2% de la superficie regada en Chile. (29) Por ende, siempre estuvo en la mira por la poca disponibilidad de agua, sin embargo, hoy presenta riesgos severos de escasez.



Aqueduct (2019)
Water Risk Atlas

2030

El mapa del Instituto de Recursos Mundiales revela la alarmante situación de la zona norte para el 2030, esto nos hace pensar, de qué manera como personas naturales podemos ayudar en este crítico escenario.



Aqueduct (2019)
Water Risk Atlas

04.

RIEGO



4.1

SISTEMAS DE RIEGO

Riego por tendido
o inundación



Riego por aspersión



Riego por goteo



Riego por surcos



“La eficiencia de aplicación de agua determina directamente la superficie factible de regar sin causar déficit hídrico al cultivo.” (30) Los distintos sistemas pueden mejorar su eficiencia y llegar al máximo de su capacidad, siempre y cuando tenga una mantención adecuada y sea la correcta dosis de agua para el cultivo plantado.

Todas las fuentes de extracción del recurso dependen del lugar, la situación económica y otros factores que pueden ser esenciales para determinar la cantidad disponible. El factor económico es el que tiene más peso, por ejemplo, según el informe de “Eficiencia de riego en sistemas localizados” del INIA, si se hace un cambio de riego por surcos a uno por goteo, la superficie máxima de riego puede llegar a duplicarse.

Por ende, la cosecha es mayor y de mejor calidad, pero esto es posible solo si se tiene el poder adquisitivo para pagar por este sistema. “La mayor parte de los sistemas de riego, no funcionan con la eficiencia óptima de cada método. Por ejemplo, estudios intraprediales en Estados Unidos han demostrado que, en promedio, cerca del 25% de la energía eléctrica empleada en sistemas de riego está siendo mal aprovechada, debido a bajas eficiencias de bombeo o del motor de la bomba.” (31) Esto se debe a una mala mantención del equipo o la compra de productos de menor calidad, perjudicando a la cosecha y el aprovechamiento del recurso hídrico. Por lo tanto, es importante que a pesar de tener uno de los sistemas categorizado como uno de los más eficientes, es fundamental tener un control constante sobre este.

La tabla a continuación muestra los tres tipos de riego que existen, éste explica que el riego por superficie es el más utilizado en el mundo, ya que como dice, es el más económico. Sin embargo, el 86% de las hectáreas regadas a nivel mundial, no tuvieron una eficiencia óptima en el uso del agua. Por el contrario, es el que más desperdicia el recurso. Es por esto, que se recomienda utilizar un sistema de riego localizado como el de goteo.

El 3% perteneciente a las hectáreas regadas por un sistema localizado tuvo una eficiencia del 90% como evidencia el gráfico de la siguiente página. El problema radica en los gastos de dinero que implican mantener este sistema, ya que obtenerlo es accesible dependiendo de dónde se compre. Pero la mantención es lo que complica a los usuarios, porque se requiere electricidad, una bomba, cambio constante de tuberías y otros costos adicionales que complican a los agricultores de mediana y pequeña agricultura.



Riego por superficie



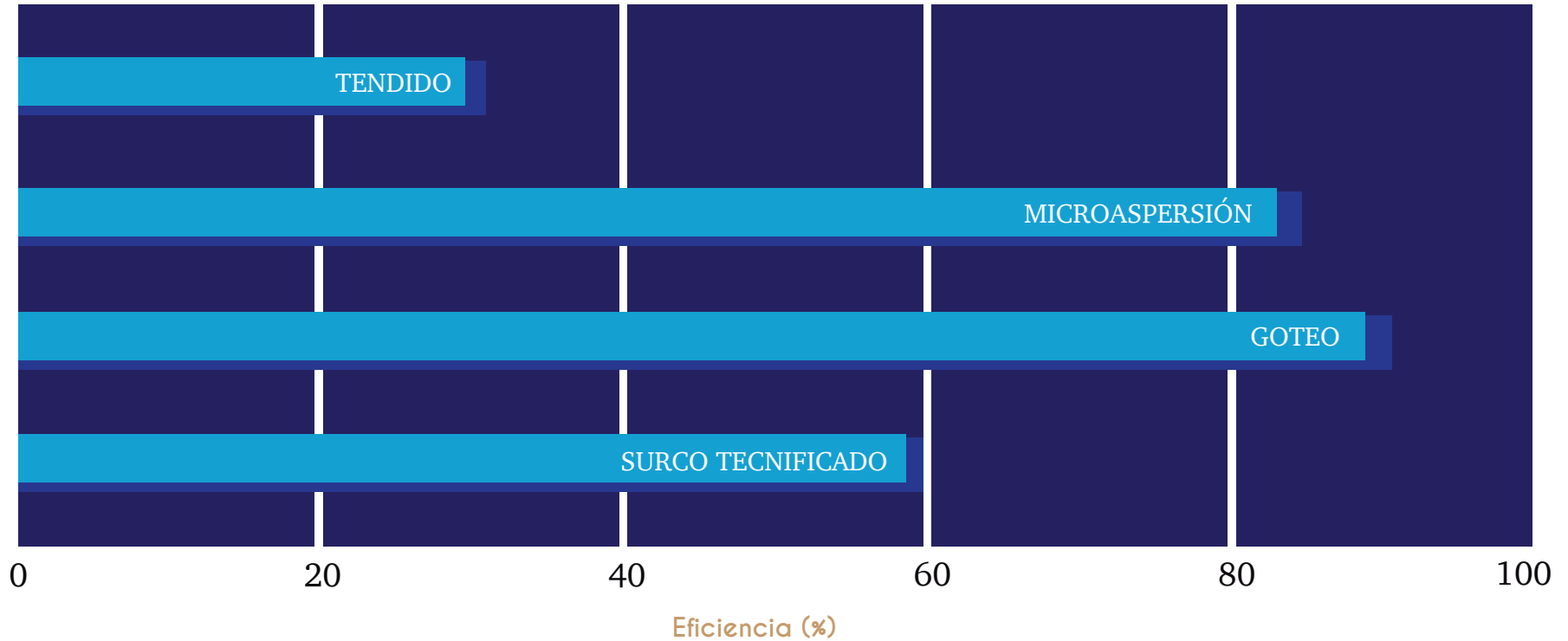
Riego por aspersión



Riego localizado

Área en 2012	280 millones de ha	35 millones de ha	9 millones de ha
% del total	86	11	3
Precio	\$	\$\$	\$\$\$
Eficiencia	+	++	+++

Eficiencia de aprovechamiento del agua de distintos métodos de riego.



Este gráfico habla de algunos sistemas de riego derivados de los 3 métodos expuestos en la tabla anterior. Expresa en porcentaje el nivel de eficiencia en aprovechamiento del agua de cada método. Como se puede apreciar y se ha mencionado anteriormente, el sistema por tendido es el más ineficiente, ya que tiene un 70% de pérdida de agua, incluso, se estima que los sistemas más precarios solo alcanzan un 10% de eficiencia, por ende, tiene una pérdida del 90%.

En la figura 1, se puede visualizar la comparación de la eficiencia entre un riego por surcos (riego por superficie) y uno por goteo (riego localizado). El dibujo número 1 representa la pérdida del agua por percolación profunda, es decir, el agua que se pierde porque las raíces no la alcanzan a absorber y se va a las napas subterráneas. Por otro lado, está el dibujo número 2, el cual muestra que el sistema por goteo es tan localizado, que a medida que cae una gota, la planta es capaz de absorberla sin que haya una mayor pérdida por percolación.

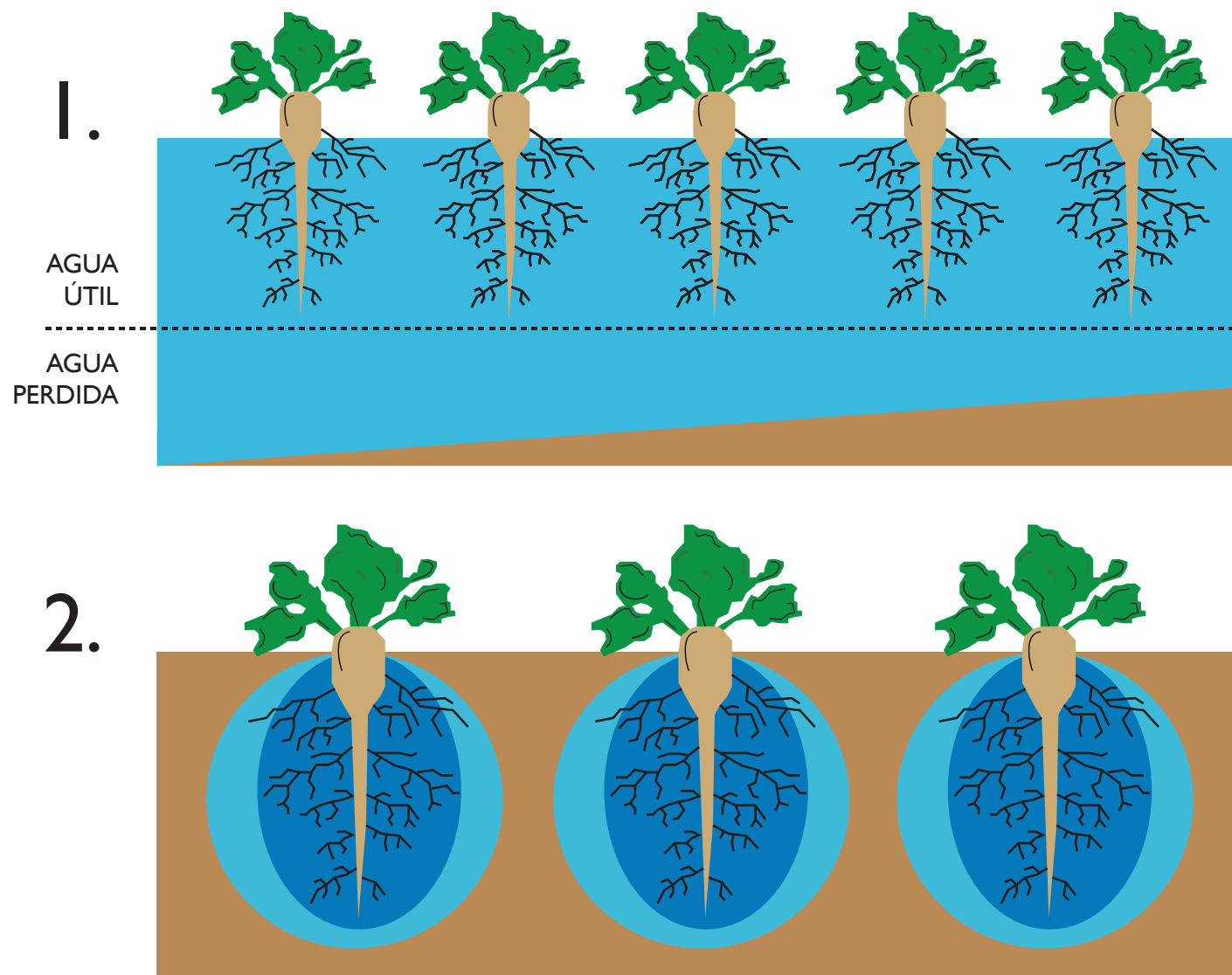


Fig. 1. Eficiencia de riego

1. Riego por surco

2. Riego por goteo

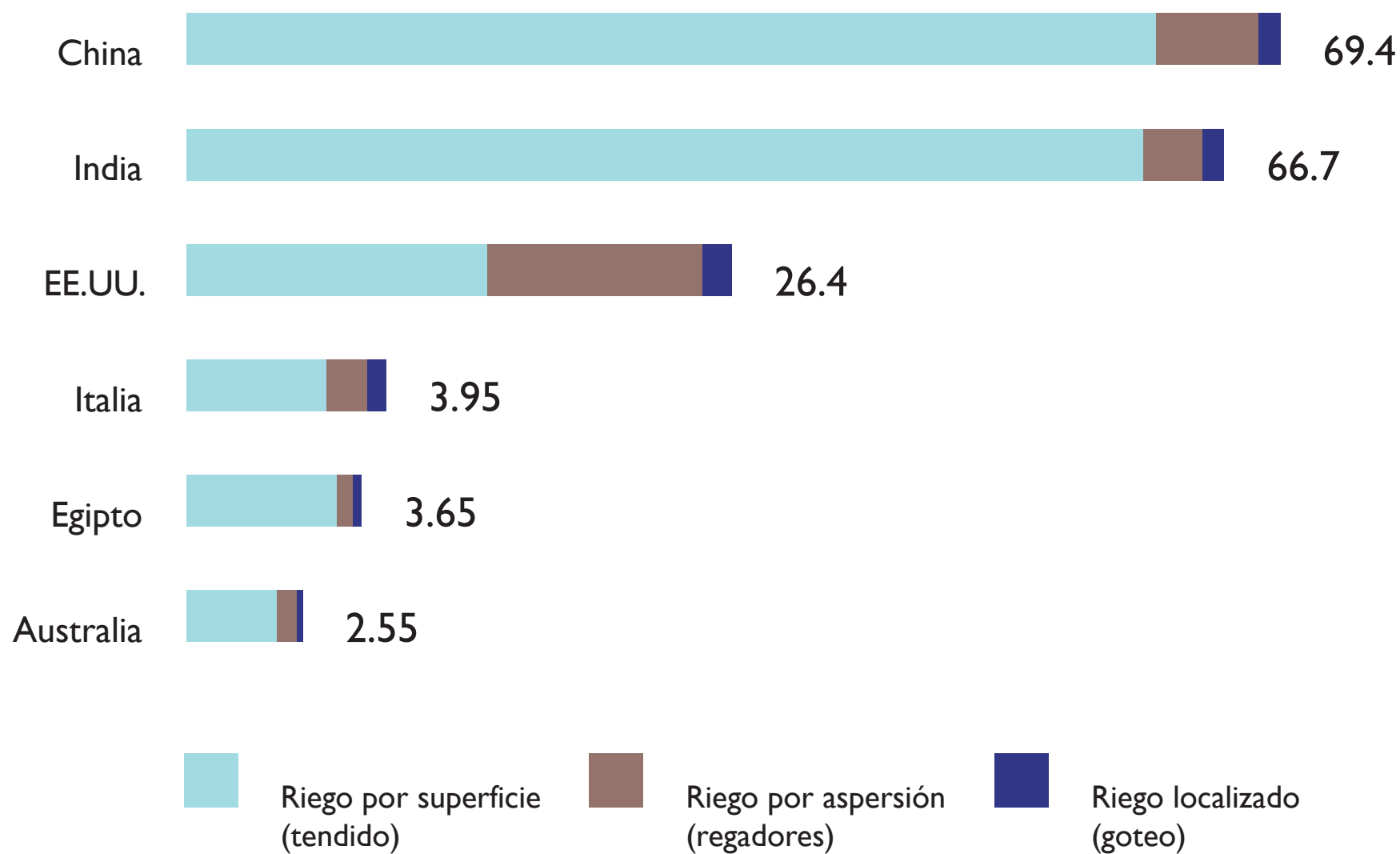
4.2

RIEGO EN EL MUNDO

Hoy los sistemas de riego alcanzaron un alto nivel de desarrollo, ya que con el tiempo se fueron adaptando a los avances tecnológicos y a las necesidades de los agricultores. Pero para este siglo debemos adecuarnos a los cambios climáticos, esto significa una nueva búsqueda de sistemas eficientes adaptados a las diferentes localidades agrícolas.

En este gráfico se demuestra que hay un mayor uso del sistema por superficie sobre los otros que son más eficientes, esto se debe por razones económicas y por la baja complejidad de aplicación del método. A pesar de que se entienden las razones del por qué es más utilizado el riego por superficie, esta realidad debe cambiar para el bien de todos.

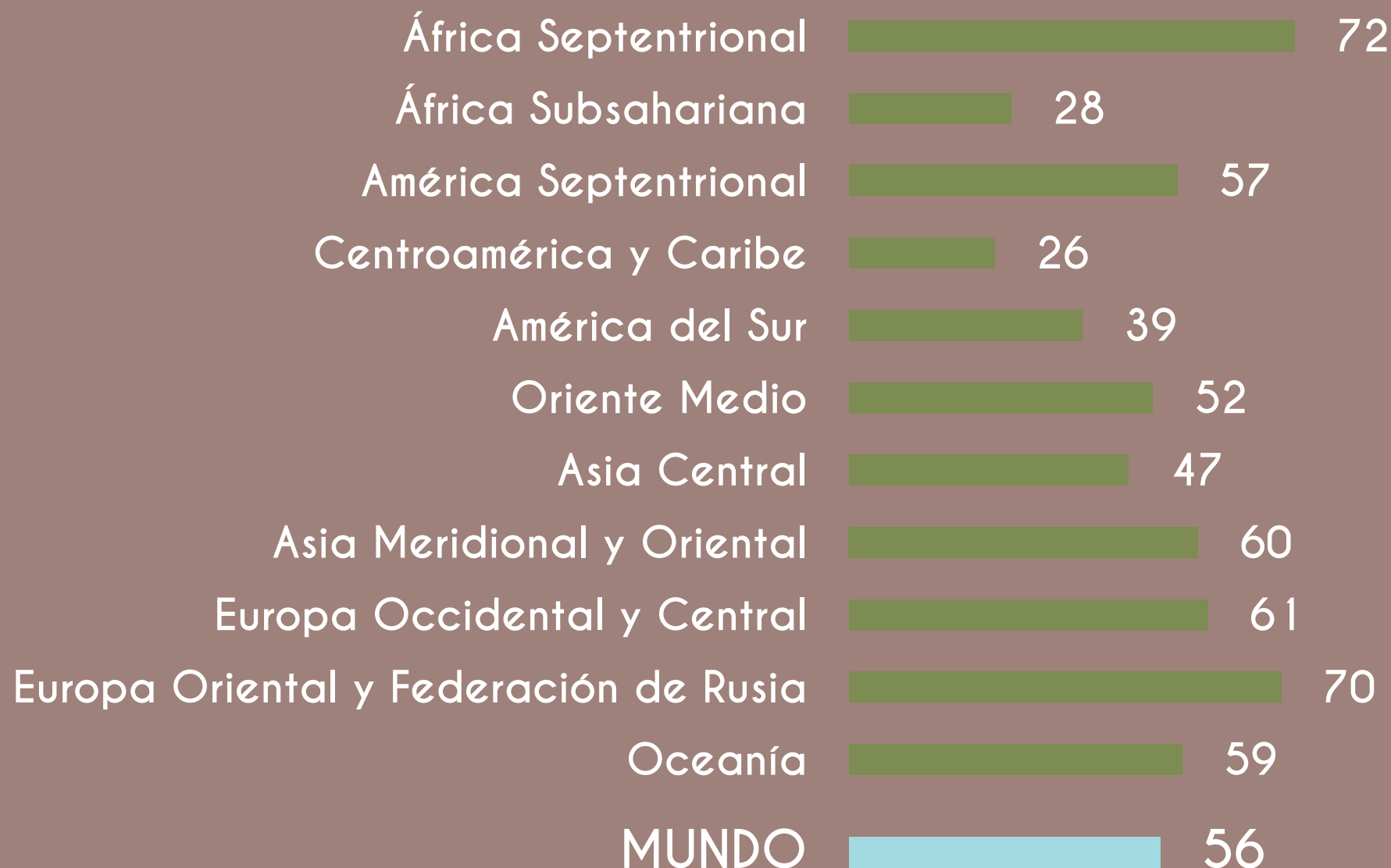
Países con la mayor superficie de riego por continente (millones de ha)



El siguiente gráfico dice que en el mundo los distintos sistemas de riego tienen un 56% de eficiencia, pero el presidente del WRI (World Resources Institute) dice que para el 2030 si no generamos una innovación en el uso del agua, esto tendrá severas consecuencias. (32)

América del Sur solo tiene una eficiencia del 39%, esto quiere decir, que el 61% restante se pierde por evaporación, percolación, escurrimiento y por otros factores. Expertos aseguran que “las tecnologías de riego deberían alcanzar una eficiencia de al menos 80%, el doble de lo actual,” (Instituto para el Desarrollo Rural de Sudamérica, 2013) si es que se quiere combatir la escasez hídrica. Andrew Steer, presidente del WRI, asegura nuevamente que “está surgiendo una nueva generación de soluciones (para el estrés hídrico), pero no lo suficientemente rápido. No actuar tendrá un enorme costo en vidas y medios de sustento”. (33)

Eficiencia de los sistemas de riego en %



4.3

RIEGO EN CHILE

Desde tiempos inmemoriales los aymaras y atacameños junto con otras culturas indígenas importantes, practicaron una agronomía de subsistencia alimentada por arroyos y afloramiento de aguas poco profundos. Los cuales obtenían sus caudales gracias a los deshielos y las lluvias provenientes del invierno boliviano en el altiplano chileno. (34)

El uso y manipulación de las aguas, se convirtieron en una de las primeras tecnologías aprendidas por el hombre. En Chile las primeras culturas fueron fuertemente influenciadas por los incas, ellos desarrollaron métodos de riego a través de canales y terrazas. Estas nuevas técnicas fueron aplicadas en casi todo el país y siguen vigentes hasta el día de hoy en el altiplano.







Elaboración del autor

Las nuevas tecnologías en materia de riego, se han desarrollado rápidamente para adaptarse lo más posible a los cambios del medio ambiente. Esto ha significado un aumento en los valores de los diferentes métodos, ya que son más complejos y avanzados. Además, se le suman otros factores que encarecen los proyectos, tales como, el relieve desigual de nuestro país, lo que obliga a construir dificultosos trabajos que soporten la adversidad de los diferentes climas y las elevadas pendientes de nuestras montañas. La abrupta geografía nos juega en contra para el desarrollo del riego y las condiciones de los agricultores tampoco lo facilitan, ya que utilizan tasas de riego superiores a las estrictamente necesarias, desmejorando así el rendimiento de las obras. (35) Es importante considerar el rol que cumple la naturaleza además de su relieve, como ya bien hemos visto, los factores del cambio climático están jugando un papel fundamental este siglo para los nuevos retos que tiene el riego.

En la zona centro norte de Chile hace varias décadas que se hacen ver las señales de agotamiento hídrico. “El aumento desmedido de la demanda por la agricultura, la minería y la generación de energía, junto al deterioro de la calidad de las aguas por contaminación, está haciendo de este recurso un elemento crónicamente deficitario de Santiago al norte y frecuentemente deficitario de Santiago al sur.” (36)



Elaboración del autor

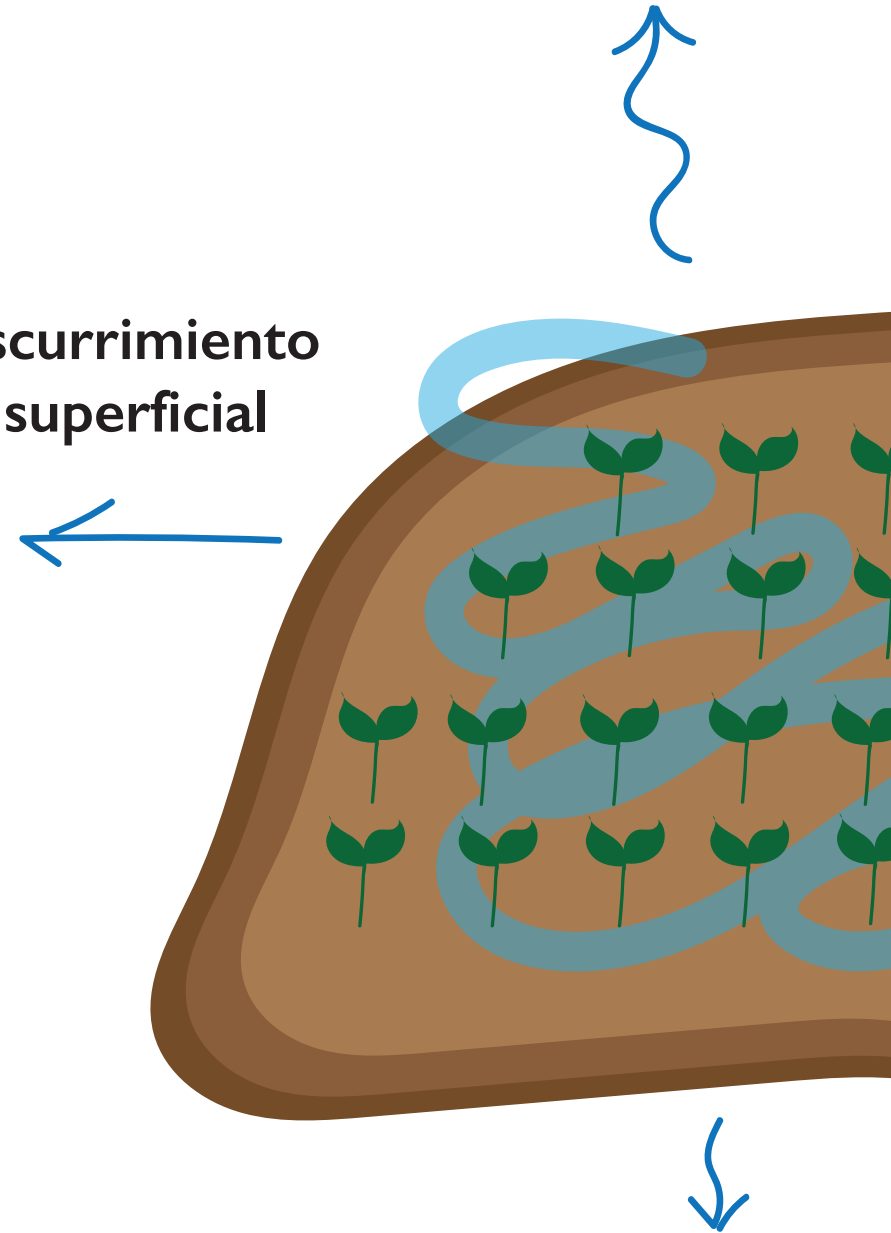
Todas las causas explicadas anteriormente están intensificando la aridez del país, partiendo desde la zona norte, bajando hasta el centro y afectando hoy en menor medida al sur, esto es un proceso que es parte de un fenómeno más global, llamado desertificación. (37) Estas consecuencias nos permiten afirmar que “el desarrollo de actividades económicas en Chile, especialmente en el norte, dependerán en el futuro fuertemente de las posibilidades de generar nuevas fuentes de agua a costos razonables” (38).

Es decir, como hay un fuerte desequilibrio geográfico entre la localización de los recursos, la población y las causas – consecuencias descritas anteriormente, se deberán aplicar tecnologías de transporte de agua, u optar por un sistema de producción alternativo como la desalación de agua marina. Sin embargo, ambas soluciones tienen costos elevados que el sector de la agricultura no puede costear, o por lo menos la gran mayoría que es parte de una agronomía mediana y pequeña. Estas obras “tienen costos claramente por encima de un dólares por m³, lo que deja a la agricultura fuera de posibilidades de acceder a estas soluciones. Dados los grandes volúmenes de aguas usados por este sector, los que difícilmente bajan de 6.500 m³/ha/año, las soluciones viables con esta industria deberán producir agua a menos de un 10% de los costos que pueden ofrecer estos sistemas.” (39)

Según la ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias), “se requiere diseñar sistemas de riego y de conservación de agua acordes con las características económicas y tecnológicas de estos agricultores, a bajo costo, aplicable a pequeñas escalas.”(40) Como bien dicen, es fundamental entender el contexto de estos productores porque mientras más se desarrollan las tecnologías y los sistemas de riego, más difícil y más caras se hacen las obras y su mantención. Las postulaciones a programas o fondos son complejas de conseguir y no existe una fiscalización de los proyectos realizados. (41) En Chile, el riego por tendido sigue siendo, como desde sus inicios prehistóricos, el método más utilizado por los agricultores, a pesar de que solo tiene un 30% de eficiencia. Las razones son, debido a su bajo costo de implementación y a su buena adaptación a cultivos como cereales y praderas. Esta técnica consiste en inundar con agua los huertos; la baja eficiencia que trae se caracteriza por las pérdidas del recurso a través de percolación profunda, el escurrimiento superficial y la evaporación directa. (42)

Por lo general, se consigue una distribución del agua heterogénea sobre la superficie regada, por lo que algunos sectores del predio quedan con exceso de humedad y otros con déficit, y se produce una excesiva subdivisión del terreno.

**escurrimiento
superficial**



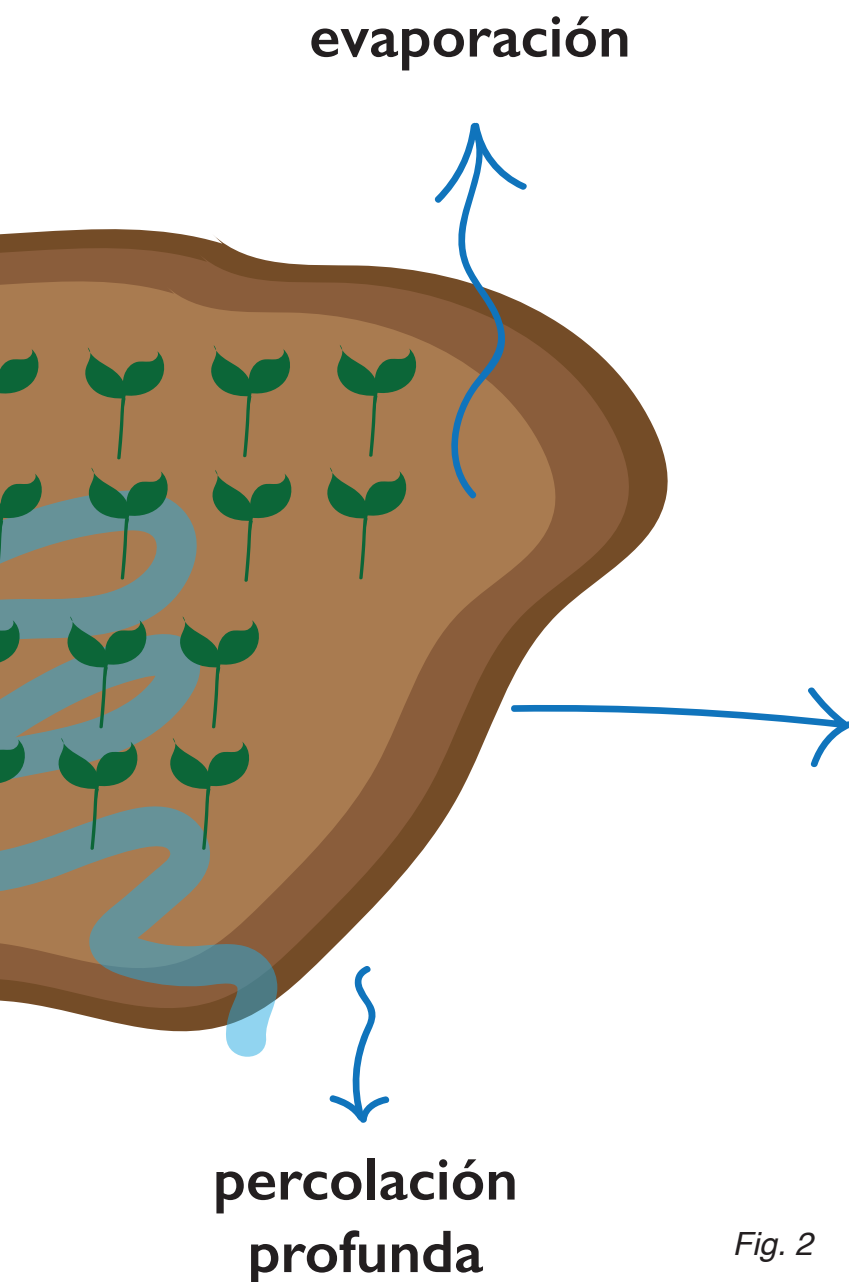


Fig. 2

A menudo el riego por tendido es desarrollado sin una preparación previa, lo que genera que el agua quede mal distribuida sobre la superficie de trabajo.” (43) Samuel Valdivia, experto en riego y académico de Duoc UC comenta que “si el productor pretende disminuir la pérdida de agua y evitar la erosión del suelo, la escorrentía superficial (agua que escurre en la superficie del suelo) debe buscar algunas soluciones intermedias, que no necesariamente lleguen a una tecnificación a gran escala.” Sin embargo, el perfil del agricultor chileno es de edad avanzada, en promedio tienen 40 años, la población va en tendencia de envejecimiento. Además de que tienen 9 años de educación, viven con un promedio de 3,7 personas por vivienda y el 45,2% son jefes de hogar (44), todos estos datos son factores que demuestran que el agricultor chileno, dedicado a la mediana y pequeña agricultura, es una persona con pocos recursos y la mayoría son adultos mayores. Por ende, la mantención adecuada de la tierra se les hace difícil porque consta de mucho trabajo duro y no tienen los suficientes recursos para pagar por alguien que lo haga, o para comprar otro sistema más eficiente.

4.4

CONTEXTO REGIONAL

En Chile hay **300.000** agricultores, de los cuales **285.000** tienen menos de 12 hectáreas de riego básico, es decir, son agricultores con pocas tierras para cultivar y cada predio utiliza un riego poco tecnificado. Por ende, la categoría de pequeño agricultor corresponde al **90%**, éstos pertenecen a una agricultura familiar campesina, cuyos cultivos son para autoconsumo y a veces para una venta a menor escala.(45)



“El pequeño productor no tiene reales posibilidades de competir en costos de producción, precios de venta competitivos, rendimiento y menos aún en acceso a tecnología y conocimientos que le permitan pararse de igual a igual en el mercado.” (46)



El cambio climático es una realidad que todos los chilenos estamos enfrentando, sin embargo, la región de Antofagasta tiene una particularidad, se encuentra en el desierto más árido del mundo. Esta situación ha llevado a las autoridades a tomar medidas para comenzar a trabajar de manera experimental, de esta forma se busca promover una cultura agraria basada en la innovación. Uno de los principales desafíos es cultivar con baja disponibilidad de agua, ya que con el cambio climático y la sobre explotación, el recurso se hará cada vez más escaso. Es por esto, que existe la necesidad, no solo de aumentar la producción con menos agua, si no más bien de generar consciencia y nuevos conocimientos para el riego en lugares hostiles. Porque a pesar de que la zona norte del país es la más crítica en estos momentos, la zona sur no está libre del avance de la desertificación. Por esto mismo, se están generando cambios en los sistemas productivos , avanzando desde los cultivos tradicionales hacia la hidroponía. Los nuevos avances abren paso a nuevas formas de cultivar, sin embargo, al mismo tiempo, deja atrás las tradiciones de importantes pueblos agricultores, como lo son los atacameños en Antofagasta.







05.

LA ARCILLA

5.1

MATERIAL NATURAL

“La arcilla es una roca sedimentaria descompuesta, constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato (como el granito). Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el blanco (cuando es pura) hasta el rojo anaranjado.” (47) Es una materia prima compuesta por partículas muy pequeñas y finas, es alta en intercambio catiónico, esto quiere decir, que es capaz de adsorber algunos metales y sales.



Elaboración del autor

Cuando la arcilla se mete al horno, al material se le llama cerámica. Después de este proceso surgen variados productos de uso cotidiano, es una materia prima muy utilizada en todo el mundo, se puede ver en ladrillos, vasijas, platos, maceteros, tuberías, entre otros.





La arcilla es un material natural que está constituido por minerales en forma de granos. Es un elemento muy moldeable al ser combinado con agua; se le puede dar cualquier forma y después de su secado al aire libre o en un horno, se endurece y puede ser utilizada dependiendo las necesidades. Es así como las primeras culturas trabajaron este material, fue empleado para la creación de vasijas y otros utensilios necesarios para sus distintas actividades, por ejemplo, fue aplicada en el antiguo egipto para los sarcófagos, también la usaron para hacer instrumentos musicales tanto en China como en Chile, o en otras partes del mundo. A lo largo de la historia, las diferentes culturas le dieron un uso distinto, este material era esencial para sus creaciones. La ventaja que tiene, es que es un material abundante en toda la superficie del planeta, es un residuo que generalmente es arrastrado y depositado gracias a las lluvias o cauces de los ríos en lugares naturales de acopio. (48)



Imag. 36

Las arcillas se pueden clasificar en primarias y secundarias, según cómo se encuentran en la naturaleza.

Arcillas primarias

“Arcilla primaria, es la arcilla que se ha mantenido en el mismo terreno en el que se forma. Hay pocas y la más conocida es el Caolín. Sus características son; la blancura y la dureza, es la base principal para la porcelana china, también es llamada arcilla residual.”

Arcillas secundarias

“Las arcillas secundarias son las más comunes: se han formado a lo largo de los años separándose de las rocas de origen y sedimentándose, en ocasiones a distancias considerables. Sus características principales son: tienen colores muy diversos, según su composición, desde el rojo al negro, pasando por el amarillo y el gris; en contra de las arcillas primarias, éstas, resultan muy plásticas por lo que resultan fáciles de trabajar y es con la que la mayoría de los ceramistas están identificados y familiarizados. También se les conoce con el nombre de margas.

El agua es el elemento más común que las ha transportado; también el viento y los glaciares lo han hecho. Estos tipos de arcillas son mucho más comunes y se componen de más elementos como mica, hierro, cuarzo y otros minerales procedentes de diferentes fuentes.”(49)

Algunos tipos de arcilla:

1. Arcilla de ladrillos

Contiene muchas impurezas. Cocida presenta tonos amarillentos o rojizos, según la cantidad de óxido de hierro que intervenga en su composición. Se emplea en cerámica utilitaria (vasijas, botijos, etc.) Temperatura de cocción: 850-1.000°

2. Arcilla de alfarero

Llamada también barro rojo y utilizada en alfarería y para modelar. Cocida presentará un color claro, rojizo o marrón. Por la gran finura que se puede conseguir con un buen acabado, se utiliza sin esmaltar para decoración. También es ideal para el torno. Temperatura de cocción: 900-1.050°. Por encima de esos grados se deforma.

3. Arcilla de Gres

Es una arcilla con gran contenido de feldespato. Cocida posee gran plasticidad y mínima absorción, presentando tonos claros, grises o crema. Se utiliza en el torno para esmaltes de alta temperatura. Temperatura de cocción: a más de 1.000°.

4. Caolín

Es la arcilla más pura (primaria) y lavada produce pastas de gran blancura. Poco plástica y muy refractaria, no se utiliza nunca sola sino mezclada con otras arcillas. Por su blancura es la base de la porcelana. Temperatura de cocción: entre 1.250° y 1.450°, según se trate de porcelana blanda o dura. (50)



5.2

PROPIEDADES

Las arcillas tienen propiedades que las han hecho muy útiles para el uso humano desde la antigüedad. Una de sus características más importantes es su plasticidad, que es diferente dependiendo del tipo de arcilla. Esta plasticidad, se produce cuando se agrega una cantidad de agua determinada, con la que se hace moldeable para adquirir casi cualquier forma. Es importante saber que cada tipo de arcilla tiene distintas temperaturas de cocción y distintas porosidades, a menor temperatura de cocción, mayor porosidad y viceversa. (51)

El Representante Regional FIA – Regiones Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta – Ignacio Delfino, explicó que “una de sus características más importantes a considerar en este proyecto, es que la arcilla actúa como un gran coloide, el cual posee carga (-). Esta tiene la capacidad de adsorber iones, tal y como ocurre en el suelo. Por lo tanto, la arcilla actúa como un gran intercambiador catiónico donde adsorbe los Na^+ presentes.”(52) (I. Delfino, comunicación personal, 11 de junio de 2019.)

Palabras claves:

Coloide: cuerpo que disgregado en un líquido, aparece como disuelto por la extremada pequeñez de sus partículas, pero que, a diferencia del cristaloides, no se difunde con su disolvente si tiene que atravesar ciertas láminas porosas. (53)

Adsorber: es un proceso por el cual átomos, iones o moléculas de gases, líquido o sólidos disueltos son retenidos en una superficie, en contraposición a la absorción, que es un fenómeno de volumen. (54)

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos, gracias a su contenido en arcillas y materia orgánica. Las arcillas están cargadas negativamente, por lo que los suelos con mayores concentraciones de arcillas exhiben capacidades de intercambio catiónico mayores. A mayor contenido de materia orgánica en un suelo aumenta la CIC. (55)

Capacidad de adsorber

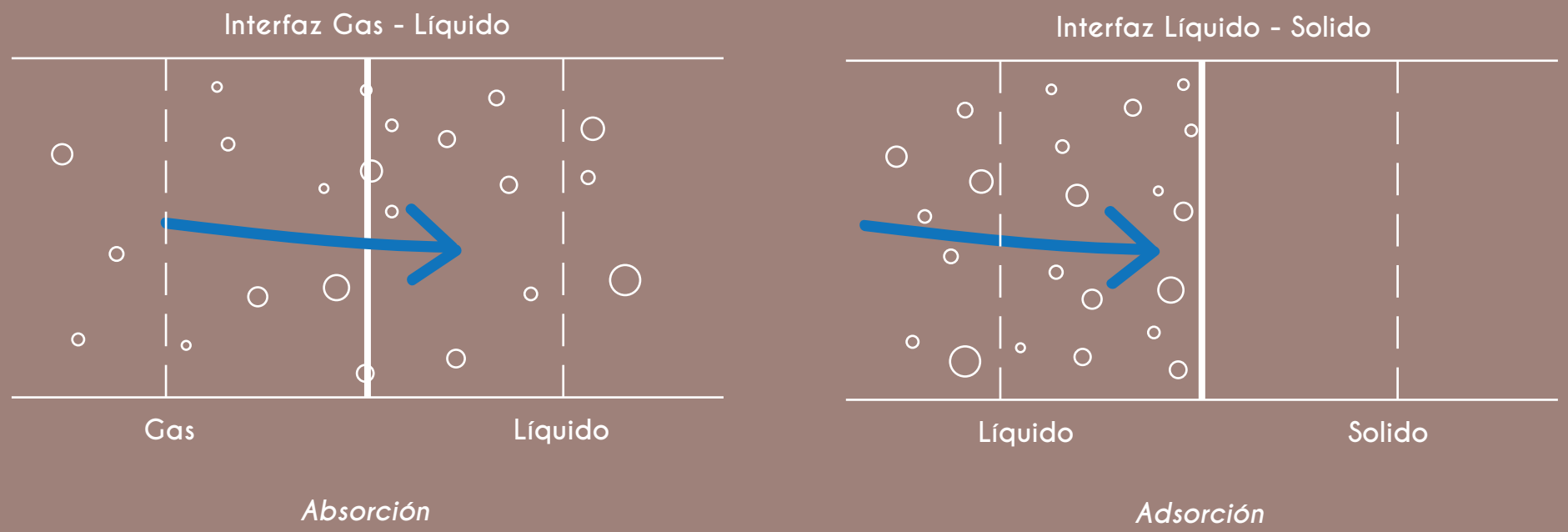


Fig. 3

5.3

ALFARERÍA EN CHILE

Como se mencionó anteriormente, el manejo de la arcilla nació a partir de una necesidad del hombre cuando pasó de ser nómada al sedentarismo. Este nuevo hombre tenía nuevas preocupaciones, tales como almacenar sus productos, guardar y trasladar agua, elementos ceremoniales, cocinar, entre otras cosas. Los pueblos de América alcanzaron una perfección técnica y estética notable, las cuales fueron evolucionando con el tiempo gracias a nuevas necesidades, y choques de culturas. Los indígenas en Chile, fueron muy influenciados también por la llegada de los españoles, a pesar de que ya tenían sus métodos, fueron adquiriendo una identidad mestiza que representa a ambas culturas. Y es eso lo que hoy podemos ver principalmente, una expresión de arte popular y su artesanía tradicional después de un encuentro de dos mundos. (56) Hoy en día, el uso de utensilios de cerámica no es tan común, se prefieren otros materiales. Sin embargo, siguen existiendo zonas donde se caracterizan por el manejo de la arcilla y sus productos tradicionales: Pomaire, Talagante (área de Santiago); Quinchamalí (área de Chillán); Florida (área de Concepción), y localidades muy pequeñas de la cultura mapuche. (57)



“La artesanía, como una creación de raíz ancestral, cuyo oficio ha sido transmitido de generación en generación, es una importante manifestación de nuestra identidad cultural y parte de nuestro patrimonio. Históricamente en nuestro país, las técnicas y las materias primas utilizadas para la confección de las piezas artesanales, se han establecido de acuerdo a las características del medio geográfico en el cual se desenvuelven, de modo que están asociadas a espacios determinados.” (X) En la artesanía, lo más significativo es la contribución manual que existe en la producción, es un oficio donde el dominio técnico es lo más importante, y a pesar de que necesiten de otros implementos para el desarrollo de sus productos, las herramientas fundamentales son las manos del alfarero. Por esto, la artesanía tradicional trae consigo una carga cultural importante, porque es un trabajo que tiene un desarrollo artesanal y cada objeto trae consigo una historia o un relato por detrás, dependiendo del lugar y su creador.

5.4

ARCILLA COMO SISTEMA DE RIEGO

Las vasijas de arcilla, más conocidas por ollas de barro, son utilizadas como sistema de riego. Esta tecnología es un método antiguo, se cree que se originó en el norte de África, pero otros dicen que proviene de China, no hay precisión y vestigios claros de su origen. Sin embargo, es un hecho que desde hace más de 4.000 años que se emplea este sistema en zonas rurales, tales como en India, Irán, Brasil, África, entre otros. (58) Es una manera muy simple de regar, con baja tecnología y cero impacto ambiental, dado que el agua se filtra poco a poco gracias a la porosidad del material. La arcilla al ser la partícula más pequeña de la tierra, dos micras (2 milésimas de milímetro), retiene la humedad y va entregando agua de acuerdo a los requerimientos de la planta, esto produce un ahorro significativo del recurso. (59) Investigadores de la FAO (Food and Agriculture Organization), aseguran que es el método más eficiente para regar las plantas de manera local en zonas desérticas o semidesérticas. Ya que, el uso de las ollas de barro disminuye potencialmente el desperdicio por exceso de agua y evaporación, lo que permite que la planta absorba casi al 100% el recurso. (60)

Ventajas: (61)

- Se puede tener un ahorro de entre el 50-70% de agua, especialmente en la producción de hortalizas.
- La pérdida de agua debido a la percolación profunda se reduce y casi elimina.
- La humedad en el suelo está siempre disponible, evitando un estrés hídrico.
- Se utiliza menor cantidad de agua y el riego es menos frecuente, reduciendo el tiempo de riego.
- 5 años de durabilidad aproximadamente.

Desventajas: (62)

- Las raíces más fuertes pueden romper las vasijas.
- Las temperaturas bajo cero hacen propensas a que se rompan si hay un fuerte contacto.
- No hay muchas investigaciones disponibles sobre el uso de las ollas a nivel mundial. Por lo tanto, no hay un conocimiento masivo sobre este método.



El 2010 se llevó a cabo un proyecto de riego por ollas de barro en Atebes, Etiopía realizado por un investigador llamado, Tsegay Wolde-Georgis. Él introdujo el sistema de las vasijas a través del Programa Consorcio para la Creación de Capacidades (CCB) de INSTAAR (Institute of Arctic and Alpine Research). El objetivo del proyecto era mejorar la capacidad de recuperación de la comunidad a los peligros relacionados con el clima, ya que varios ríos tuvieron una gran disminución en su caudal y otras fuentes se secaron por completo, gracias a la deforestación y erosión del lugar. Shelly Sommer, directora de información de INSTAAR, anunció el 2015 que “la capacidad de ahorro de agua de las ollas de barro es tan eficaz que casi todos los árboles volvieron a la vida a través de la estación seca”. (63)



En Chile, Rafael Paredes a sido el pionero en traer este sistema al país. Él se dedica a la docencia e investigación en el campo de la cerámica, en la Universidad de La Serena. Concibe esta práctica, desde el punto de vista del diseño, como “una alternativa de satisfacción de necesidades y solución de problemas prioritarios de la vida actual, sobre la base del aprovechamiento de recursos locales disponibles.” (64) El académico y ceramista dijo en uno de sus escritos: **“arte y artesanía deben volver a ser necesarias, responder necesidades reales. En lo posible, ser parte de la vida misma. No es fácil, pero es indispensable, sobre todo en nuestros pueblos, tan llenos de necesidades y tan faltos de recursos como para acceder a soluciones de tecnología avanzada.”** (65) El proyecto llamado “Riego con vasijas cerámicas permeables”, perteneciente a la Universidad de La Serena, trabajan con el apoyo de CONAF y la UNESCO, tuvo como propósito, experimentar con cultivos de pimentones, porotos, frutillas y claveles. “Las plantas están regadas por vasijas iguales, enterradas, interconectadas por una manguera y permanentemente llenas de agua. Técnica de riego antiquísima, que actualmente se estudia y vuelve a aplicar en numerosos países: India, Unión Soviética, Alemania, México, Brasil y varios países sudamericanos.” (66)



1. Abastecimiento de Agua
2. Depósito de Agua
3. Nivel de Agua
4. Nivel de Tierra
- 5.6. Vasijas de Riego
7. Manguera de Conexión
- 8.9. Manchas de Humedad

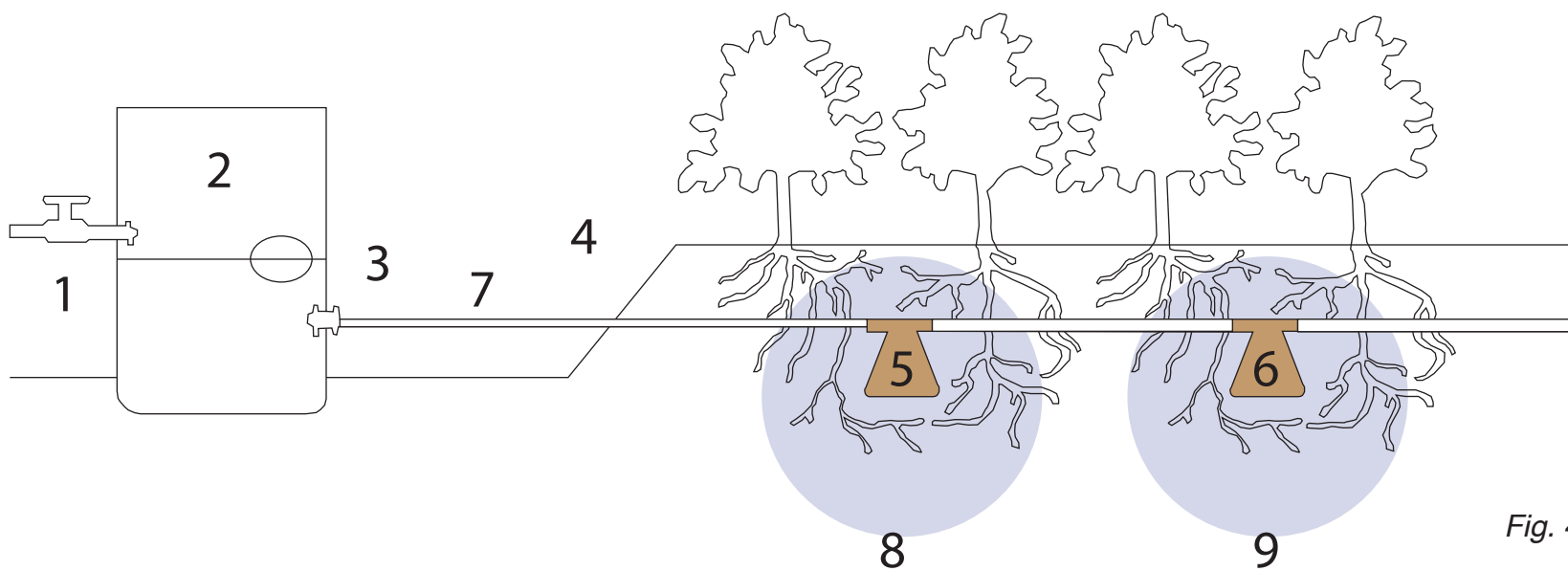


Fig. 4

Riego con vasijas cerámicas permeables. Esquema de instalación y funcionamiento.

5.5

ARCILLA COMO FILTRO DE AGUA

Científicos británicos de la Universidad de Newcastle, Inglaterra, presentaron el 2006 un prototipo de filtro de agua que puede ser fabricado de una manera muy sencilla y económica. El proyecto de Newcastle comenzó después de que un grupo de estudiantes de posgrado de ingeniería civil visitaron Ghana, Kenia y Malasia y reconocieran los enormes beneficios que la filtración sostenible de agua podría tener para la salud.(67) Ya que, actualmente se estima que “más de 1.000 millones de personas no tienen acceso a agua potable en el mundo. En África, la mala calidad del agua hace que muera uno cada cinco niños cada año.” (68) Lo que diseñaron fue un filtro de arcilla, a este material se le agregaron residuos de los propios cultivos de la comunidad, como las cáscaras del arroz o cáscaras de piña, hasta lograr una pasta homogénea. Al mezclar los elementos, las artesanas de la zona modelaron el filtro con una forma básica de cubeta, luego la cocción fue realizada en un horno de barro con una temperatura entre los 700 y 1.000 grados centígrados. (69) “Según explican los ingenieros químicos, a esta temperatura el residuo del cultivo se descompone y suelta el dióxido de carbono. A su vez, este dióxido forma poros microscópicos en la arcilla.” (70)



Estos poros son microocópicos, por lo que “sirven para retener las bacterias, los virus, contaminantes tóxicos y metales que pudiera tener el líquido, mientras dejan pasar solo agua limpia.” (71) Algunas pruebas demostraron ser un éxito, como en Bangladesh donde realizaron una investigación para combatir la diarrea. Las pruebas científicas demostraron que el filtro retiene el 99,99% de los elementos patógenos, por esto mismo uno de los creadores de “life-saving water filter”, pasó seis meses en el Centro Internacional de Investigación de Enfermedades Diarreicas en Bangladesh. Tuvo que capacitar a los alfareros de las aldeas para hacer los filtros, y tuvo resultados exitosos con la mano de obra local. Todo esto “fue financiado por una subvención de £ 20,000 de HSBC Holdings PLC, que apoya la investigación ambiental en la Universidad de Newcastle como parte de su compromiso con las tecnologías 'verdes' y el desarrollo sostenible. Pero después de pruebas exitosas, el proyecto no se ha implementado ampliamente porque no califica para el apoyo de las agencias de desarrollo, cayendo en una "tierra de nadie" entre la investigación y los productos comerciales.” (72)



En Argentina el 2018 la Universidad Nacional de San Luis, dio a conocer un filtro de agua hecho de arcilla y residuos orgánicos. El trabajo fue desarrollado por científicos de la misma universidad, el cual se centró en tratar una problemática que involucra a gran parte de la población mundial, la mala calidad del agua potable. Utilizaron recursos naturales de la provincia y residuos agrícolas de la zona de Cuyo para tratar de dar fin a la problemática de la potabilización del agua, los investigadores hicieron una mezcla entre arcilla y restos orgánicos. En la localidad es reconocida la industria del vino y aceites de oliva, por lo tanto, aprovecharon los materiales que se desechan, como las cáscaras de la aceituna. Estos residuos más un tratamiento térmico, le otorgan porosidad a la pasta cerámica; además le sumaron carbón activado para una mayor filtración.

Uno de los integrantes incinó en un comunicado del instituto: "El utilizar residuos agrícolas y recursos naturales hace que este proyecto sea 'ecoamigable' algo muy importante para el medio ambiente. También impacta sobre la salud, ya que con respecto a los otros filtros que hay en el mercado, el Aqua Eco Fil (como lo denominaron) tendrá la ventaja de ser económico y muy accesible al público. Esto permitiría que cada familia tenga en su casa su propio filtro, mejorando su calidad de vida al permitirles consumir siempre agua potable". Después del logro, el equipo de científicos se propuso generar 500 filtros para distribuirlos dentro de la universidad, luego en un futuro expandire en todo el territorio nacional. (73)





06.

PUEBLO DE LICKANANTAY

6.1

LOS LICKANANTAY

La historia de Chile da inicio con sus primeros pobladores, los cuales, fueron y son parte fundamental de la diversidad y riqueza cultural del país. Al año 2019, 2.185.792 personas se auto reconocen indígena, y se dividen en los 9 pueblos originarios existentes en el país. (74) Los nueve pueblos reconocidos son, mapuche, aimara, rapa nui, atacameño, quechua, colla, diaguita, kaweshkar o alacalufe y yámana o yagán.

“Se consideran pueblos indígenas a los descendientes de las poblaciones originarias que existían antes de la llegada del español a América y Chile. Esta permanencia en el tiempo les da continuidad histórica, los conecta a un territorio donde han permanecido o al que han sido desplazados, en los que habitaron sus antepasados. Conservan a su vez, en todo o en parte, formas de organización social, económicas, culturales y políticas distintivas y específicas de la sociedad nacional. Un pueblo indígena se constituye por la auto identificación colectiva de sus miembros, quienes se consideran asimismo como parte de un pueblo que comparte un proyecto social, cultural y político común que los ha unido a lo largo de su historia. Esta adscripción se fundamenta en el derecho a la libre determinación.” (75)



Hoyos, D. (2016)



Hoyos, D. (2016)



Hoyos, D. (2016)

El pueblo a investigar, es el atacameño. El nombre “atacameño”, con que se conoce a esta etnia, fue dado por los españoles cuando invadieron el territorio en el siglo XVI. El nombre verdadero es en la lengua originaria, en kunza se llaman lickanantay, que significa: **los habitantes del territorio**. Sin embargo, el pueblo reconoce ambos nombres, ya que tuvieron que olvidar sus raíces y hablar solo español por ordenes de la Corona. Por lo tanto, el kunza con el tiempo se fue olvidando, y hoy es casi una lengua extinta. (76)

El atacameño actual no habla su lengua autóctona, pero sus actividades económicas siguen siendo el pastoreo, la agricultura, aun que en menor medida. Hoy se dedican más que nada a la minería y al turismo, los sectores que generan más ingresos a la Región de Antofagasta y al país. Las distintas comunidades habitan solo en esta región, circulan entre las localidades de San Pedro de Atacama y Calama principalmente. (77) La zona que corresponde a San Pedro de Atacama es el lugar de origen de esta cultura, se dice que son sus tierras ancestrales, por esto mismo siguen habitando el lugar. Gracias a la ley que dice que “los pueblos indígenas “[...]tienen derecho a una relación continuada con las tierras y recursos naturales de acuerdo a sus patrones tradicionales de uso y ocupación”. (78) Por lo tanto, los 30.369 atacameños, según el Censo 2017, siguen como pobladores en sus tierras de origen, respetando la misma cosmovisión del mundo y la naturaleza que practicaban hace años atrás.

El atacameño descende de diversos grupos nómades que se localizaron alrededor del altiplano, alta cordillera o puna de Atacama atraídos por las posibilidades de caza y recolección hace más de 10.000 años. Se movilizaban constantemente entre este sector, que alcanza los 4.250 metros de altura, y el Salar de Atacama, a 2.250 metros sobre el nivel del mar. (79) Solo habitaron en la región de Antofagasta y en el altiplano argentino, esta etnia se fue dividiendo en varios poblados como muestra el mapa. Todas las unidades familiares se encuentran en torno a un río, quebradas, o cualquier otra fuente de agua dulce.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Región de Antofagasta



ANTOFAGASTA

Tocopilla

Calama

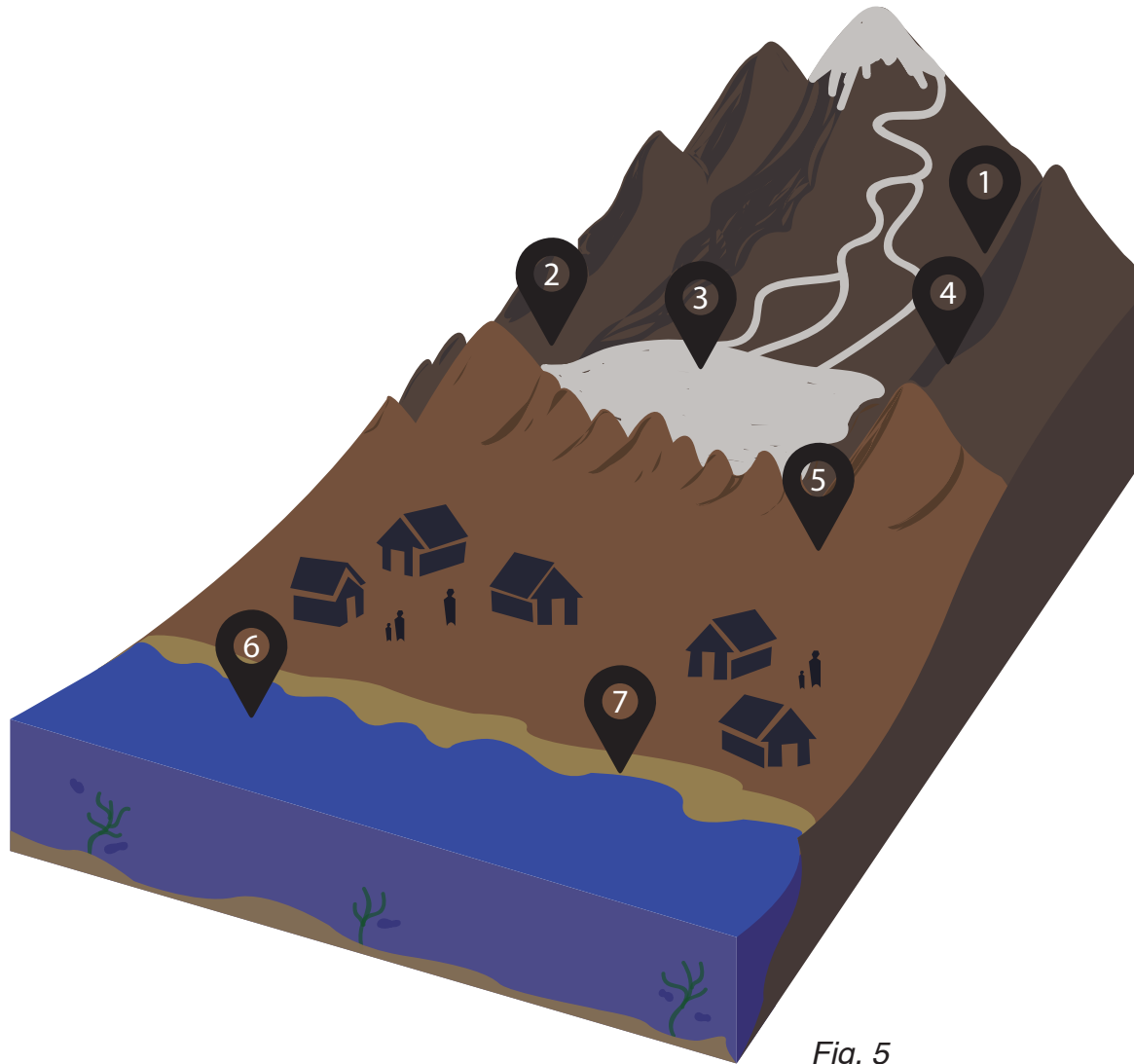
San Pedro de Atacama

Salar de Atacama

- Ciudades y poblados donde reside población atacameña
- Comunidades atacameñas



Como bien lo dice el significado de Lickanantay, los habitantes tuvieron que dominar las adversidades del ambiente hostil del lugar para poder poblarlo. Lo lograron asentándose en los pequeños oasis en medio del desierto, pequeñas tierras que estaban por la ruta de los ríos que se originaban en la Puna de Atacama. San Pedro fue el principal oasis de los atacameños, fue el centro de desarrollo de la cultura, sin embargo, también se encuentran hasta el día de hoy comunidades por el Salar de Atacama hasta el último poblado, Socaire, que se encuentra a 3.500 m.s.n.m.



1. Cordillera de los Andes
2. San Pedro de Atacama
3. Salar de Atacama
4. Peine
5. Cordillera de Domeyko
6. Mejillones
7. Antofagasta

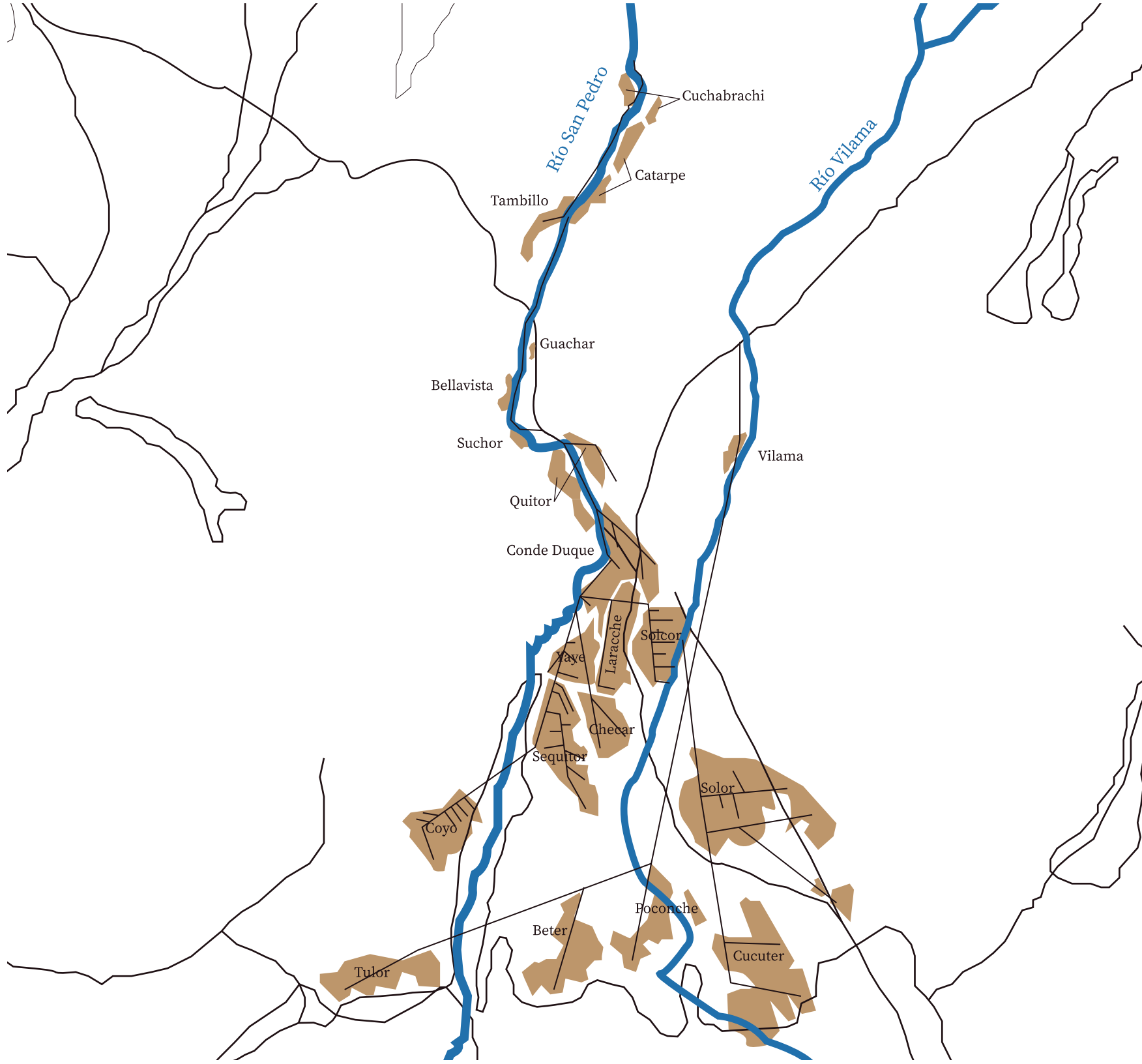


Fig. 6

Como bien se ve en la figura 6, fueron 20 ayllus los que se originaron en torno a los caudales del río San Pedro y Vilama. Estos han soportado varias invasiones en su pasado y hoy se enfrentan a la irrupción por parte de la minería y el turismo. Sin embargo, la Ley Indígena declara: "Se deberán proteger especialmente las aguas de las comunidades Aimara y Atacameña. Serán considerados bienes de propiedad y uso de la comunidad indígena establecida por la ley, las aguas que se encuentren en los terrenos de la comunidad, tales como los ríos, canales, acequias y vertientes, sin perjuicio de los derechos que terceros hayan inscrito de conformidad al Código General de Aguas. No se otorgarán nuevos derechos de agua sobre lagos, charcos, vertientes, ríos y otros acuíferos que surten a las aguas de propiedad de varias comunidades indígenas establecidas por esta ley sin garantizar, en forma previa, el normal abastecimiento de agua a las comunidades afectadas" (artículo 64). (80)

Que la Corte Suprema haya reconocido la propiedad ancestral indígena sobre sus tierras y recursos, les da el derecho de seguir habitando su lugar de origen.

El agua como fuente material, constituye parte esencial de la identidad sociocultural en las comunidades. Puede considerarse como la forma más evidente de apropiación de su entorno socio geográfico.

6.2

TRADICIONES

Los lickanantay tienen desde sus orígenes un profundo respeto hacia la naturaleza, cuidan siempre de no romper el equilibrio existente. La reciprocidad es su principio fundamental, el trabajo que cada uno realiza se torna indispensable para el bien de todo el grupo y para la naturaleza. Sus ritos giran en torno en pedirle algo a la Pachamama para después devolvérselo, porque no le pertenece al ser humano, ellos son solo un medio para que la naturaleza pueda hacer su trabajo. Por ejemplo: la limpia de canales, es uno de sus ritos más importantes, es un antiguo ritual de pago a la tierra. Es decir, se realiza un trabajo de limpieza y renovación sobre los canales de regadío que permiten el paso sin obstrucciones del agua. Deben antes realizar una ofrenda o pago, es una manera simbólica en la que el hombre le devuelve a la Pachamama lo que ha sacado de ella. La idea es que el campesino le pide permiso para poder abrirla, sembrarla, regarla y cosecharla. La finalidad, como se dijo anteriormente, es el restablecimiento de reciprocidad entre el ser humano y la naturaleza. (81)





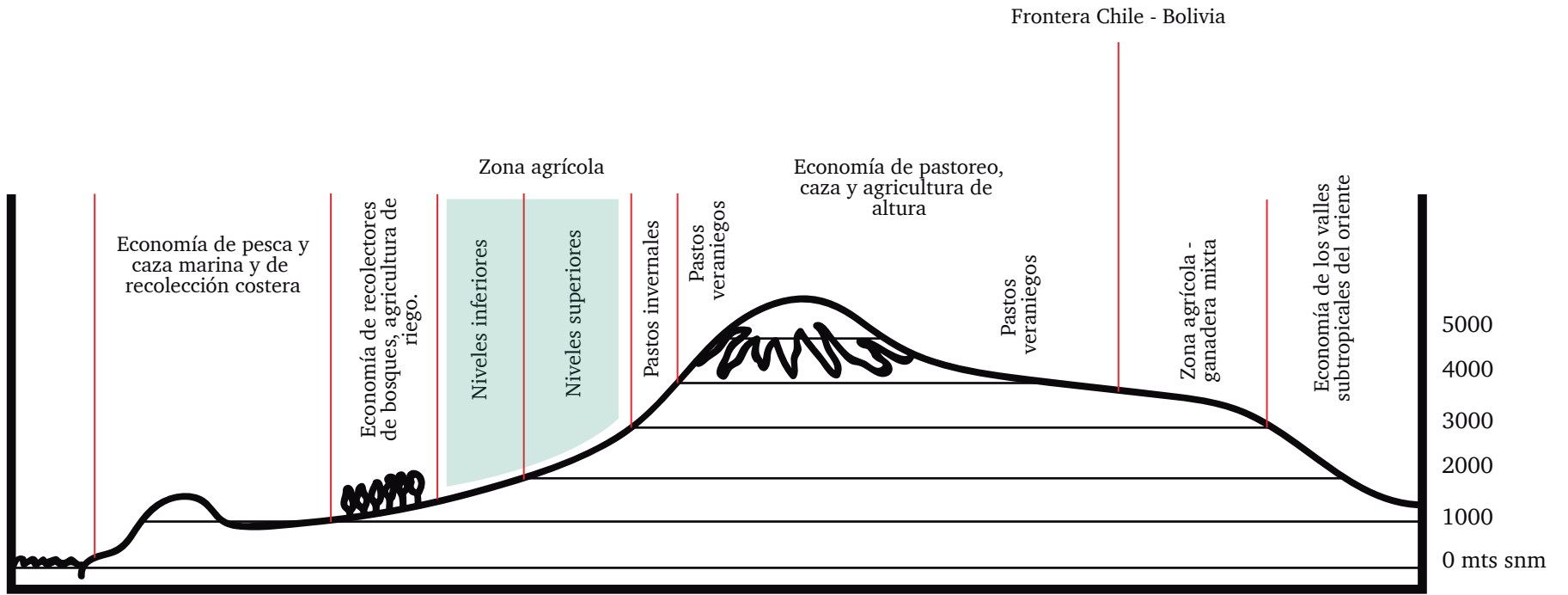
6.3

AGRICULTURA

San Pedro fue en un minuto un activo centro de intercambio entre las regiones provenientes de otros lugares de Chile, Argentina, Perú y Bolivia. Así se fueron conociendo distintas especies de frutas y verduras, sistemas de riego, métodos para la agricultura, entre otras cosas. Sin embargo, los atacameños a pesar de tener muchas interacciones culturales, ellos ya desarrollaban construcciones de canales de regadío y terrazas o andenes en las laderas de los cerros. Pero la inundación de sus campos era un sistema muy rudimentario, por ende, a la llegada de los incas, se dice que hubo un aumento de terrazas y mejoras en los sistemas. (82) No obstante, estos fueron dejando de lado el aterrazamiento porque la población fue envejeciendo y es una construcción que requiere mucho esfuerzo.

Por esto mismo, hoy casi solo manejan el sistema de conducción de aguas por canales hasta que llegan al predio y se inunda. Siendo un sistema muy poco eficiente, que les ha traído en la actualidad, bastantes problemas con la escasez hídrica y la salinidad del suelo. Por esto mismo, la agricultura no es el sector que más potencian las comunidades, lo que da más ganancias en San Pedro, es el turismo, las mineras o migrar a las ciudades en busca de otra clase de oficios.

La agricultura siempre ha sido compleja de manejar; ya que es una zona árida, las temperaturas extremas, la falta de agua y la altura son factores que no permiten un buen desarrollo de los cultivos. Sin embargo, entidades gubernamentales como el Ministerio de Agricultura están interesados y preocupados por hacer mejoras en el sector para potenciar cultivos endémicos.



Zonas según la cota

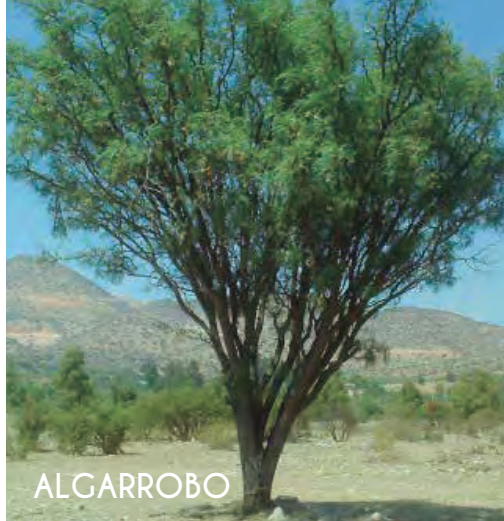
Fig. 7

6.4

CULTIVOS ENDÉMICOS

Según la Real Academia Española, “endémico es algo propio y exclusivo de determinadas localidades o regiones”. Para los pueblos indígenas son llamados **cultivos ancestrales**, es decir, plantaciones que cosechaban sus antepasados antes de la colonización. Después de este hito histórico, muchos cultivos de la zona se perdieron por ser catalogados por la Iglesia Católica como alimentos del diablo, ya que eran utilizados en rituales como la quínoa. Además de ser tildados de comida para pobres por ser propio de las comunidades indígenas. Por lo tanto, estos **cultivos ancestrales de carácter endémico y de origen altiplánico, son plantas olvidadas en el tiempo, sin embargo, hoy se están potenciando gracias a que son productos de carácter gourmet, medicinal y altamente nutritivos**. El Ministerio de Agricultura, la CONADI y otras entidades están intentando fomentar estos productos, buscan rescatar y valorizar estos cultivos en el mercado. De esta forma incorporarlos a la dieta de los chilenos

a través de ferias gastronómicas, menús de restaurantes, ferias locales y supermercados. Lo que se quiere hacer es, **valorizar el patrimonio agroalimentario, lo que permite por un lado, rescatar y valorar estos cultivos como un producto con identidad territorial**. Y por otro, potenciar tanto su cosecha como su consumo, incorporando prácticas innovadoras, que sin duda contribuirán a mejorar la competitividad de la agricultura familiar. En los últimos años, las organizaciones mencionadas anteriormente han hecho un esfuerzo por favorecer especialmente la cría de quínoa en el país. Han invertido en el desarrollo de varios programas que aumenten la calidad de este cultivo porque está siendo muy demandado a nivel nacional e internacional. Por esto mismo, será la especie endémica elegida para la elaboración del proyecto.



ALGARROBO



CAIGUA



PAPA



ALFALFA



QUÍNOA



TAMARUGO



MAÍZ



CHAÑAR



TRIGO

6.5

ALFARERÍA

Los atacameños desarrollaron una importante producción alfarera, le han llamado “uya” a la arcilla que recogen a las orillas de los ríos. La decoración de su alfarería poseía una cultura con una elevada sensibilidad estética. Sin embargo, su uso dejó de ser tan importante, hoy se confecciona como souvenir, objetos domésticos o para los pocos rituales que practican. Una actividad tan delicada y tradicional, pasó a no tener relevancia y poco valor para los ojos de las personas que no aprecian la cerámica. En San Pedro de Atacama se sigue desarrollando esta labor, todo lo hacen de manera artesanal y sacan la arcilla atacameña con sus propias manos.

Como lo hace hoy, Elena Tito, nombrada el 2015 Tesoro Humano Vivo por la Unesco y el Consejo Nacional de Cultura y Arte. Esta maestra artesana alfarera atacameña de 64 años, utiliza técnicas de alfarería que datan de hace más de 3.000 años atrás. Dice que, “es parte de mi cultura, de los ancestros porque yo los estoy conservando todavía”. (83) Esta es una de las razones porque el proyecto trata de tomar como material la arcilla, ya que además de ser una materia prima que filtra y exuda agua, es un elemento que significa mucho para una cultura y hay que mantener viva la tradición.



Como se explicaba anteriormente, la alfarería tradicional de la zona se trabaja a mano. La materia prima se extrae por el mismo alfarero, se mezcla con agua hasta agarrar la consistencia adecuada y se modela con las propias manos. Sin embargo, con el tiempo se fueron adquiriendo otras técnicas para trabajar la arcilla o la greda, las cuales no le quitan el carácter artesano.



También está el torno, es otro tipo de modelado, el cual consiste en proporcionar fuerza centrífuga a una masa de barro, ésta gira usando tracción humana o eléctrica. Pero cuando se involucra la máquina, pierde su carácter artesanal.

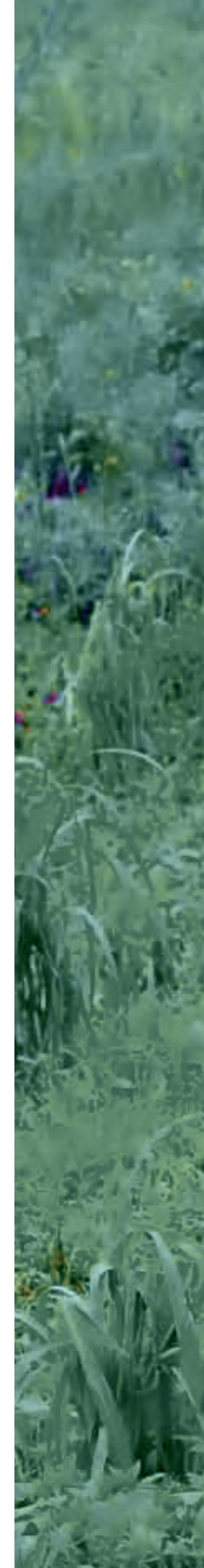


Al mismo tiempo, está la técnica de moldaje, en ésta se crean los positivos a mano, para luego con yeso hacer el negativo. Y así poder replicar de manera artesanal algún objeto repetidas veces. De esta manera, se obtiene más de una vez el mismo elemento.

PROBLEMAS DE HOY

En general uno de los mayores problemas para las 9 etnias que quedan, es que el 31,2% de la población vive en pobreza en comparación con el 19,3% de la población no indígena. A estas cifras se le suma el 8,2% de la población indígena que vive en situación de extrema pobreza con respecto al 4,1% de los no indígenas. (84) Esto ha traído consecuencias negativas para la conservación de las diferentes culturas, ya que significa que el Estado no le ha prestado la suficiente atención para desarrollar políticas públicas para este sector. Sin embargo, en el Censo 2017, se publicó que el 12,8% de la población se considera perteneciente a un pueblo indígena u originario. (85) Este resultado es positivo ya que, mientras más grande es la población, tiene mayor relevancia e incidencia hacer leyes enfocadas en favorecer a este grupo. Fue una noticia provechosa, ya que es un mal momento para estas agrupaciones, especialmente para las 275 comunidades indígenas que viven entre Coquimbo y Arica. Son 330.209 personas pertenecientes a las etnias aymara,

quechua, atacameña, colla y diaguita que viven en la zona norte del país. Éstas están sufriendo una escasez hídrica severa, la cual se estima que para el 2030 tendrán sequía extrema, panorama poco alentador para estas culturas. Esto ya ha estado generando una migración, tanto por la falta de trabajo y oportunidades en sus lugares de origen, como por la sequía que causa la muerte de los ganados y cultivos. Por ejemplo, el 81,6% de los atacameños están viviendo hoy en Calama contra el 18,4% que siguen viviendo de manera rural en San Pedro de Atacama. Su población está envejeciendo, los más jóvenes prefieren estudiar o trabajar en la mina que genera más ingreso. (86) No hay mucho trabajo en los oasis donde viven desde sus orígenes, ya no pueden vivir de sus típicas actividades como lo era la agronomía. Esto genera una pérdida de tradiciones, las comunidades indígenas deben adaptarse a los problemas del siglo XXI, pero sin dejar de lado su cultura. Hay que encontrar una manera de adaptarse sin perder las tradiciones.





Imag. 72

A woman wearing a straw hat and a red patterned shawl is holding a large bundle of colorful quinoa plants. The plants are in various stages of growth and color, including pink, orange, and green. The background is a blurred outdoor setting.

07

• QUÍNOA

7.1

CULTIVO ANCESTRAL

Quínoa, quinua, kinwa o dawé. Estos son los diferentes nombres que recibe este grano ancestral, en las diferentes zonas donde se produce. Su origen proviene de Los Andes de Sudamérica, sin embargo, hoy Bolivia lidera las cifras, concentrando más del 60% del total de la superficie sembrada. Luego en el segundo lugar está Perú, con un poco más del 30% y en tercer lugar está Ecuador. Argentina, Chile y Colombia tienen superficies muy por debajo de los tres exponentes. En el caso de Chile, contamos con menos de 1.000 hectáreas en el año 2015, lo que representa el 0,5% del total de la superficie registrada en el mundo ese año. Sin embargo, ha sabido reconocer el potencial del producto y está preparándose para un mejor desarrollo comercial. En nuestro país aún se realizan las prácticas ancestrales en torno a este cultivo por parte de los pueblos andinos y mapuches en el sur. Gracias a ellos, se produjo una conservación de los granos endémicos en estado natural, uno de ellos proviene de las zonas de salares en el norte. En el Altiplano, la quínoa juega un rol predomi-

nante en el patrimonio agrícola de las comunidades, no obstante, en la actualidad las mayores superficies no sobrepasan las 4 hectáreas por agricultor. Para estas comunidades, la quínoa aún se cultiva mayoritariamente de manera tradicional o ancestral, caracterizada por la ausencia del uso de fertilización química, control químico de plagas y enfermedades, y bajo nivel de mecanización en todo el proceso productivo. Los suelos recuperan su fertilidad gracias a la rotación de parcelas y a la complementariedad con la cría de animales, que aportan nutrientes al suelo a través del guano. La cosecha también se realiza a mano y se concentra entre los meses de abril y mayo, aunque en algunas zonas puede ser más temprana, dependiendo de las condiciones climáticas. Este factor afecta a las plantaciones de la zona norte, pero este cultivo ancestral es una alternativa eficiente para la adaptación de la agricultura al cambio climático, ya que tiene alta tolerancia a las adversidades. (87)

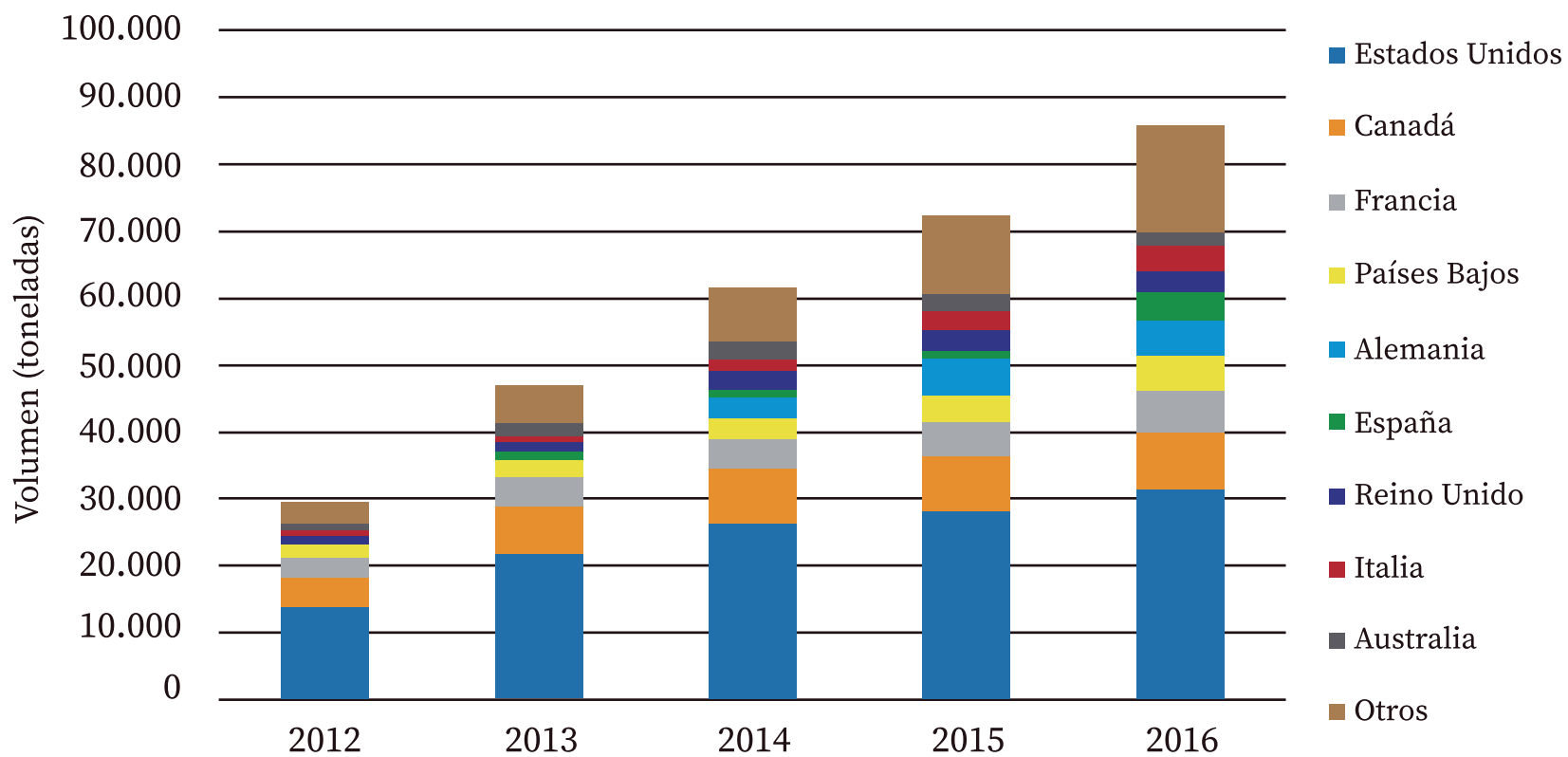




7.2
DEMANDA

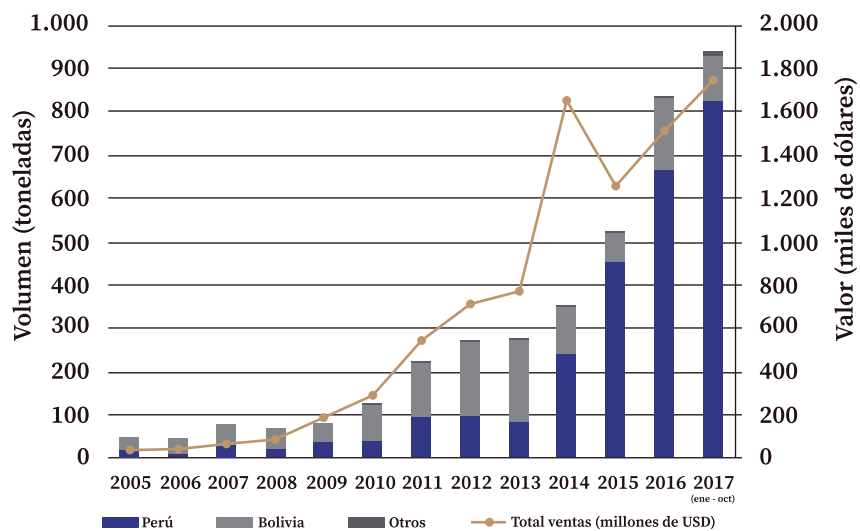
Hay una demanda creciente a nivel mundial de la quínoa, Estados Unidos es el principal importador con un 35-45%, luego viene la Unión Europea concentrando un 30% del total. El gráfico que viene a continuación, demuestra el alto interés de los países desarrollados en consumir este alimento, por su riqueza nutricional principalmente. (88)

Importaciones mundiales de quínoa, período 2012 - 2016 (toneladas)



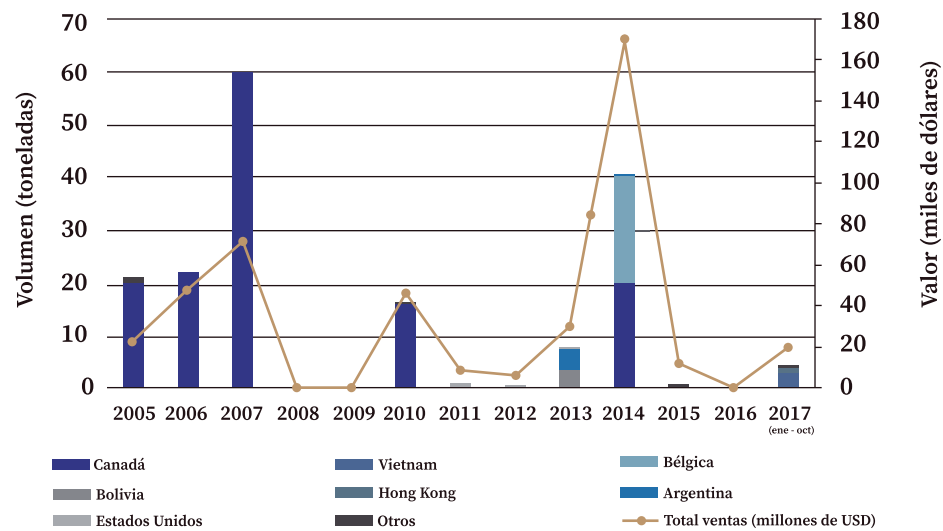
Las cantidades de quínoa importadas al país han crecido exponencialmente en los últimos años, mientras que las exportaciones de este producto no son muy significativas. En Chile el mercado de la quínoa está creciendo y a su vez la demanda de esta, viendo esto como una oportunidad para el país para reemplazar estas importaciones y aumentar la producción nacional. La razón de que nuestras exportaciones no sean tan importantes, es porque Chile solo exporta quínoa orgánica, es decir, todo el proceso desde la siembra hasta la cosecha y elaboración del producto final es lo más artesanal posible. Por esto mismo, que los precios son más elevados, el producto final tiene un peso cultural detrás. Sin embargo, nuestras importaciones al ser alentadoras, dan señales positivas para potenciar el consumo nacional de la quínoa chilena. (89)

Origen de las importaciones chilenas de quínoa, en valor y volumen, período 2005 - 2017 (miles de dólares y toneladas)



Fuente: Elaborado por Odepa con información del Servicio Nacional de Aduanas.

Exportaciones chilenas de quínoa, en valor y volumen, período 2005 - 2017 (miles de dólares y toneladas).



Fuente: Elaborado por Odepa con información del Servicio Nacional de Aduanas.



CENSO Agrícola 2015: menos de 1.000 hectáreas en el año 2015 estimadas, lo que representa 0,5% del total de superficie registrada en el mundo, en manos de 300 productores de pequeña escala.

Perú (30%) y Bolivia (60%) concentran alrededor de 80% del volumen total de quínoa exportada al mundo.



Consumo (Estudio FAO, 2015)
 Bolivia 2,37 kilos/habitante/año
 Perú 1,15
 Holanda 0,13
 Francia 0,04
 Estados Unidos 0,03
 Chile 0,02
 Alemania 0,02



Hábito de consumo en Chile:
 70% de los consumidores son mujeres
 41% “ son de sector socioeconómico CIB
 44% ” la consumen desde hace 5 años, es decir,
 es un alimento reciente en nuestra cultura
 35% “ la consumen 1 vez a la semana o más
 44% ” la consume al desayuno
 Son consumidores preocupados de su salud y bienestar.

Producción de quínoa en Chile



Arica y Parinacota

Tarapacá

Antofagasta



Libertador Bernardo O'Higgins

Maule

Araucanía



7.3

SUPERALIMENTO

Características de la quínoa:

Amplia variedad genética

La adaptabilidad que tiene este grano explica su amplia distribución geográfica. De los 5 ecotipos registrados en el mundo, solo dos de ellos se producen en Chile de manera legal. A más de 3.000 m.s.n.m. en zonas de salares aparece la quínoa del altiplano y en zonas costeras está la quínoa a nivel del mar. También se puede encontrar en valles transversales con pocas lluvias como lo es Valparaíso, o incluso en lugares más húmedos como en Chiloé. Actualmente, el país cuenta con una sola variedad comercial registrada en el Registro Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), llamada "La Regalona". Sin embargo, ya se están haciendo arduos trabajos para la aprobación de 5 ecotipos endémicos de distintas zonas de Chile, esto significa una ampliación en nuestra oferta de productos. (90)





Adaptabilidad y tolerancia

Chile, detectó la enorme riqueza genética que tiene la quínoa nacional. Está tiene mejores rendimientos agrícolas que en otras partes, ya que, gracias a la variada geografía; el cultivo fue desarrollando mejores adaptaciones a suelos pobres, degradados, con altos contenidos de salinidad o, por otra parte, a zonas húmedas con muchas precipitaciones. Por esto mismo, se han exportado semillas chilenas a África o Estados Unidos. Ambos países quieren producir su propia quínoa, pero tienen suelos áridos donde la quínoa del norte de Chile se ajusta perfectamente a sus tierras. En los años setenta, en el sur de Colorado (USA) se realizaron cultivos experimentales y utilizaron semillas de Chile, esto tuvo resultados positivos y desde ese momento se expandió hacia otras regiones de USA. Más tarde Canadá se vio interesado, se plantó en las planicies de Saskatchewan y Ontario. Se estima que estos países producen casi el 10% de la quínoa global y utilizan material chileno con resultados muy prometedores. En tanto, la introducción de la quínoa a Europa

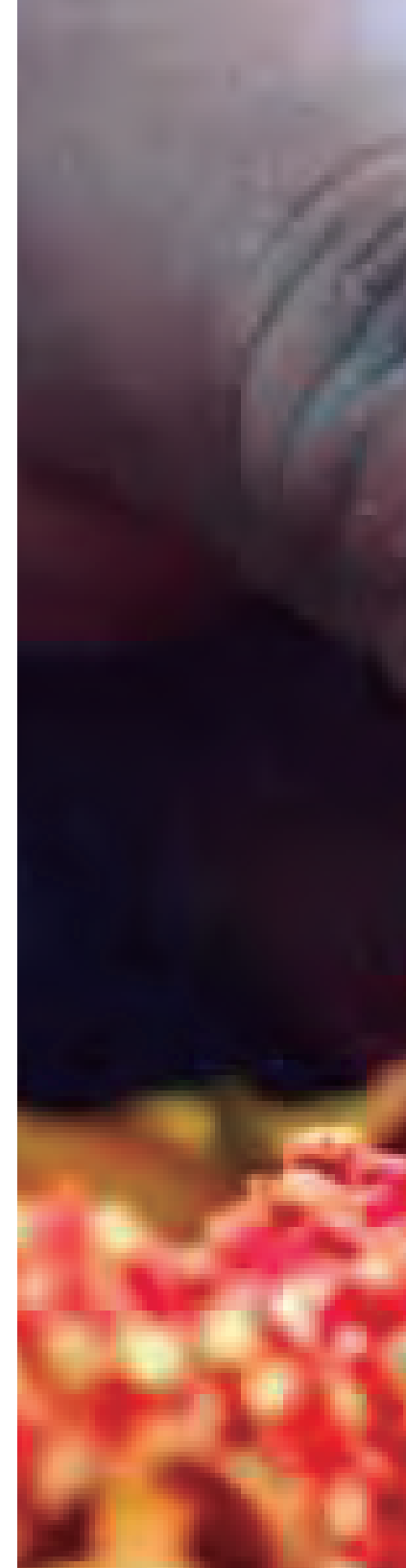
se inició en 1978 también con genotipos chilenos, donde partieron investigaciones en Cambridge, Inglaterra. Las cuales también fueron positivas, luego pasó a Francia donde hicieron un mejoramiento a la semilla y terminó por distribuirse por Dinamarca, Holanda y otros países de la Unión Europea. En Dinamarca es muy reconocida y usada por personas alérgicas al gluten o las que llevan una alimentación saludable. A partir del 2013, a la vista del mundo la quínoa se posicionó gracias a sus atributos nutricionales y especialmente por su aporte a la seguridad agroalimentaria, en un escenario mundial marcado por los cambios climáticos con consecuencias terribles por la escasez hídrica. Por ejemplo, la quínoa que se llevó a Mali, África del Oeste, es chilena, ya que, las condiciones agroclimáticas estresantes del centro-norte de Chile son similares a las del país africano. Se probaron semillas también de Argentina y Bolivia, siendo la quínoa nacional la más resistente y con mejores cultivos en ambientes hostiles. (91)

Cualidades nutricionales

“Las características nutricionales de la quínoa son superiores a las de otros vegetales, ya que se trata de un alimento completo, que posee todos los aminoácidos esenciales que requiere el ser humano (leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.” (92) Su alta calidad en proteínas y aminoácidos llamaron la atención de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y decretaron al año 2013 como el año internacional de la quínoa, con el fin de potenciar su cultivo en el mundo. Ahora todos los años se hacen congresos internacionales en torno a este cultivo, y el 2019 Chile fue la sede. (93) Es un cultivo que está agarrando fuerza en varias partes del mundo, gracias a su sabor, riqueza nutricional, valor cultural, adaptación al cambio climático, seguridad alimentaria y diversidad de formas de consumo.

Bajo costo de producción (excepto en Chile)

El científico y Doctor Enrique Martínez del CEAZA explica: Nuestros vecinos son las potencias en producción de quínoa, a pesar de que sea también endémico del país. Perú y Bolivia tienen mayor % de población indígena, lo cual favoreció desde la época precolombina a la conservación del cultivo. Sin embargo, actualmente ellos exportan de manera masiva, se perdió el proceso cultural, usan químicos, máquinas, etc; por esto mismo mantienen precios más bajos de venta, porque la producción es más barata. En Chile aún se mantienen las tradiciones desde la siembra hasta la cosecha, los productos finales vienen con sello orgánico, ya que se ocupa la agroecología. Por ende, se venden más caros los productos nacionales, no se puede competir con los precios bajos de los otros países. (94)
(E. Martínez, comunicación personal, 26 de julio, 2019)



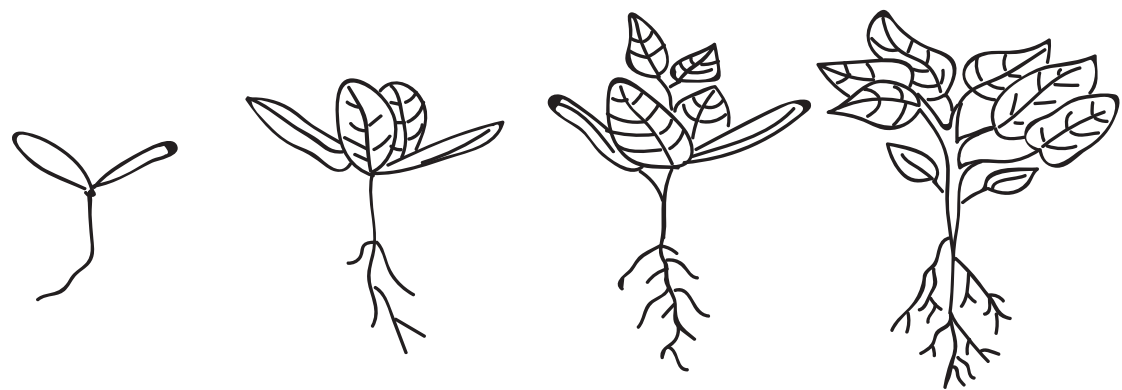


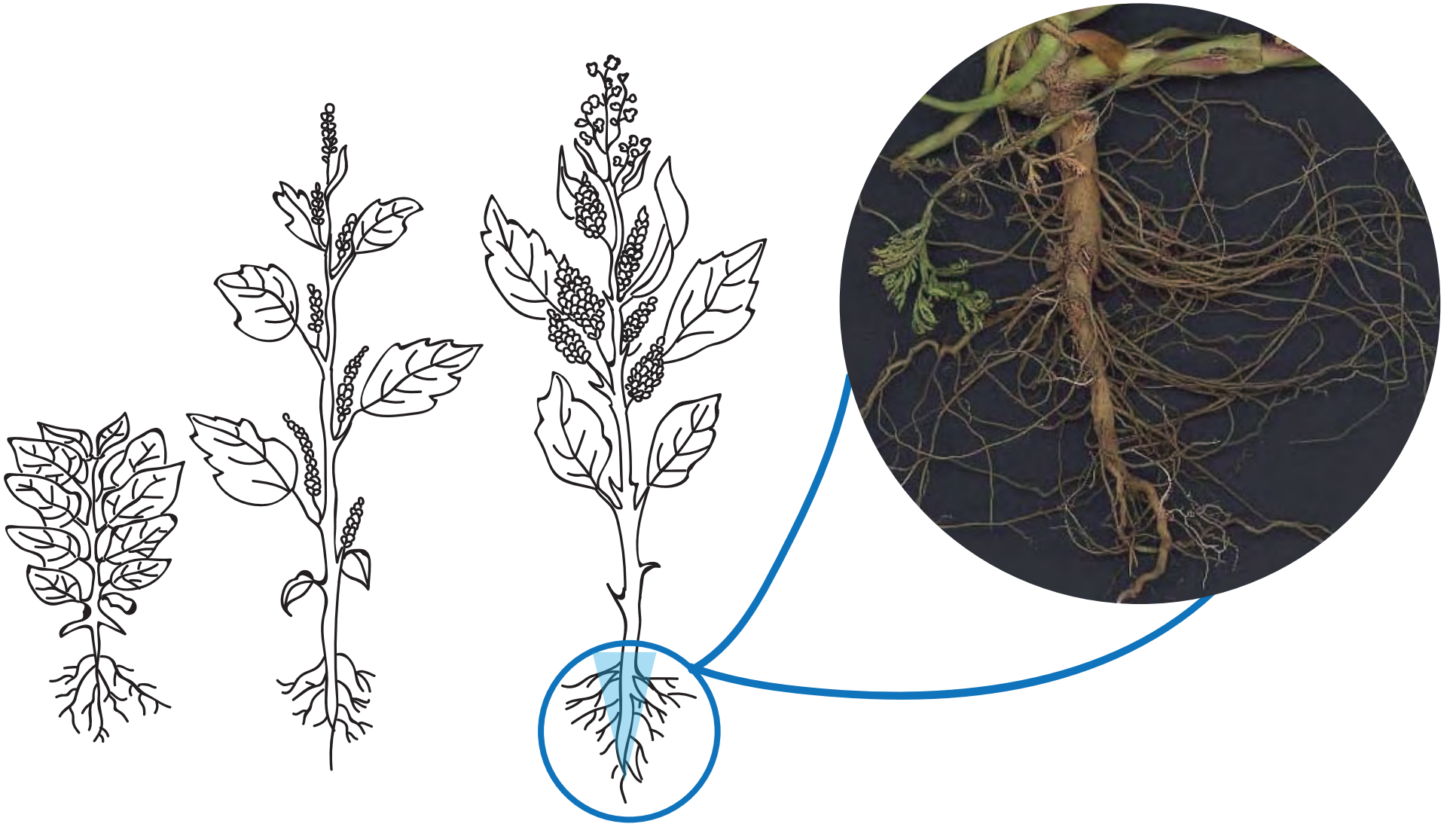
7.4

RIEGO

La quínoa responde al clima y a su unidad geográfica, la temperatura adecuada para el cultivo es de 15 a 20°C, pero puede soportar temperaturas entre -4°C hasta 38°C. Es una planta eficiente en el uso del agua, pudiendo crecer en suelos con baja humedad y salinos con pocas precipitaciones. La quínoa chilena como se explicaba anteriormente, tiene una amplia adaptación a diferentes condiciones agroecológicas, en comparación con las otras, ésta es más tolerante a más tipos de suelos, distintos niveles de precipitaciones, temperaturas, altitudes, temperaturas y sequías. Todo esto se debe a que es un cultivo que se ha desarrollado en distintos contrastes a lo largo del país. (95)

Etapas fenológicas







Es importante señalar que la quinoa presenta tolerancia a la sequía, a través de diversos mecanismos como su sistema radicular muy ramificado y profundo, a la reducción de su área foliar por eliminación de hojas en condición de estrés. Las semillas de quinoa en condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura pueden germinar muy rápidamente. El agua es esencial para la iniciación del proceso y el mantenimiento de un metabolismo apropiado.

Como se explica en el párrafo anterior, la quinoa es tolerante a las adversidades gracias a sus eficientes mecanismos de defensa. Sin embargo, no por que sea tolerante significa que sea bueno para el cultivo. Por el contrario, como se ve en la figura 9, si se tiene la humedad óptima en el suelo la quinoa crece apropiadamente, llegando a medias casi 3 metros de altura. Pero si las plantaciones están en lugares de sequía como ocurre en el norte de Chile, éstas no tendrán los mejores granos, ya que la planta se concentra en crecer para abajo en busca de agua y no para arriba. Según el geógrafo de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso con Magister en Ciencias agrónomas y ambientales, Pablo Olguin, "la quinoa chilena es la que tiene los niveles nutricionales más altos, la desventaja es que es muy pequeña por las condiciones agroclimáticas del país. Eso nos perjudica porque todos prefieren los granos más grandes de Perú y Bolivia y nadie se da cuenta que la nuestra es un alimento más completo y tiene un peso cultural tremendo; tenemos sello de calidad y mano campesina." Por lo tanto, a pesar de que sea un cultivo muy resistente, la sequía afectan al crecimiento de la planta. (96) (P. Olguin, comunicación personal, 26 de julio. 2019)

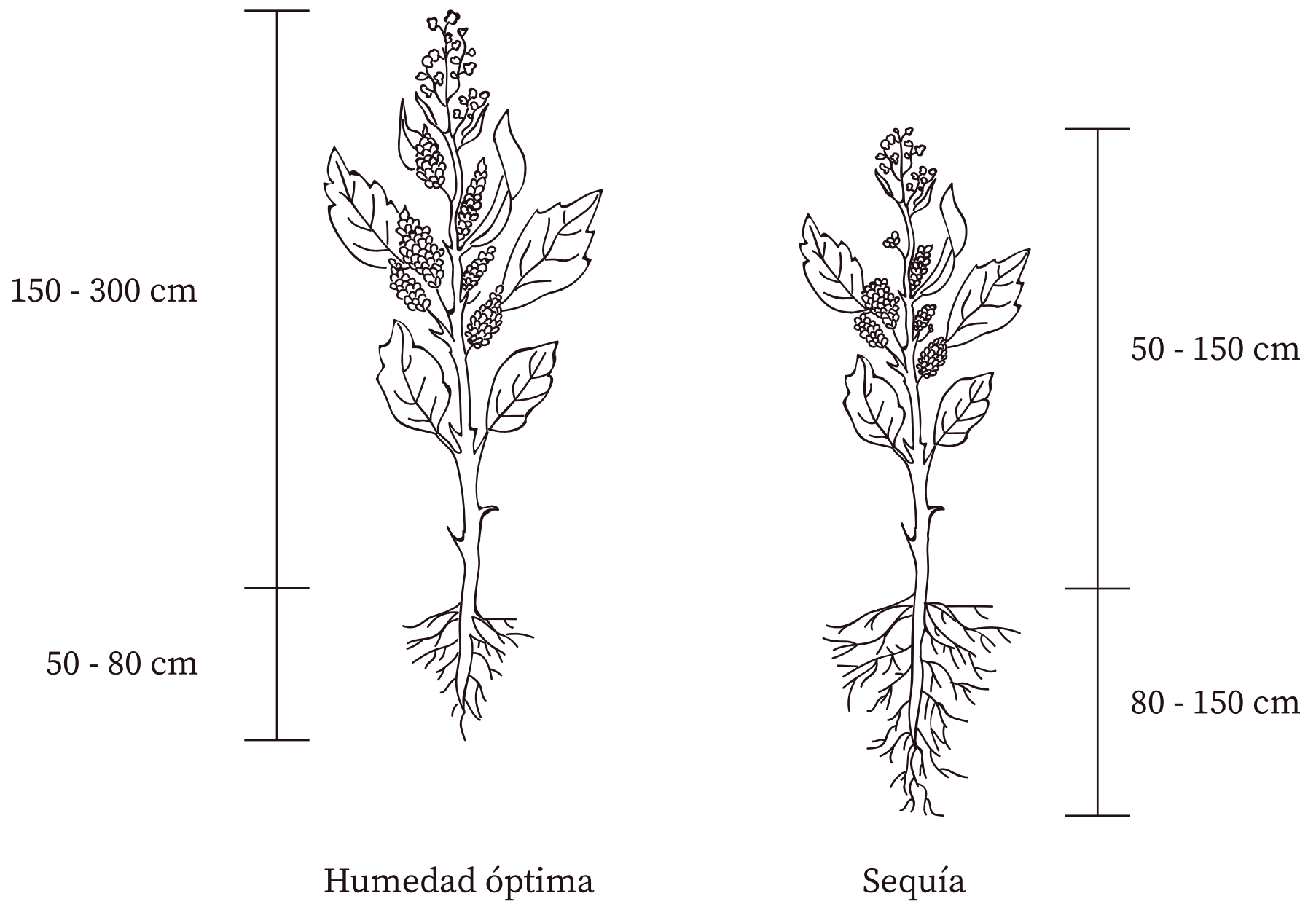
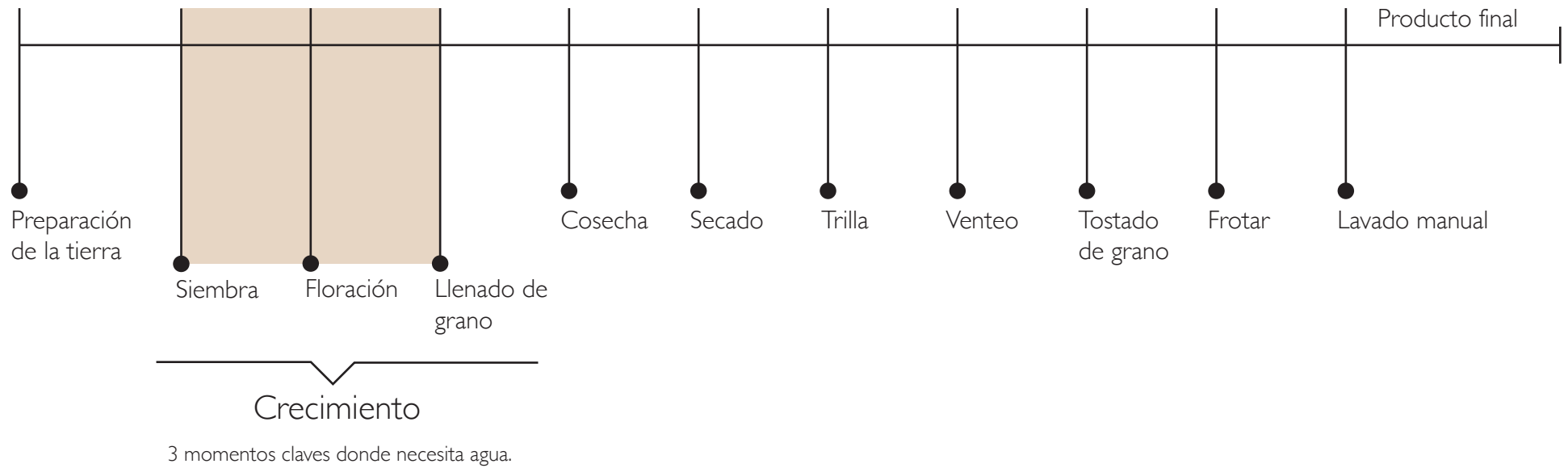


Fig. 9

Línea de producción



Valores promedios de la duración de las fases fenológicas de 17 fenotipos de quinua en condiciones de la costa peruana

FASES Y SUB FASES	PROMEDIO / DÍAS	RANGO / DÍAS
0.0 - 0.9. GERMINACIÓN	05	3 - 8
1.0 - 1.9. DESARROLLO VEGETATIVO	33	33 - 38
2.0 - 2.9. RAMIFICACIÓN		
3.0 - 3.9. DESARROLLO DEL BOTÓN FLORAL	45	31 - 68
4.0 - 4.9. DESARROLLO DE LA INFLORESCENCIA	60	39 - 97
5.0 - 5.9. FLORACIÓN	77	45 - 132
6.0 - 6.9. ANTESIS	82	52 - 136
7.0 - 7.9. CRECIMIENTO Y ESTADO ACUOSO	100	61 - 147
8.0 - 8.9. FRUTO ESTADO LECHOSO	114	70 - 164
9.0 - 9.9. FRUTO ESTADO DE MASA	136	83 - 190

Fuente: Guía de cultivo para quinua, FAO. Lima, 2016

7.5

LA QUÍNOA HOY

El mundo ha vuelto su mirada a la quínoa. Considerándola como uno de los alimentos de mayor futuro por la FAO y recomendado por médicos, nutricionistas y chefs, la quínoa también se gana un espacio en Chile y el INIA es uno de los actores principales en su rescate y puesta en valor. (97) Uno de los problemas recae en que no hay políticas para el fomento de la quínoa, hay prioridad en otros cultivos más rentables, sin embargo, distintas universidades y entidades científicas se encuentran trabajando en el desarrollo de más variedades. El INIA, que trabaja para el Ministerio de Agricultura, cuenta con un programa de desarrollo de ecotipos a nivel nacional, el cual busca ofrecer más diversidad comercial y al mismo tiempo preocuparse del agricultor. Es importante hacer foco en los productores, ya que el 90% de la producción de la quínoa es elaborada por pequeños agricultores; los cuales tienen pocos recursos y trabajan de la manera más artesanal posible.(98)



Elaboración del autor

De ser considerado en el pasado como un “cultivo del diablo”, luego a un “cultivo de indios”, actualmente es reconocido como uno de los cultivos más prometedores a nivel estratégico en el mundo. Debido a su potencial en el logro de la seguridad alimentaria y nutricional, además como alternativa para solucionar los graves problemas de nutrición humana en países subdesarrollados. A esto se le suma, su importante potencial gastronómico y comercial. (99) El negocio culinario ya vio la riqueza tradicional y nutricional que trae el producto y se está aprovechando de ésta. Especialmente en San Pedro de Atacama donde el papel de la gastronomía atacameña es muy importante para potenciar el turismo. De hecho, el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) con el apoyo del FIA, impulsaron un proyecto que buscaba valorizar la quínoa atacameña a través de su caracterización, elaboración de productos funcionales y fortalecimiento de las cadenas de comercialización. Hoy se está viendo la posibilidad de desarrollar distintos productos gourmet, como cervezas, barras energéticas, snack, harinas, entre otros. (100)





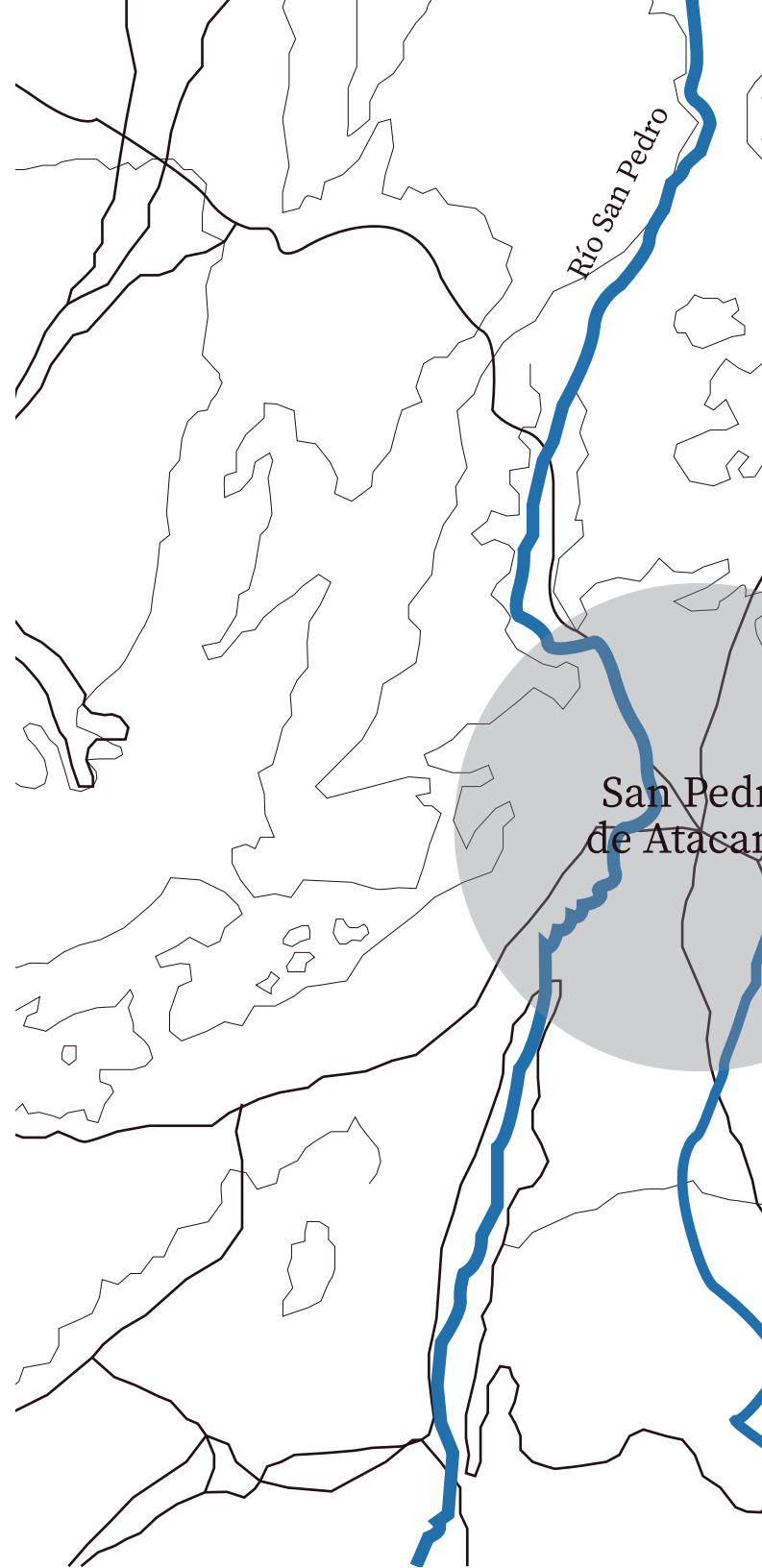
08

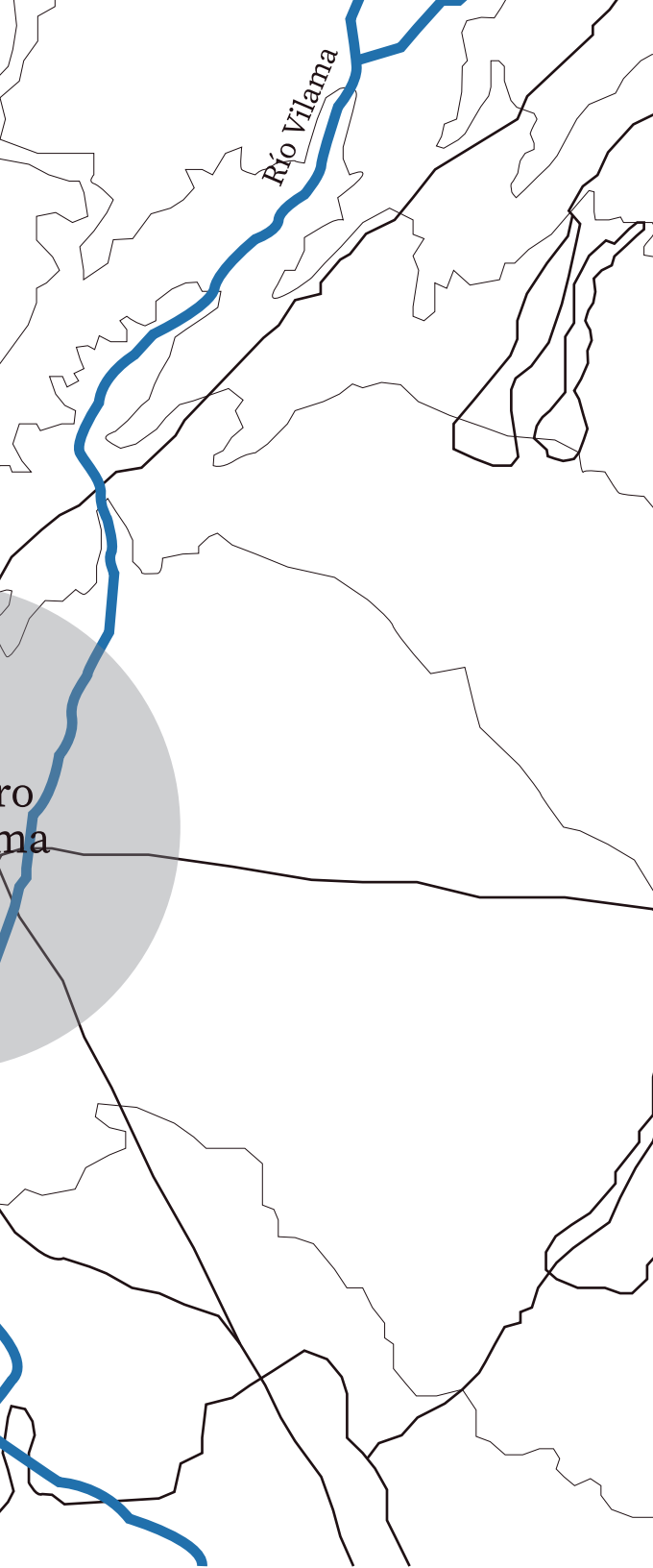
• SAN PEDRO DE ATACAMA

8.1

ESCASEZ HÍDRICA

San Pedro de Atacama nació hace más de 3.000 años entre medio de 2 ríos, el río San Pedro y el río Vilama. Éstos disminuyeron significativamente como se muestra en los registros que comenzaron en 1940. (101)





RÍO SAN PEDRO

1940: caudal medio anual de 1.127 l/s

2014: caudal medio anual de 620 l/s

Disminución del **45%** del caudal.

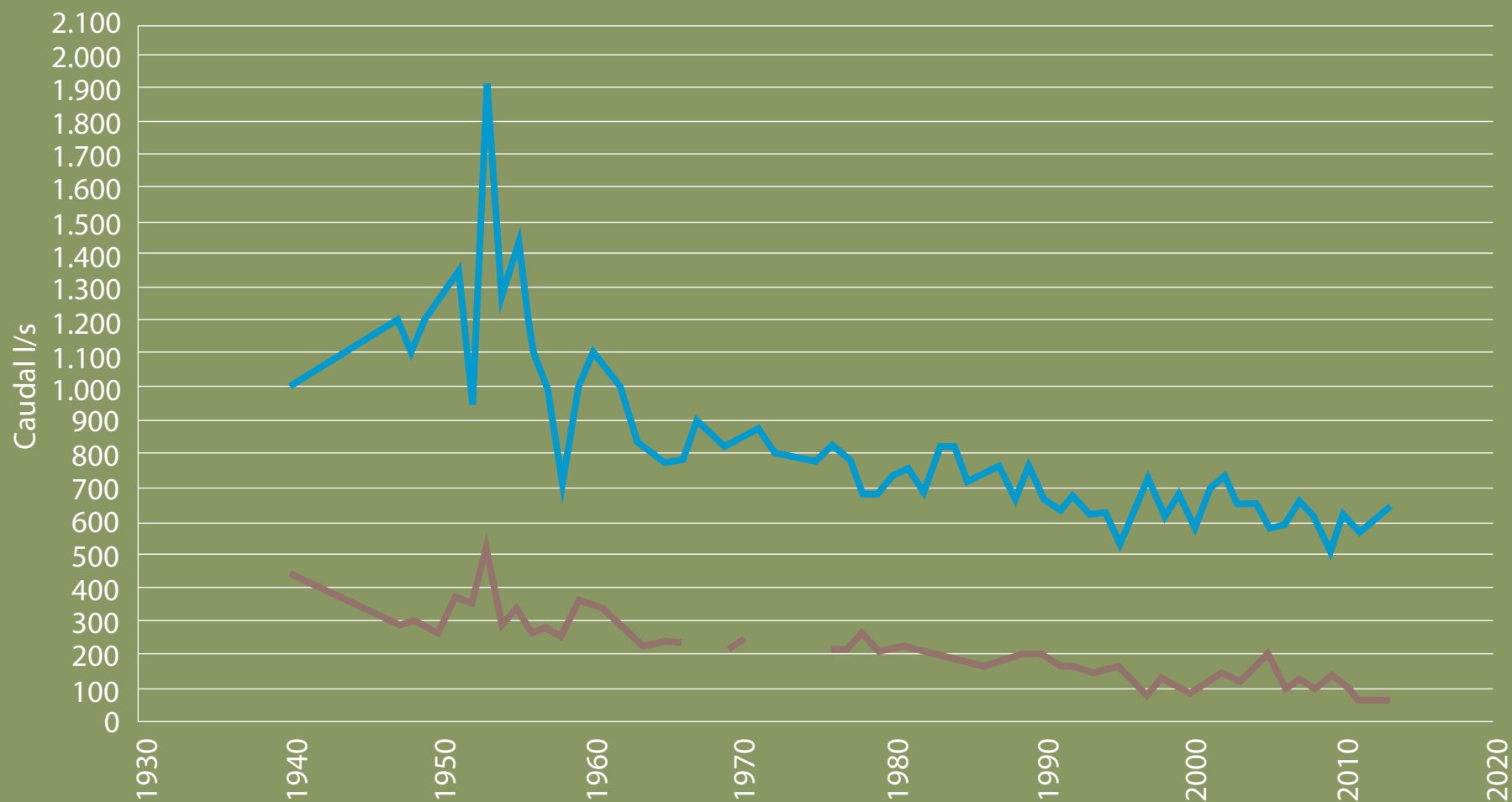
RÍO VILAMA

1940: caudal medio anual de 332 l/s

2014: caudal medio anual de 76,7 l/s

Disminución del **77%** del caudal.

Fig. 9



Disminución de los caudales de los ríos San Pedro y Vilama (1940-2014).
Fuente: elaborado en base de datos DGA, Geofun-Procivil 2000, Oyarzún 2002.

— Río San Pedro
— Río Vilama

A lo largo de los años aumentó su demanda y no hubo una preocupación tangible por parte de las autoridades. A esto se le suma las consecuencias del cambio climático y la poca conciencia de ahorro que existe. A pesar de que las personas pertenecientes a la comunidad de lickanantay creen en que los recursos no deben desperdiciarse y hay que cuidarlos, no es suficiente para generar un uso eficiente del agua. Son inevitables las altas temperaturas, la evaporación del agua y su escasez, es parte del calentamiento global y las propias características de la zona norte. Sin embargo, hoy es indispensable tomar medidas drásticas al respecto. Por esto mismo, **la relevancia de continuar discutiendo el tema del agua, el riego y los cultivos en los ayllus de San Pedro de Atacama parte de la constatación de la disminución de aproximadamente un 50% de los caudales de sus ríos en los últimos 79 años.** Este hecho le da a la investigación una visión agronómica, frente a la desertificación de suelos producto de la escasez hídrica, con un enfoque social y cultural.

8.2 SALINIDAD

Como se explica en la figura 10, el agua siempre viene acompañada con otras partículas, especialmente en el norte que las aguas son ricas en minerales y sales (Na^+). Al haber altas temperaturas, el agua se evapora con mayor rapidez. Por lo tanto, solo la partícula de H_2O se evapora y los demás componentes se quedan en la superficie, en su mayoría, las sales. Esto genera una pérdida en el rendimiento de los cultivos, hasta causar la muerte de las plantaciones. De hecho, la alta presión osmótica de la solución del suelo en San Pedro de Atacama, es la responsable de la baja productividad de los cultivos de la zona. A estos suelos se les denomina, suelos salinos. (102)



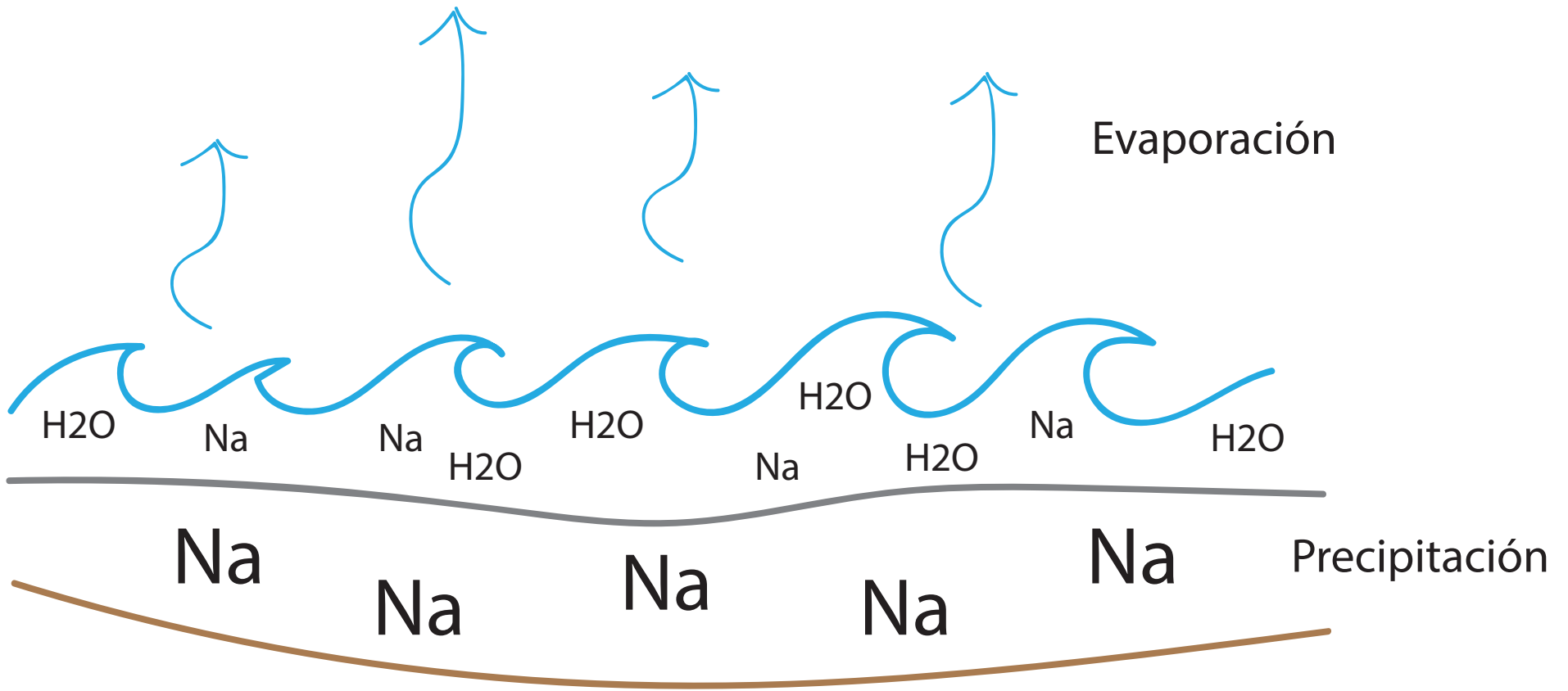


Fig. 10

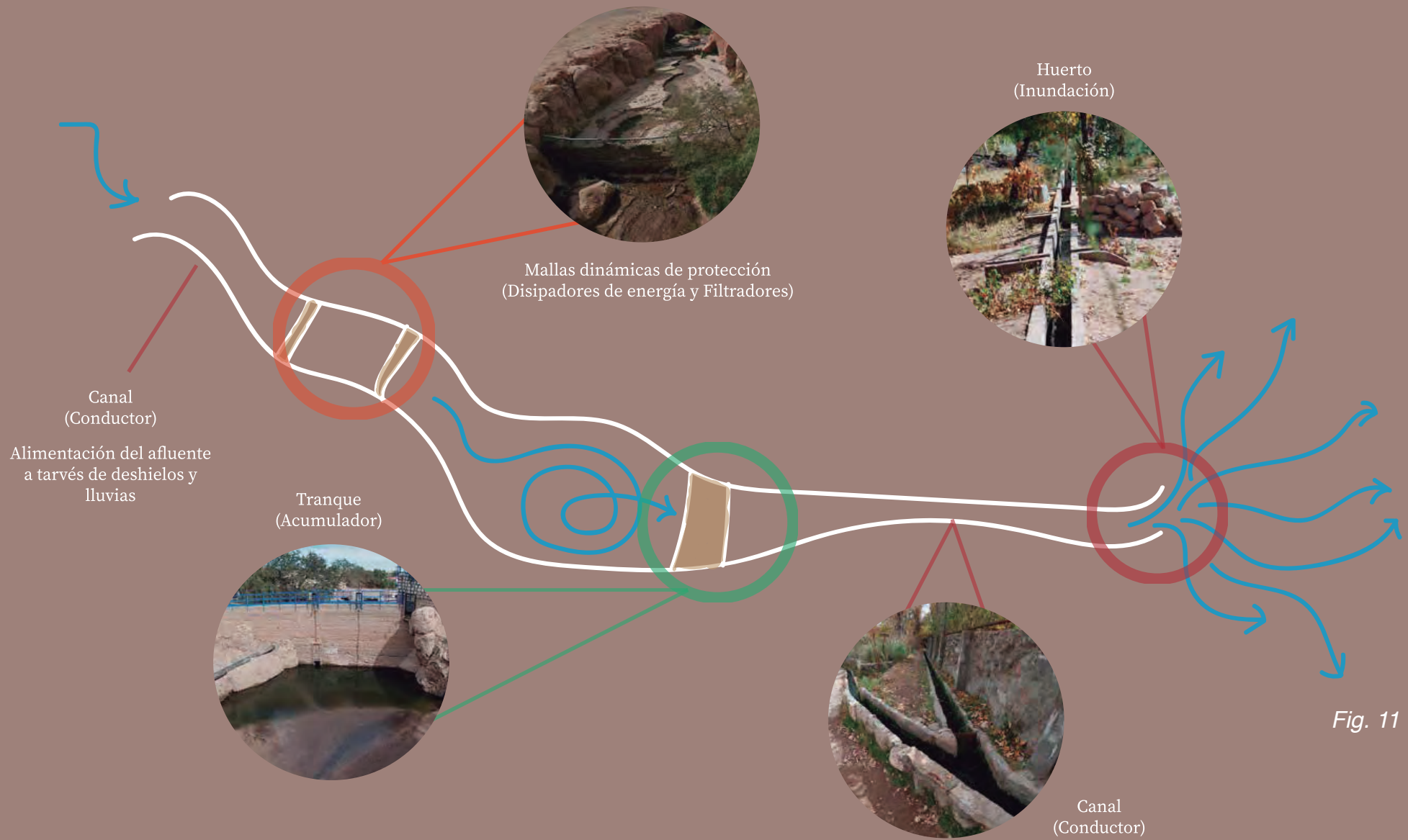


Fig. 11

8.3

RIEGO

En todo trayecto del sistema por canales, como sale en la figura 11, hay una disminución del 40% aproximadamente del agua, pero cuando llega al predio y se riega por tendido, disminuye su eficiencia al 70%. Para la comunidad atacameña es difícil ocupar otros sistemas más eficientes, como el de goteo, porque se tapan fácilmente por las sales del agua, además de que monetariamente no es rentable el sistema y su mantención para los campesinos. Además de que los demás sistemas ocupan electricidad, es decir, necesitan de un sistema eléctrico, con una mantención de filtros y bombas constante. Son estas las razones del por qué el riego por tendido o superficie, es el más utilizado en el mundo, en Chile y en San Pedro.

El riego por tendido en San Pedro cubre un 99,15% del total de la superficie regada. (103) Y no es el único lugar de Chile donde ocurre esta misma situación, por ende, la ODEPA ha anunciado en varias ocasiones que “se requiere diseñar un sistema de riego y de conservación de agua acordes con las características económicas y tecnológicas de estos agricultores, a bajo costo, aplicable a pequeñas escalas”. (104) Los nuevos sistemas de riego por muy eficientes que sean, no siempre son aptos para algunos lugares, hay que considerar varios factores para que estos den resultados óptimos. En el norte, el tema de las sales y los recursos económicos son esenciales como puntos a considerar antes de instalar un sistema. Según el ingeniero en ejecución agrícola, Carlos Morales, Coordinador Regional de Agricultura Orgánica y Convenio CNR - SAG, “se percibe que los requisitos de los diferentes instrumentos de fomento al riego no se adaptan a la realidad local de los agricultores.” Además, declara que la situación es más compleja aún ya que, “se visualizan escasos niveles de fiscalización de las obras de riego financiadas por diversos fondos disponibles, en su ejecución y funcionamiento lo que se traduce en obras con una vida útil reducida. Es decir, los programas de asesoría técnica que se le otorgan a los pequeños agricultores son a corto plazo, y no cuentan con presencia permanente o trabajo de acompañamiento en la implementación y desarrollo de proyectos.”(105) (C. Morales, comunicación personal, 26 de abril de 2019) El Gerente de Sustentabilidad de Quiñeco S.A, Álvaro

Lo que debería ser



Sapag, aseguró también que **“no existen suficientes obras de acumulación a pequeña escala que permitan mejorar la seguridad de riego”** y que **“la infraestructura de riego no necesariamente se adapta a las características de cada zona, por lo que se requieren diseños adecuados a cada territorio y sus características geográficas y ambientales.”** Por lo tanto, la solución está en **“asegurar el agua y eficientar los procesos a fin de optimizar el uso de recurso aumentando la superficie de riego para la agricultura de subsistencia, y que puedan aumentar la producción para mejorar la economía familiar. Esto significa acumular agua y usar la red ancestral o mejorarla o construir una paralela sin afectar la cultura y tradición.”** (106) (A. Sapag, comunicación personal, 30 de abril de 2019)

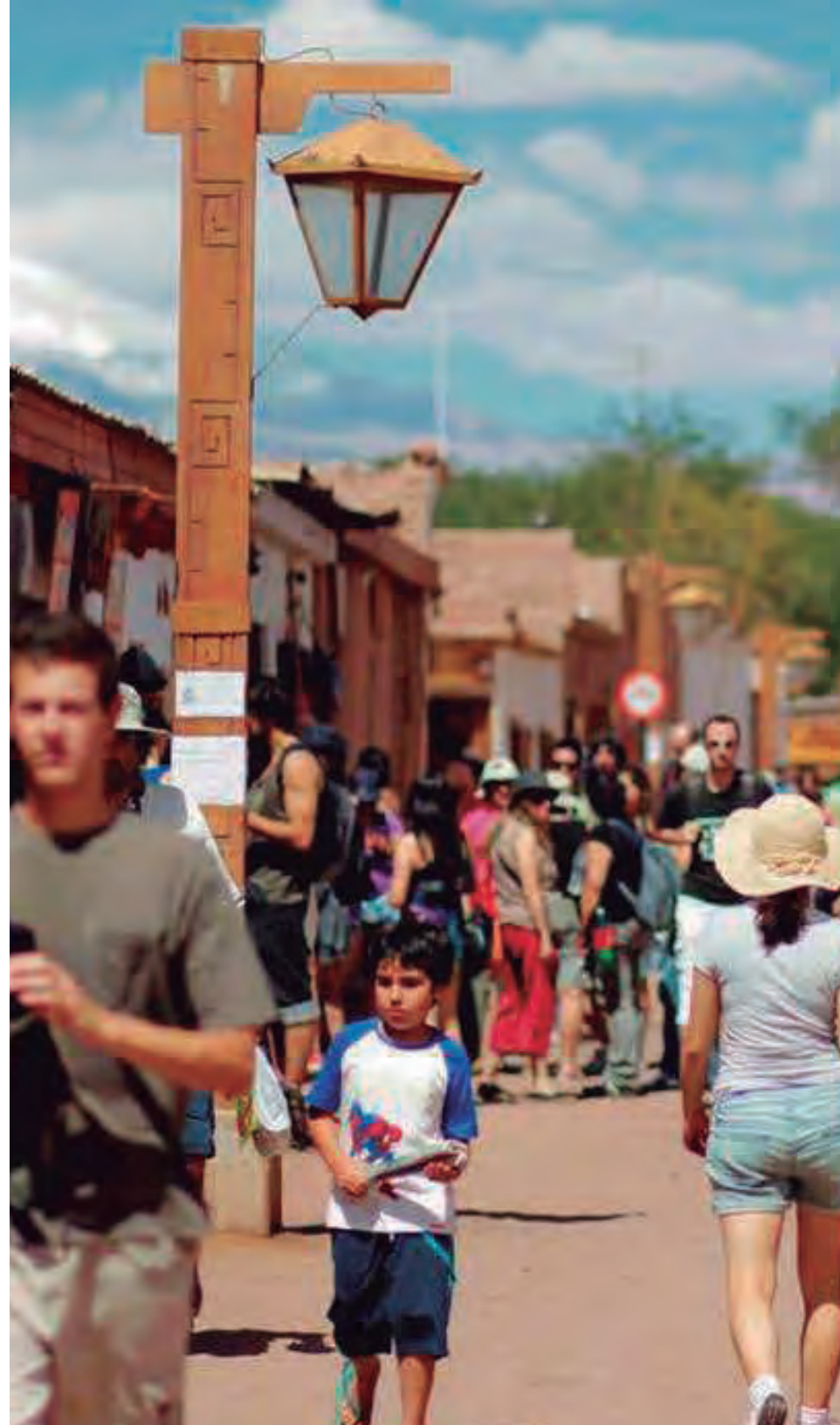
Lo que es



El riego por tendido o inundación, cubre un 99,15% del total de la superficie regable en San Pedro de Atacama.

8.4 TURISMO

San Pedro de Atacama recibe 250.000 turistas al año, es el segundo lugar más visitado de Chile, después de las Torres del Paine. Y está puesto número 22 en mejores lugares para visitar en Sudamérica. (107) Es el destino más reconocido de la región y debe su importancia al gran valor arqueológico, cultural y natural de sus atractivos. El turismo de la zona se orienta al “Turismo de Intereses Especiales”, es decir, al desarrollo de actividades para un turista con gustos específicos, tales como la astronomía, paseos outdoor, gastronomía atacameña y aprendizaje arqueológico y cultural. Por consiguiente, Sernatur está trabajando por el “desarrollo de una oferta de nuevos destinos o rutas turísticas del actual destino de San Pedro de Atacama, con productos turísticos innovadores basados en la puesta en valor y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural, arqueológico, histórico y astronómico de los respectivos sitios o territorios en particular de lo relativo de la Cultura Viva del Desierto y a la gestión sustentable de sus recursos y sostenible de su economía.” (108)





No solo esta entidad está interesada en potenciar de tal manera el sector. Actualmente, “las políticas del Gobierno de Chile han catalogado al sector turismo como un sector estratégico y con ello se aspira a una estrategia turística moderna y que sea respetuosa de nuestro patrimonio cultural y ambiental. El Estado se propone potenciar el incremento de inversiones que estimulen la oferta de proveedores y emprendedores locales turísticos para fomentar el aumento de la demanda y flujo de turistas en todo el territorio nacional, identificando polos de desarrollo específicos que se conviertan en verdaderos clústers de turismo sustentable.” (109)

“En un país como Chile, con una alta jerarquía de su atractivo cultural y natural y donde cerca del 19% de su territorio es un área protegida, el TIE, constituye una gran oportunidad en el desarrollo de nuevos tipos de turismo basados en el aprovechamiento del medio natural y su estrecho vínculo con el patrimonio cultural de los destinos.” (110) Por esta razón, el proyecto a trabajar también tendrá un enfoque para que sea un futuro atractivo turístico. La agronomía no está dentro de las actividades comunes que ofrecen los tours de la zona, sin embargo, sus formas de plantar, regar y cosechar sus cultivos endémicos se podrían potenciar a través de su puesta en valor frente a los ojos del turista.

8.5

COMERCIO SUSTENTABLE

Uno de los atractivos turísticos en San Pedro de Atacama son sus restaurantes y su peculiar gastronomía atacameña. Es un lugar donde ha ido en aumento la demanda de los distintos recursos, como los alimentos y el agua. Las 250.000 personas que vienen al año, también disfrutan del gastroturismo de la zona, sin embargo, al haber tanta demanda y poca oferta de cultivos y otros alimentos; se debe importar de otras regiones del norte u otros países que también posean plantaciones endémicas. Como en el caso de la quínoa, Antofagasta tiene 12 hectáreas cultivadas orgánicamente, lo que es altamente valorado en los mercados gourmet. No obstante, pocos productores pueden comercializar el cultivo, ya que por ejemplo la mayoría de los restaurantes en San Pedro, le compran la quínoa a Bolivia. Por consecuencia, al no poder controlar el impacto de la demanda y usarlo a su favor, los locales comerciales decidieron no ocupar sus recursos locales. Según Gabriel Rives, Encargado de Comunicaciones de Pueblos Ataca-

Tierra Atacama Hotel



meños, “No existe una fiscalización en San Pedro de comercio sustentable, pero “Atacama somos todos” tiene como proyecto desarrollar un protocolo de manejo. Sin embargo, existen lugares donde su ideología es la sustentabilidad y la conservación.” (111) (G. Rives, comunicación personal, 24 de julio de 2019) Tales como los grandes hoteles de la zona, “Tierra Atacama Hotel” y el “Explora Atacama Hotel”. Ambos tienen la filosofía de aprovechar al máximo los recursos locales que se le disponen, tienen sus propios huertos y de ahí sacan lo necesario para sus restaurantes. También utilizan aguas grises para no aprovecharse de lo poco que les queda a los ríos Vilama y San Pedro; con sus residuos orgánicos hacen compost para sus huertos o alimentan a sus animales. Con esta nueva ley que se quiere aplicar, la idea es que todos los locales comerciales tengan esta ideología, para así poder mantener el lugar de una manera más sustentable y amigable con el medio ambiente y la comunidad de Ickanantay.

Explora Atacama Hotel





Comercio justo: es un programa que trabaja para mejorar el acceso a los mercados y condiciones comerciales para los pequeños productores y los trabajadores en plantaciones agrícolas. (112)



Denominación de Origen: es un signo distintivo que identifica un producto como originario del país o de una región o localidad del territorio nacional. (113)



Certificado Artesanal: distintivo que garantiza un producto elaborado por pequeños productores campesinos, además de ser sano, artesanal y que fomente el desarrollo local. (114)



09.

● FORMULACIÓN PROYECTO



9.1

PROBLEMÁTICA

La escasez de agua es una realidad y es necesario mejorar la gestión del recurso en la zona, para favorecer la producción de cultivos, y al mismo tiempo, rescatar y valorizar el patrimonio agroalimentario en manos de los pequeños agricultores atacameños. De esta manera poner en valor las prácticas y técnicas ancestrales.



9.2

OPORTUNIDAD DISEÑO

La solución es mejorar la gestión del recurso a través del riego, ya que el 70% del agua se pierde dentro del predio producto del sistema por tendido o inundación.





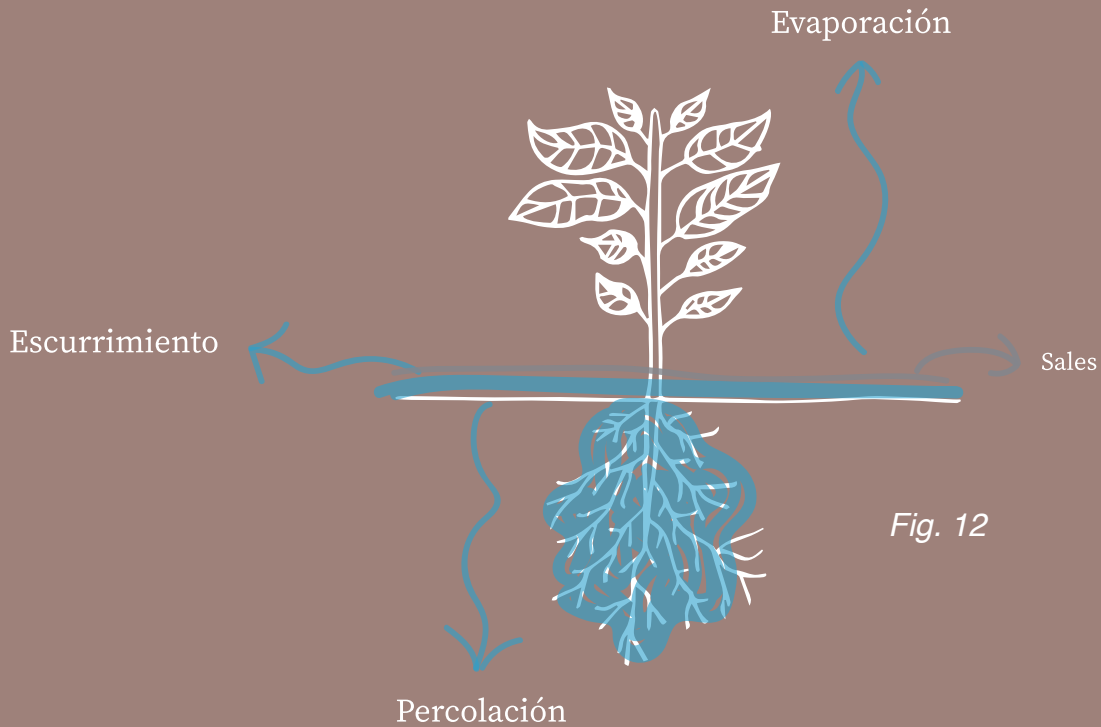
Superficie regada y cultivada en San Pedro de Atacama

1940: 1210 hectáreas

2014: 709 hectáreas

Reducción del **41,4%**

Pérdida de agua dentro del predio por riego tendido.



Cuando se inunda el huerto, el agua se pierde por:

Evaporación: el agua pasa de su estado líquido a un estado gaseoso, gracias a las altas temperaturas de la zona que hacen que se evapore con mayor rapidez.

Escurrimiento superficial: El agua se “escapa” del predio, se pierde gracias a que sale fuera del área de plantación.

Percolación profunda: el agua es absorbida por la tierra, pero no es alcanzada por la raíz, por lo tanto, se va a las napas subterráneas.

La oportunidad de diseño está en generar una **inundación controlada** dentro del predio para dirigir el camino del agua y no perderla. La idea es hacer un sistema de aprovechamiento hídrico para cultivos endémicos, como la quínoa, para las comunidades altiplánicas. La clave está en el material, la arcilla atacameña se da en los suelos de San Pedro de Atacama, gracias a su composición porosa de adsorción y su capacidad de captar iones de los minerales y sales; es posible utilizarla como materia prima para este sistema de riego. Sin embargo, hay factores a considerar importantes antes de escoger la arcilla. Se debe saber las cantidades y tipos de minerales que están en la tierra, para poder extraer la materia prima. No obstante, cualquier tipo de arcilla puede ser ocupada para este fin, pero para que tenga una mayor porosidad e intercambio catiónico, lo más probable es que deba mezclarse con otros minerales, tales como las ventonitas, zeolitas, carbón activado, aserrín u otras materias orgánicas. Para eso se necesitarían varias pruebas de laboratorio para encontrar la mezcla perfecta.

Zoom partículas
de arcilla

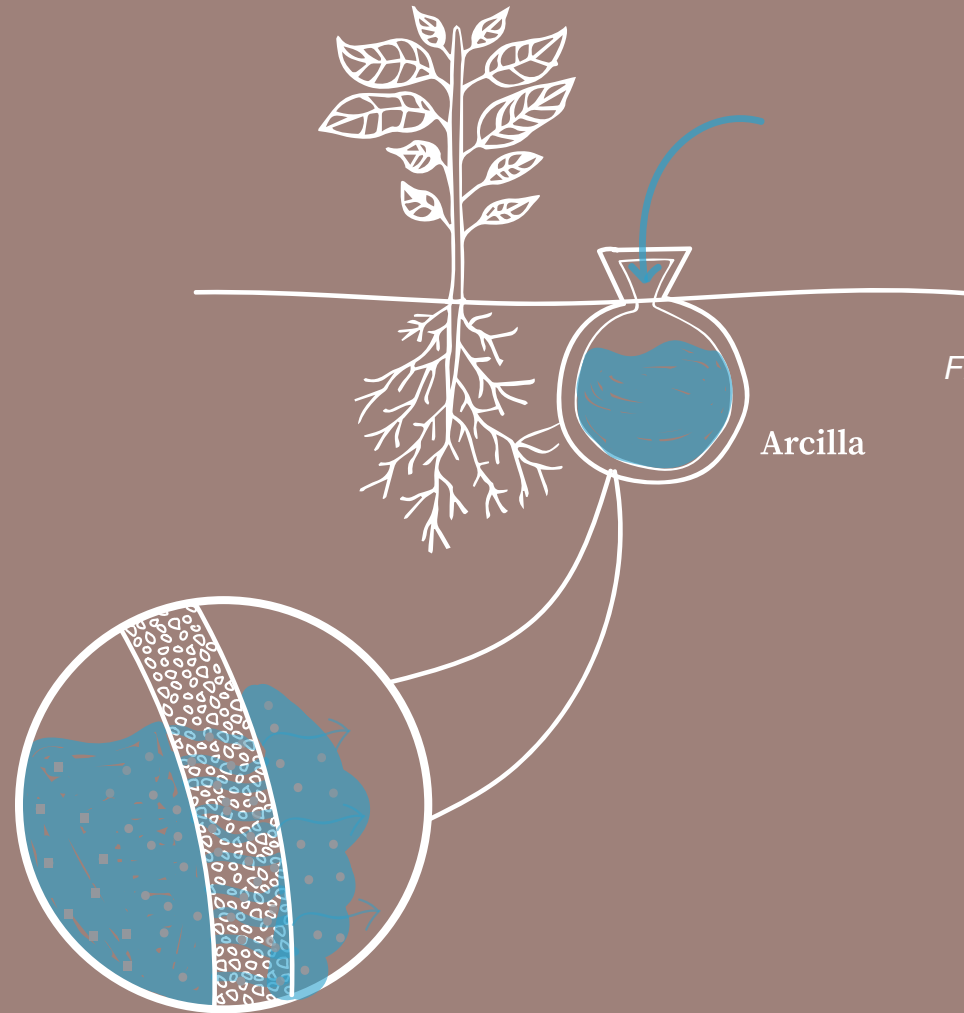


Fig. 13

9.3

OBJETIVOS

General:

Desarrollar un sistema de riego eficiente y sustentable, en base a materiales locales, para promover el cultivo de quínoa en San Pedro de Atacama.





Específicos:

1. Generar un sistema asequible y sustentable de fácil manejo.
2. Administrar, conservar y emplear de manera eficiente el recurso hídrico, por medio de la conducción, filtración y exudación del agua.
3. Aplicar materiales de la zona.
4. Potenciar productos endémicos y mano de obra local.
5. Aumentar la producción de alimentos.
6. Rescatar alimentos ancestrales.
7. Vincular la producción con el turismo.



10.

USUARIO

10.1

AGRICULTOR

El agricultor promedio de San Pedro de Atacama es hombre y mayor de 30 años. Como lo es el caso de mi usuario específico, Pedro Soza, 53 años, perteneciente a la comunidad de Lickanantay y profesor retirado de ciencias naturales. Hoy dedica la mayor parte de sus funciones a sus cultivos y animales.

Los demás agricultores de la zona, tal como Pedro, utilizan un sistema de riego gravitacional, de hecho, el 99% de las superficies regadas en San Pedro de Atacama usan el riego por tendido o inundación. (115) Esto se debe, como es explicado con anterioridad, a la baja tecnificación del sistema y por su puesto, al bajo costo que se necesita para su mantención.



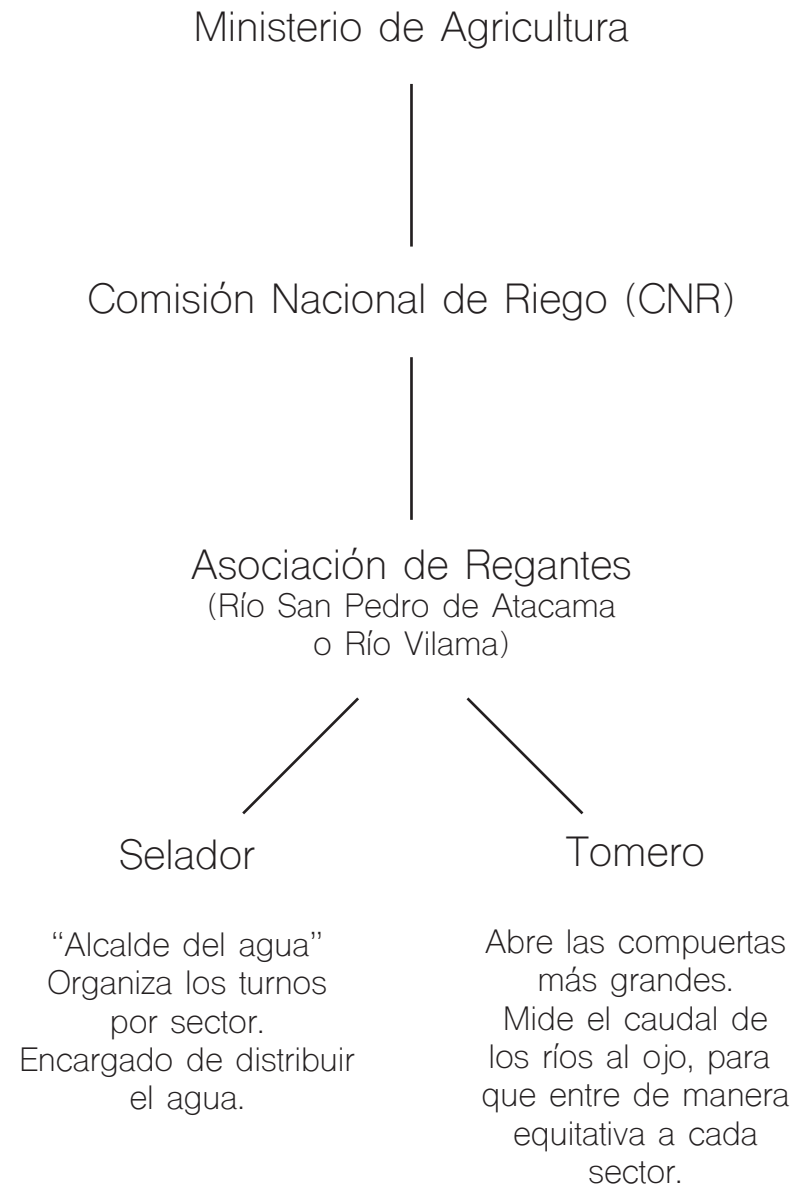


Coordinación del agua

Los sistemas de riego se alimentan de los afluentes del Río San Pedro y el Río Vilama, dependiendo del sector. El agua se distribuye a cada predio a través de un sistema de canales, y para tener una división del recurso más pareja, utilizan un sistema de turnos.

Los regantes de San Pedro se dividen en 7 grupos según el lugar donde vivan, la distribución del recurso es entre 18-22 días. El encargado de hacer cumplir los turnos es el Selador o "Alcalde del agua", él abre las compuertas y deja pasar el agua durante 2 horas por hectárea aproximadamente. Los regantes tienen derechos de agua proporcionales al tamaño de las tierras que poseen, por ejemplo, Don Pedro tiene 5 horas de riego, las cuales destina 2 horas para un sector y luego 3 horas más para el resto. Sin embargo, en conversaciones personales con regantes del sector, comentaron que deben regar muy poco sus cultivos porque el caudal no da abasto, está muy bajo. Es por esto que ellos mismos deben tratar de distribuir equitativamente el agua de manera intrapredial.

A continuación se puede visualizar la coordinación que hay por detrás entre los agentes claves. Los más altos rangos no intervienen en las decisiones de la Asociación de Regantes, excepto en este último tiempo, donde se ha visto crítica una intervención por parte del Estado en esta crisis del agua.





10.2

LUGAR DE ESTUDIO

San Pedro de Atacama es un sector al interior de Calama en la Región de Antofagasta, y está ubicado dentro del desierto más árido del mundo. Constituye desde hace mucho tiempo, un importante atractivo turístico, nacional e internacional, para la región de Antofagasta, lo cual configura un sector socioeconómico de alto potencial de desarrollo.

Los atacameños han habitado el sector desde hace siglos, es por esto, que las tierras donde viven y cultivan significan una herencia de generación en generación, fue el lugar de esfuerzo y trabajo de sus antepasados. Sin embargo, la infraestructura que dejaron estos antecesores necesitan arreglos inminentes, tales como los canales que distribuyen el agua por San Pedro.

En la zona en estudio, la mayoría de los canales matrices se encuentra en regular estado, presentando problemas de filtraciones y llenado de arenas, producto de deslizamientos desde los cerros o quebradas. “Producto de lo anterior, se tiene que en algunos tramos de canales de riego de importancia, se está procediendo a efectuar labores de entubamiento de la red de riego y/o revestimiento de los canales. Para lo anterior, se ha procedido además a la incorporación de desarenadores en los sistemas, lo anterior, con el fin de disminuir el arrastre de los sedimentos y evitar el colapso de los sistemas entubado producto de la depositación de material en su interior.” (116) Estos arreglos son el reflejo de la preocupación que existe frente a la escasez hídrica.

“Actualmente en el Río San Pedro de Atacama no existen obras de regulación, y se producen aumentos considerables del caudal medio de dicho río y sus afluentes durante las crecidas que ocurren recurrentemente entre los meses de Diciembre a Marzo, provenientes de intensas precipitaciones convectivas originadas por el fenómeno conocido como el invierno altiplánico ó boliviano. Tales crecidas afectan la mayoría de las veces a los poblados interiores y Ayllus de San Pedro de Atacama, al generar ciertas pérdidas en la infraestructura pública por los desbordes que dañan algunos caminos secundarios impidiendo por algún tiempo la adecuada conectividad del entorno; pérdidas en infraestructura de riego existente en sectores adyacentes al cauce y además las consecuentes pérdidas a predios agrícolas que están expuestos a inundaciones. En adición a lo anterior, se tiene que, en época de crecidas, al estar embancada la obra de toma de los canales, no se puede captar agua durante un tiempo prolongado, por lo que al no tener infraestructura de acumulación que permita mitigar esta situación, los cultivos se ven duramente perjudicados.” (117)



El lugar específico a trabajar en San Pedro son las tierras de Don Pedro Soza, el primero es de su propiedad, se encuentra en el ayllú de Larache. Es una hectárea donde tiene su casa, cultivos y animales. Algunas agencias u hoteles exclusivos le piden visitas a diario para ir a ver a los animales, tiene más de 10 especies distintas y muchas de ellas son endémicas, como las llamas y alpacas. Él aprovecha de estas visitas privadas para relatarles un poco sobre la historia y significado tanto de los animales como las leyendas que giran en torno a las tradiciones de la zona.





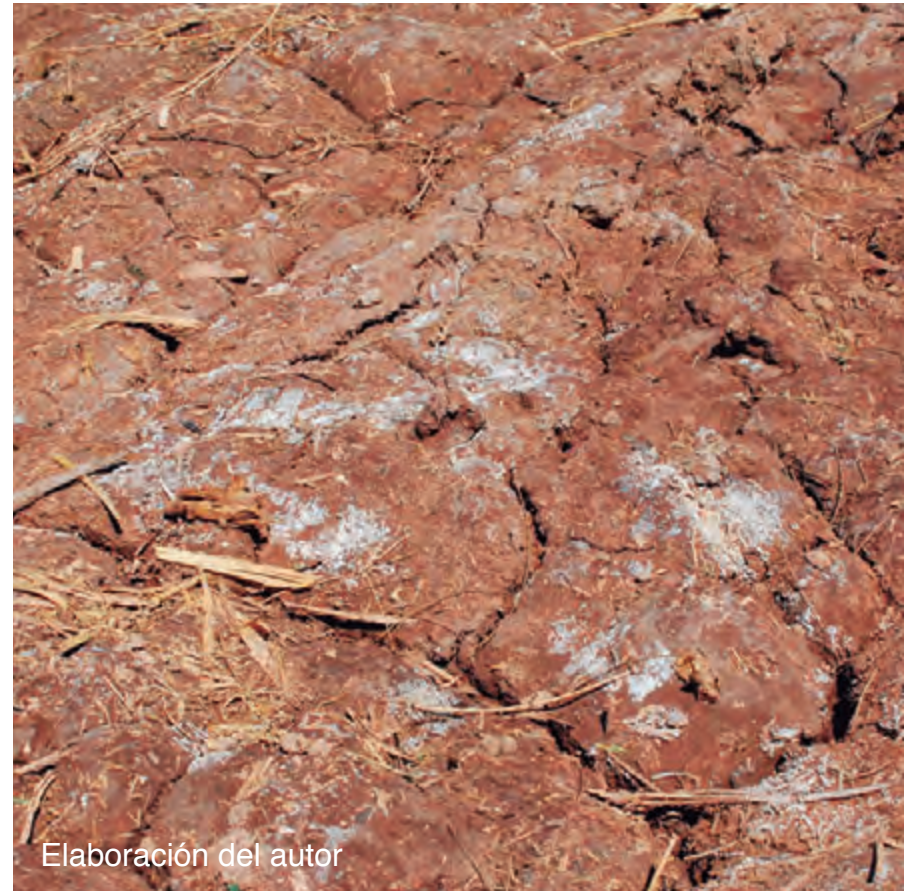
El segundo lugar se encuentra en Beter, también han sido parte de la familia de Pedro durante generaciones. Este terreno es más grande que el anterior, son 4 hectáreas, donde destaca más que nada los paisajes imponentes del desierto. Este sector está más seco que el otro, porque a diferencia de Larache, Beter es regado por el caudal del río Vilama, el cual tiene menos caudal que el río San Pedro. Sin embargo, también tratan de mantener lo mejor posible los cultivos mezclando la tierra con el propio guano que sacan de sus animales. Pero la falta de agua y la alta salinidad en este sector es más notoria.







Distribución del agua dentro del predio dispareja.



Problema de suelos salinos.



No hacen rotación de tierra muy seguido, gracias a la mezcla de tierra + guano. (fertilizante natural)

181.

Vista a la Cordillera de la Sal



Elaboración del autor

Vista a la Cordillera de los Andes



Elaboración del autor

10.3

ASPECTOS PATRIMONIALES

“Los Ayllus de San Pedro de Atacama, denominados así por ser tradicionalmente unidades socioterritoriales de familias, se caracterizan por ser agrupaciones de tierras aisladas con bosques, que en su interior contienen estructuras prediales en las que se practica la agricultura bajo riego.” (118) Como se habló anteriormente, cada unidad territorial puede contener uno o más ayllus que estuvieron ocupados, y en la mayoría de los casos lo siguen estando, por linajes y relaciones de parentesco entre familias atacameñas que han heredado las tierras de sus ancestros. Esto quiere decir, que no solo el casco histórico de San Pedro tiene una historia que contar, estas “islas” de bosques y tierras fértiles en medio del desierto son parte de un relato potente también.

Sin embargo, gracias a la escasez hídrica, el cambio generacional y la migración, están dejando atrás todas esas tradiciones que son parte de una de las culturas más importantes de Chile. Estos oasis no solo son pedazos de tierras fértiles, significan la historia de familias atacameñas, sus cultivos y animales endémicos, los cuales tienen algo que contar. Por esto mismo, el turismo se ha aprovechado de esos relatos y paisajes atacameños para los visitantes. En consecuencia, creo prudente relacionar el proyecto con este sector económico, ya que aprender sobre la conservación del agua y la quínoa como cultivo endémico, les daría a ambos la importancia que merecen frente a los ojos tanto de chilenos como extranjeros.

“Es muy importante conservar las tradiciones para nuestras generaciones futuras. La cosmovisión de los atacameños es respetar a la madre tierra, como en el pago antes de la siembra y la cosecha. El pago del agua también lo practico cuando es la limpia de canales. También participo del sincretismo, las fiestas religiosas de San Pedro de Atacama. Es una mezcla de nuestras prácticas ancestrales con la llegada de la Iglesia Católica. Son cosas que practicaban nuestros abuelos y es importante mantenerlo o sino para las otras generaciones se pierde la tradición de un pueblo y su identidad.”

Pedro Soza

10.4

QUÍNOA

Antes de empezar cualquier siembra, hay que definir el lugar más apto según el tipo de cultivo, dependiendo qué sembrarás, es el mes que comenzarás el proceso de siembra. Marzo es una de las mejores fechas, porque los ríos tienen más caudal, bajan las temperaturas y producto de ambas, se mantiene más la humedad en el suelo. Sin embargo, la temporada de la quínoa parte en el mes de septiembre hasta principios de abril.

Antes de sembrar, hay que preparar la tierra, en este caso, Pedro Soza al tener abono natural de sus animales, lo utiliza como fertilizante, generando un aumento de materia orgánica al suelo. Luego de dar vuelta la tierra, siembran la quínoa a través del método del voleo, es decir, lanzan al azar las semillas dentro del predio, aun que en producciones más grandes, se plantan en líneas, para una cosecha más ordenada.

En 7 - 8 días sale el brote de quínoa y generalmente en San Pedro, la cosecha es después de 6 a 8 meses,

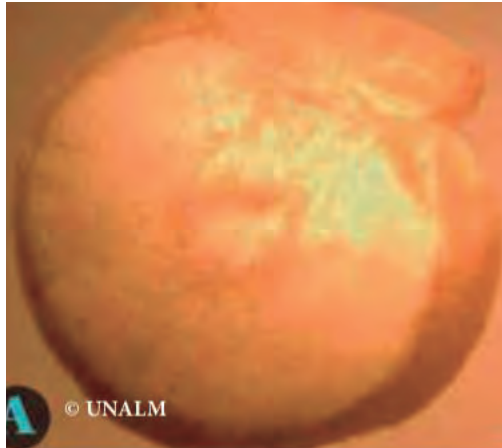
dependiendo de la fertilidad de la tierra, las condiciones medioambientales, la disponibilidad de agua, entre otros factores. Las heladas hacen que demore el crecimiento de la quínoa, éstas se pueden encontrar principalmente en octubre y algunas durante el invierno altiplánico. A pesar de que la quínoa sea el cultivo más resistente a este tipo de condiciones, estas adversidades perjudican en su etapa fenológica, retrasando su crecimiento. Las semillas de quínoa en condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura pueden germinar muy rápidamente, pero no es el caso del ambiente hostil del altiplano. El agua es esencial para la iniciación del proceso de la etapa fenológica, la siembra se considera una fase crítica, ya que es afectada por los estreses de agua y temperatura. Con el fertilizante no es necesario rotar tanto, hacen rotación cada dos años o más. En las siguientes páginas, hay un ejemplo del proceso de crecimiento de la quínoa.



“Al mezclar la tierra con guano me queda muy fértil la tierra, no tengo necesidad de rotarla. O si lo hago tiene mucha diferencia de tiempo, dos años, por ahí. No es necesario una rotación continua, lo que me afecta son las sales y la poca agua, eso le hace mal a la tierra y a las plantas.”

Pedro Soza

Etapas fenológicas de la quínoa



1. Semilla seca
1 de octubre siembra



2. Germinación - emergencia
5 de octubre



3. Desarrollo vegetativo
2 de noviembre



4. Ramificación
2 de noviembre



5. Desarrollo Botón Floral
14 de noviembre



6. Desarrollo de Inflorescencia
8 de noviembre

- Temporada alta turismo en San Pedro de Atacama: diciembre - marzo
- Pic de turistas: enero

- Siembra: septiembre - octubre
- Cosecha: marzo - abril



7. Desarrollo de Inflorescencia
29 de noviembre



8. Desarrollo de Inflorescencia
5 de enero



9. Floración - Antesis
13 de febrero



10. Fruto Grano Acuoso - Lechoso
24 de febrero - 12 de marzo



11. Fruto Estado de Masa
7 de abril



12. Madurez Cosecha
8 abril cosecha



Siembra



Periodo crítico



Invierno Altiplánico



Turismo alto



Turismo muy alto



Cosecha

10.5

PROBLEMÁTICA

A lo largo de los capítulos, se han desarrollado distintos temas, los cuales manifiestan las problemáticas que se encuentran en San Pedro de Atacama con respecto al agua, la quínoa y los atacameños. Todos estos tópicos concluyen que la solución es un aumento de complejización del sistema de riego, ya que el regante desde que recibe el agua debe buscar métodos de cómo optimizar el agua sin alta tecnología por la falta de recursos. A pesar de que la disminución de los caudales de los ríos de San Pedro son inminentes, aún así se pueden encontrar soluciones para optimizar el recurso de la mejor manera. Las autoridades ya están trabajando para mejorar los canales y estanques, sin embargo, es primordial hacer un cambio a nivel intrapredial. Es decir, es necesario desarrollar un sistema de control del agua según las condiciones de los habitantes y sus cultivos dentro de sus respectivos huertos.

Las siguientes fotografías corresponden a las tierras del Señor Pedro Soza, el usuario específico en estudio. Estas demuestran cómo se riega a través del método por inundación. Este sistema deja en evidencia la dificultad del control del agua y la ineficiente distribución del recurso que se genera producto a las irregularidades del terreno. Como se ha explicado en capítulos anteriores, este sistema tiene una eficiencia del 30%, incluso puede llegar al 10% si se descuida el predio. Aquí hay pérdidas de agua producto de la evaporación, la percolación y el escurrimiento, estos tres factores son los que deben ser controlados a través del diseño de un nuevo sistema que sea propio de la zona y el cultivo. Es necesario fomentar la agricultura del sector y sus cultivos endémicos, para una mejora en la economía tanto familiar como local.



Uno de los grandes problemas, que no permite elevar el nivel de desarrollo socioeconómico de las familias en San Pedro, es producto de la baja calidad de la agricultura atacameña, ya que desde siempre se ha mantenido dentro de los márgenes de subsistencia. “Esta realidad del sector agrícola se explica, casi en su totalidad, por la muy mala calidad y baja seguridad de abastecimiento de agua, tanto para el riego como para otros usos básicos. Lo anterior se debe al comportamiento de los ríos del sector, los que, en los últimos años, han visto disminuidas sus disponibilidades de caudal.” p.44 Gracias a lo anterior, actualmente los cultivos de los diferentes ayllus se riegan cada dos semanas, “esta situación provoca un gran estrés hídrico a la planta que no le permite expresar su máximo potencial productivo, debido en gran parte a la falta de agua.” (119)

Las características de estas aguas permiten la producción de cultivos y frutales adaptados o resistentes a sus condiciones, como maíz, trigo, alfalfa, perales, membrillos, uvas, quinua y diversas hortalizas. El potencial de la tierra podría llegar a ser alto, no obstante, la salinidad del agua para riego no lo permite del todo gracias a su alto contenido de sales y minerales.

Como se ha mencionado con anterioridad, “la actividad agropecuaria de casi toda la comuna de San Pedro de Atacama, se basa en la explotación de los ayllus, que forman sectores agrícolas pequeños, los cuales, debido a la escasa disponibilidad y la mala calidad de las aguas, no pueden, en la situación actual, tener grandes expectativas de mejorar la explotación de sus cultivos.” (120)





“La disminución de los ríos afecta mucho. Nosotros debemos adaptarnos al afluente del río, por ejemplo si siembro 1 ha de maíz, no la puedo regar completa, entonces tengo que programarme para que el agua me alcance para el cultivo. Acá el agua lo dan por turno, entonces tengo dos horas cada 20 días de riego. En esas 2 horas tienes que hacer malabares para que cunda el agua, regamos cada 20 días, eso perjudica nuestra siembra. No nos queda otra que aplicar tecnología pero es caro.”



11



PROPUESTA

CASO

Sistema de aprovechamiento hídrico para cultivos endémicos para comunidades altiplánicas.

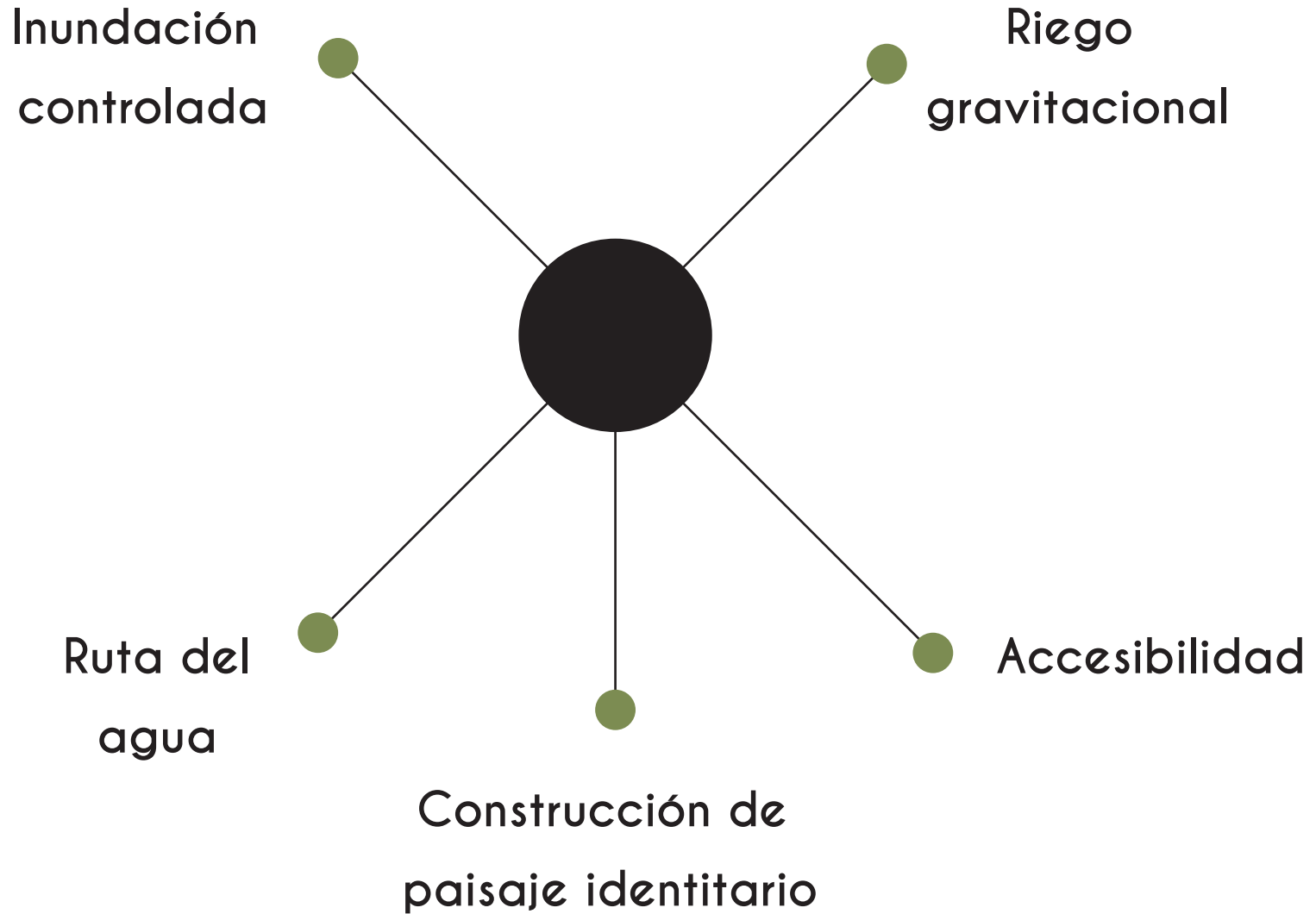




CONCEPTOS



PROPUESTA CONCEPTUAL



REFERENTES DIRECTOS



FIG. 10: Frutillas regadas con vasijas cerámicas permeables. Huerta experimental, Universidad de La Serena, 1986.
Strawberries irrigated using permeable ceramic receptacle system. (Agricultural Research Station, Universidad de La Serena; 1986).

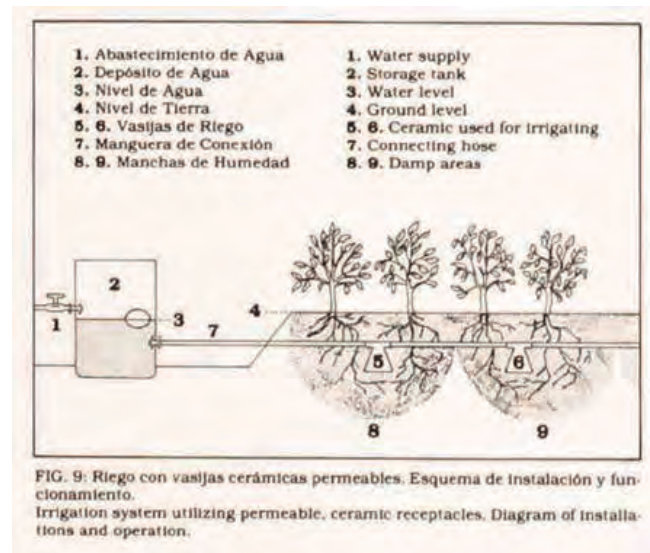
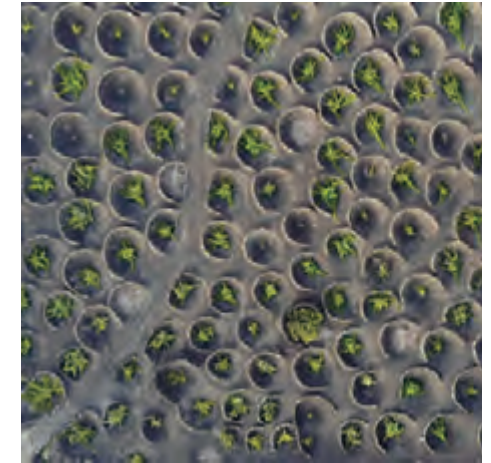


FIG. 9: Riego con vasijas cerámicas permeables. Esquema de instalación y funcionamiento.
Irrigation system utilizing permeable, ceramic receptacles. Diagram of installations and operation.

De referentes directos se consideraron los proyectos que han utilizado el método de riego a través de vasijas de arcilla. Todos estos tienen en común, que son un sistema que ahorra el recurso hídrico, autorregulan la maleza y se ha visto un aumento en la calidad de los frutos gracias a esta técnica.

REFERENTES INDIRECTOS



Forth Worth Water Gardens
Philip Johnson

Se considera este referente por su interesante composición a través de relieves y la interacción que tiene con el usuario. Tiene un poder de permanencia y estancia y lo que se busca generar en este proyecto es similar; el poder interactuar con el paisaje y el usuario.

Viñedos
Geria, Lanzarote (España)

Las erupciones en siglos pasados sepultaron los campos de Geria bajo capas de ceniza. Hasta que consiguieron encontrar la manera de llegar a tierra más fértil creando hoyos dónde cultivar las viñas. Es un método simple y eficaz, además de que hoy es uno de los paisajes de viticultura más reconocibles y originales del mundo. De este referente se toma la intervención natural y el impacto que genere en el paisaje.

ESTADO DEL ARTE



Mini Root Watering System
Rain Bird
Estados Unidos



Self - Watering Cones
Ppinka
Estados Unidos, Canadá



Watering Ring
Gardener's Supply Company
Estados Unidos

El objetivo de estos tres proyectos es “inyectar” el agua directamente hacia la tierra, unos más rústicos que otros. Sin embargo, el método es casi el mismo, se provee de agua a estos dispositivos, de manera manual o a través de un sistema de mangueras, y se filtra el recurso hídrico a través de ellos, gracias a pequeños horificios que van soltando el agua lentamente. De esta forma la raíz capta el agua de manera más homogénea, a esto se le suma que se elimina un gran porcentaje de pérdida hídrica por evaporación, percolación y escurrimiento. Se consideran estos proyectos como referentes porque al igual que la vasija, es un método que consta de poner elementos bajo tierra para tener un mejor provecho del agua. Sin embargo, estos tres estados del arte no ocupan la exudación y la filtración, puntos importantes a considerar en este proyecto.



Liquid Nanoclay
Desert Control
Emiratos Árabes Unidos

Liquid Nanoclay es un innovador sistema de riego que se ocupa como proyecto piloto en Abu Dhabi. Consta de regar la arena del desierto con una mezcla de agua con arcilla, sin aditivos químicos. Así la arcilla se filtra a través del suelo y se adhiere a partículas de arena. Sin LNC, el agua y los nutrientes correrían por el suelo sin ser utilizados por plantas y hongos, pero donde se ha aplicado LNC, el agua y los nutrientes se adherirán a la arcilla alrededor de las partículas de arena, creando una capa en el suelo perfecta para el crecimiento.

El objetivo de esto, es permitir que las plantas crezcan en áreas que solía ser inviable para que sobrevivan. Liquid Nanoclay es un buen referente para hablar de los beneficios de la arcilla y la relación con la agronomía. Sus diferentes modos de uso son siempre beneficiosos para la tierra, el agua y los cultivos que habitan en zonas áridas.



Tal - Ya Trays
Tal - Ya
Israel

Tal-Ya es una bandeja de polipropileno que cubre el sistema de raíces de la planta, dirige el agua y los fertilizantes directamente a la raíz, mientras protege la tierra alrededor de la raíz de las malas hierbas y las temperaturas extremas. Son bandejas fáciles de usar y se ha demostrado que generar un ahorro de al menos 50% en agua y un 50% en el uso de fertilizantes. Son compatibles con el riego por goteo y otros sistemas, además de hacer uso óptimo del agua de lluvia y rocío. Se rescata de este proyecto la manera de optimizar los recursos en un simple diseño, sin embargo, éste no trabaja como un conjunto, es decir, no es parte de un sistema, es solo una unidad que trabaja de manera aislada junto al cultivo. Pero se rescata la escala y el concepto de módulo.

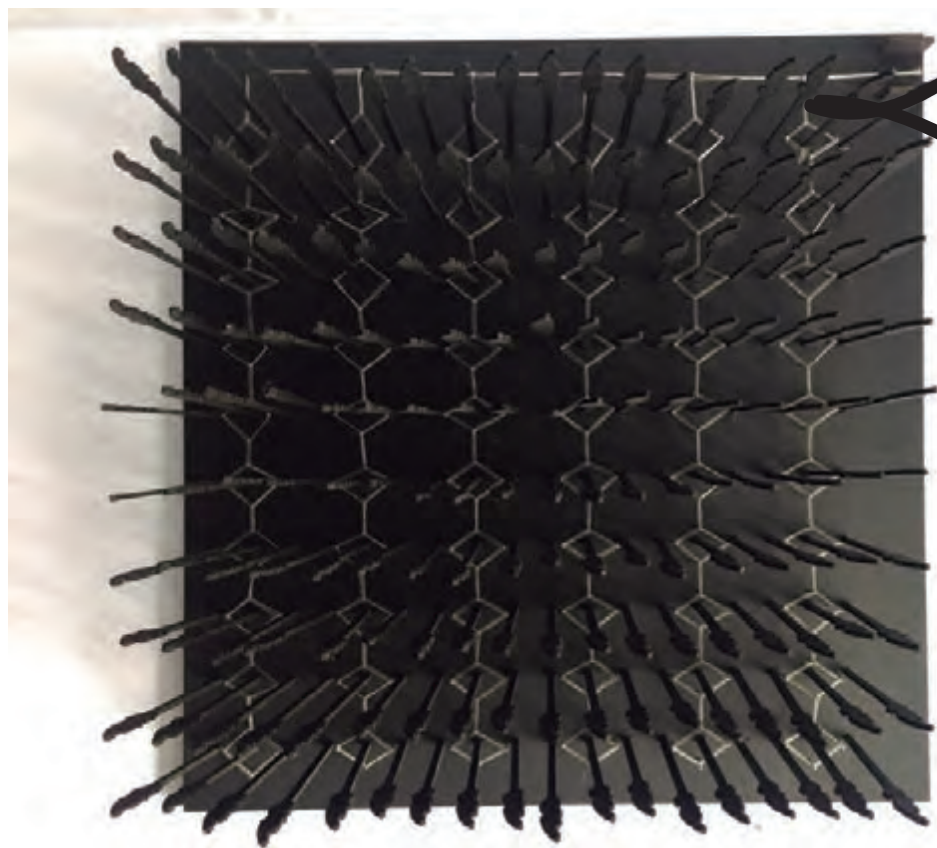
PROPUESTA FORMAL

“Membrana de distribución y conservación hídrica para cultivo herbáceo anual en el Desierto de Atacama.”

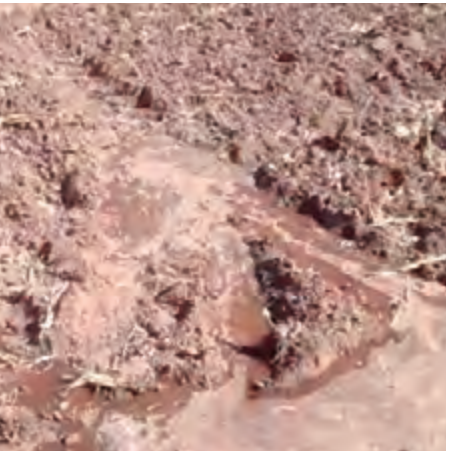


Se quiere diseñar un sistema de palmetas modulares que permitan la conducción de agua intrapredial. El objetivo es generar una inundación controlada en el interior del predio de manera homogénea. Para que de esta forma, gracias a la geometría y materialidad de la palmeta y la vasija se genere una optimización del recurso hídrico en lugares áridos.

Se pretende diseñar un sistema de riego que controle y distribuya la llegada del agua al huerto. De esta manera ser lo más eficiente posible con el uso del agua gracias a la arcilla, su distribución homogénea y sus pendientes naturales. Este proyecto tiene como objetivo mejorar la gestión del recurso hídrico, proponer una identidad propia de la zona y potenciar el ecoturismo, a través de la construcción de un sistema por gravedad de arcilla que propone una nueva composición en el paisaje de San Pedro de Atacama.



Lo que se quiere lograr es cambiar de manera simple, económica e identitaria la forma de cultivar la quínoa, y en un futuro otros cultivos endémicos propios de sectores áridos y semiáridos, los cuales presenten problemas de escasez hídrica y desertificación. La idea es darle un nuevo sentido patrimonial a un riego eficiente y vincular la agronomía con el turismo, de modo que las familias indígenas salgan beneficiadas.



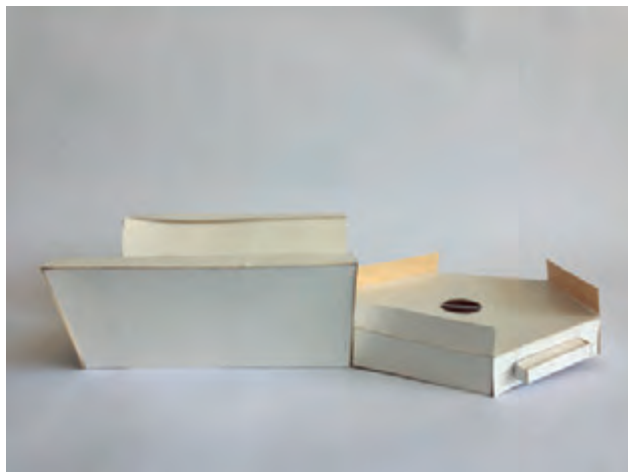
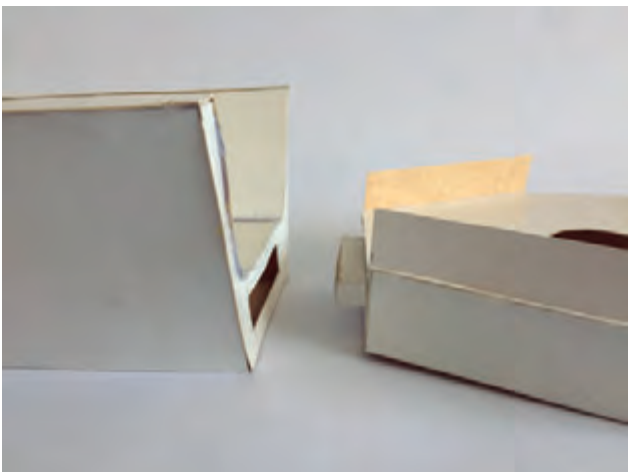
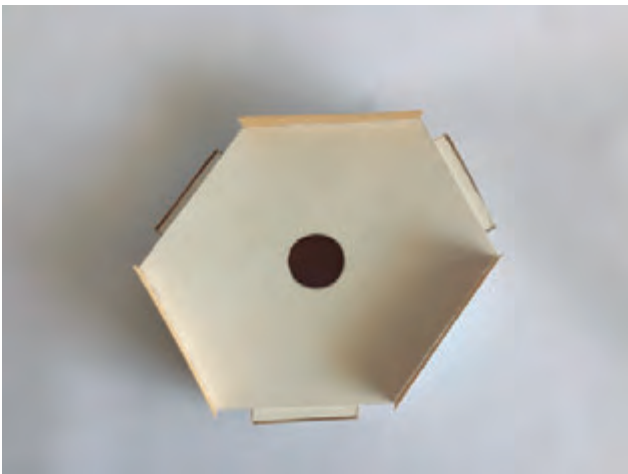
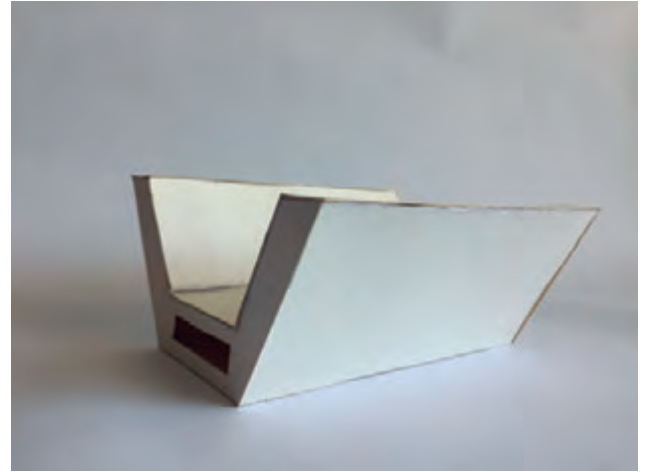
El riego por inundación es uno de los sistemas de irrigación más tradicionales y poco tecnificados en el mundo. Es un método gravitacional, es decir, no necesita de nada para poder escurrir por el terreno, basta con que la gravedad haga su trabajo.

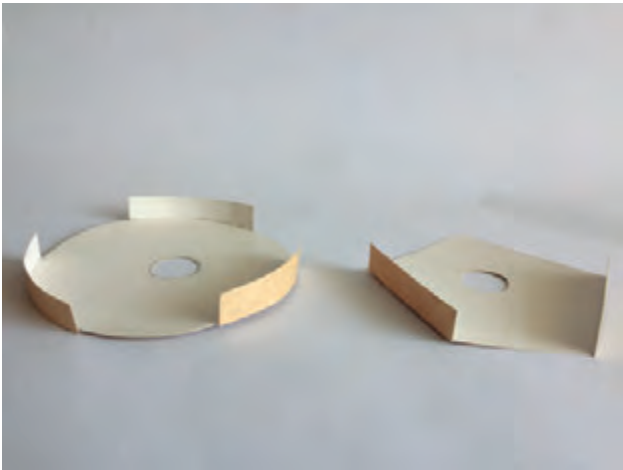
En San Pedro de Atacama los terrenos tienen generalmente un porcentaje del 0% de inclinación, sin embargo, se estima como óptima una pendiente del 0,2% para el escurrimiento. Y si supera el 1,5% podría producir erosión del suelo, ya que escurriría muy rápido el agua.

Como se muestra en las fotos a un lado, están las imágenes del proceso de riego en el lugar de estudio. Al otro lado, se hizo una demostración que a pesar de que el suelo tiene una inclinación del 0% el agua avanza igual, por lo tanto, no es necesario agregarle al proyecto un porcentaje de inclinación. Puesto que el suelo siempre incluye uno, a pesar de que sea cero.



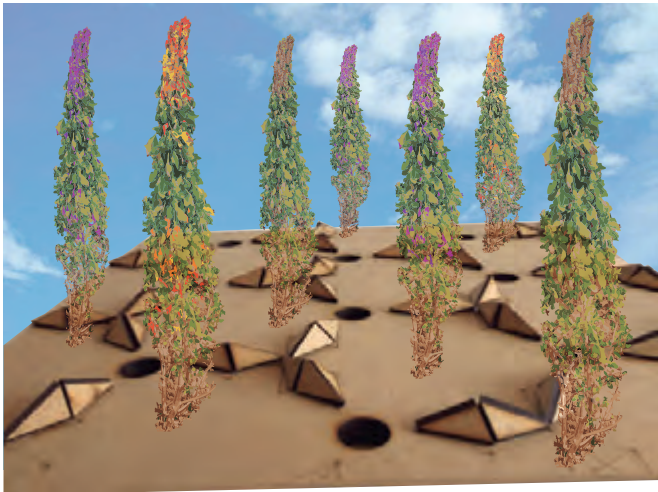
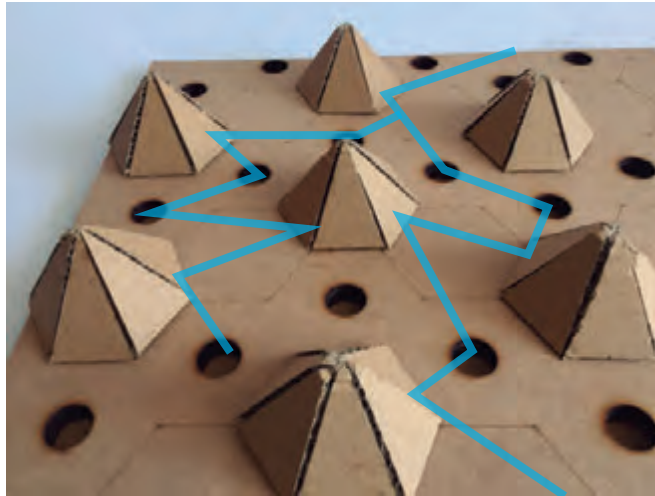
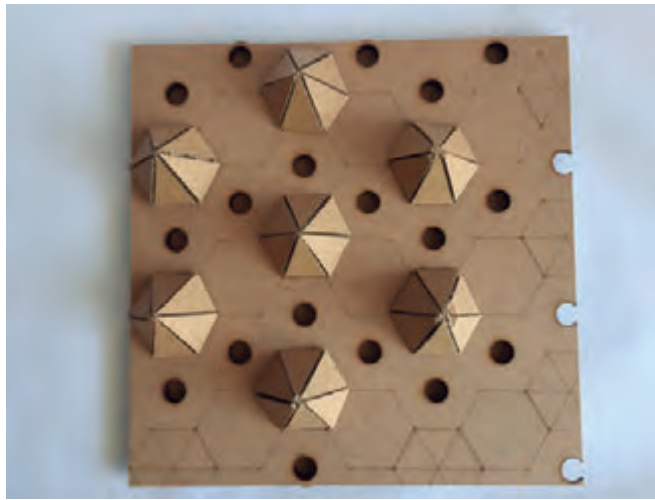
207.



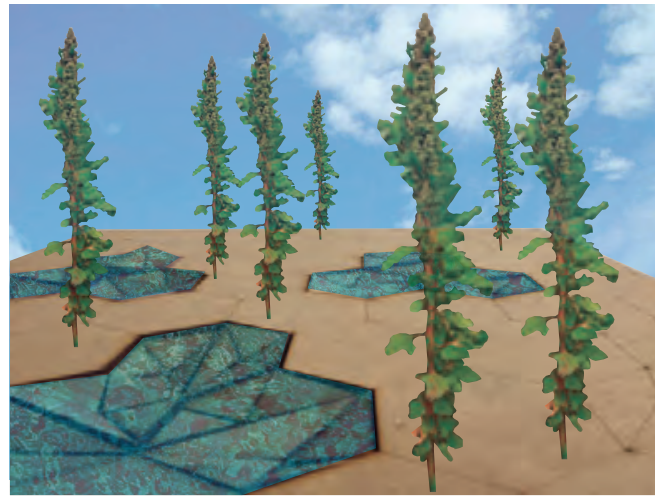
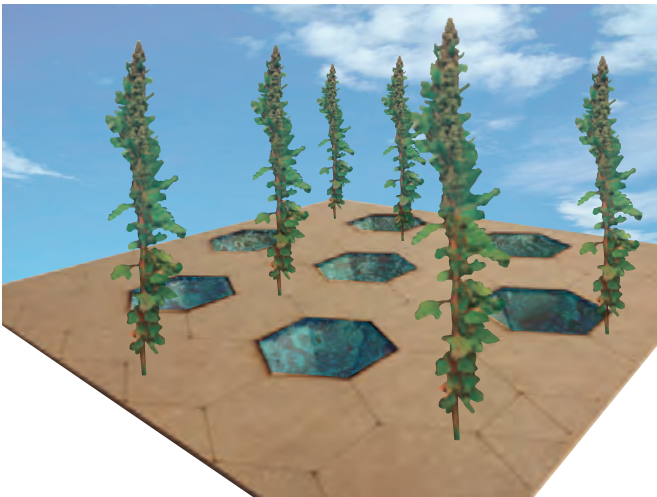
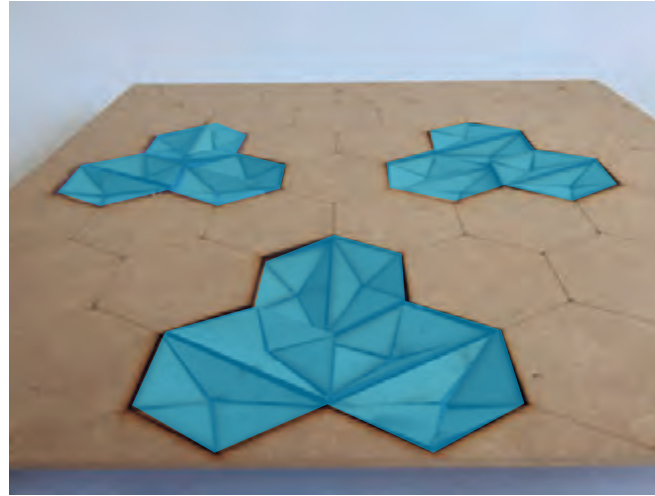
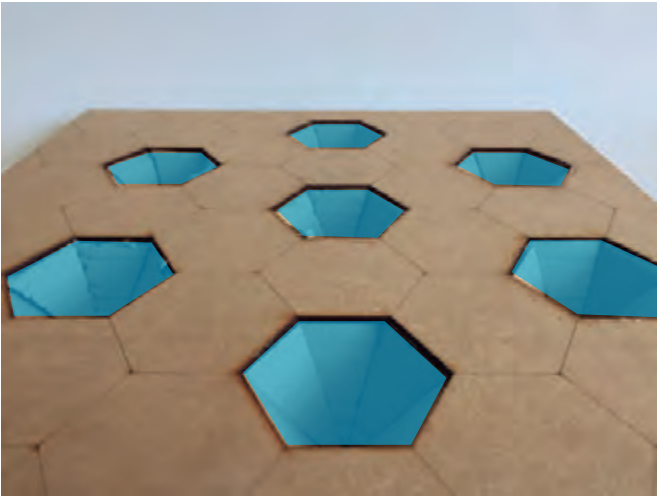


El primer prototipo consta de un sistema de canales intraprediales que dirigen el agua hacia unas vasijas enterradas en la tierra. Éstas se unen a través de un sistema de macho y hembra para un mejor encaje. Son canales modulares, sin embargo, la forma recta del prototipo podría limitar el diseño dentro del predio.

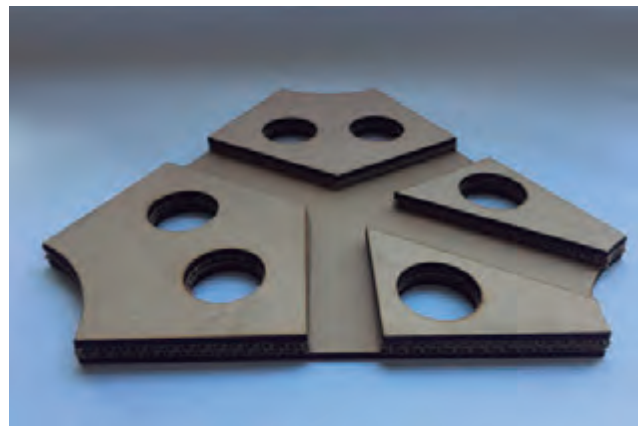
209.



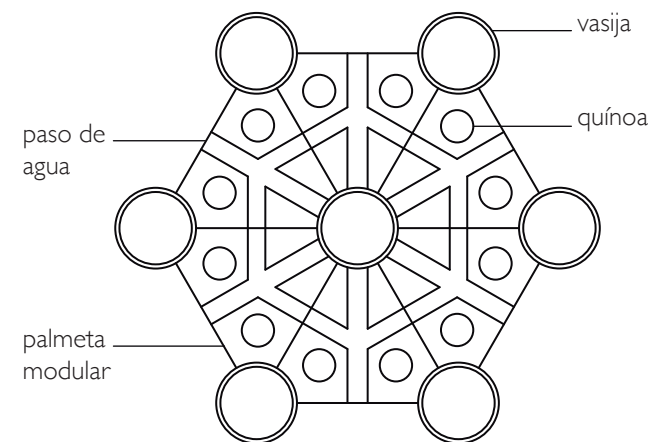
Estos prototipos consisten en el desarrollo de módulos de arcilla, los cuales guían el agua para luego ser almacenada en vasijas enterradas en la tierra. De esta manera, se intenta generar un mayor control en la inundación del predio. Se quiere condicionar el recorrido del agua dentro de la melga, no obstante, la filtración de las sales no sería tan efectiva. Ya que, el agua no solo entraría a las vasijas, más bien tendría un mayor área de percolación por la tierra, y eso es lo que se intenta evitar.

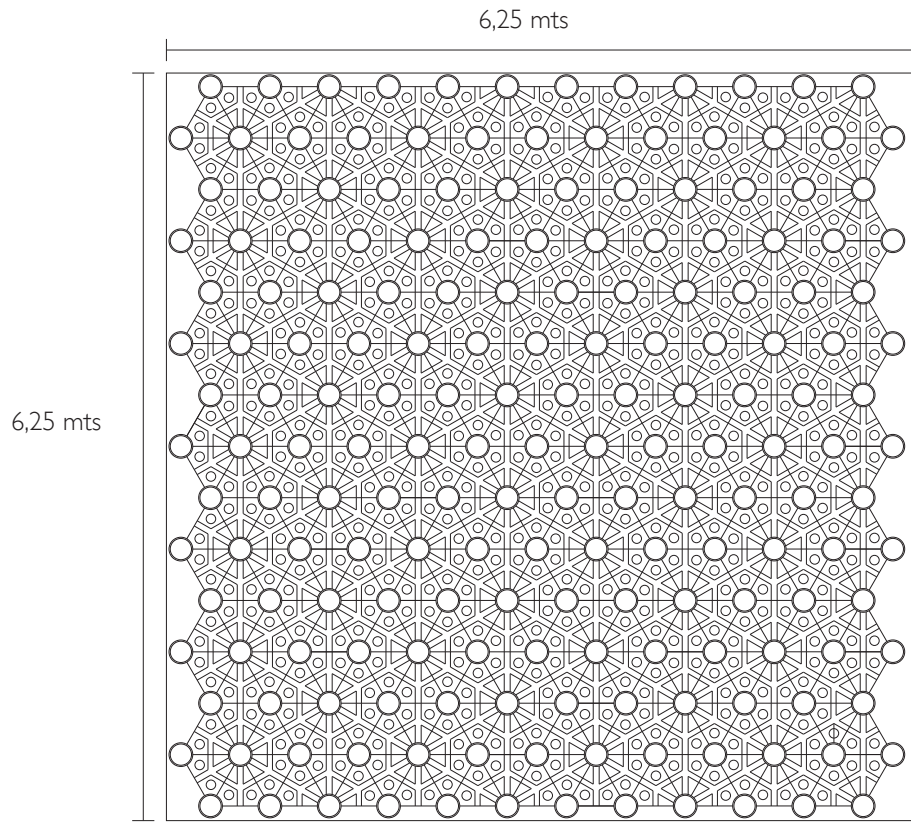


La siguiente idea se basó en las masas de agua que se formaban gracias al desnivel de la tierra dentro del predio. Se intenta simular unos acumuladores de agua, donde el agua entra, se inunda y quedan estancadas en estas "piscinas". Aquí se almacena el recurso hasta que a través de la arcilla se exuda y filtra por completo. Sin embargo, se debe optimizar el recurso lo más posible y con este método seguirían ocurriendo pérdidas por evaporación.



Para desarrollar el siguiente prototipo, se hizo una observación al comportamiento de la tierra en sequía, donde se observó un patrón de figuras dibujadas producto de las grietas en el suelo. Esta forma es similar a un hexágono, por lo mismo, se comenzó a desarrollar un módulo en base a esta geometrización. El objetivo fue diseñar una palmeta modular que permitiera el paso del agua, tuviera una entrada para el almacenamiento en vasijas y al mismo tiempo pudiera crecer la quínoa. Se utilizará la "Técnica de Mulch" para el diseño del sistema de riego.





1/16 del predio de 25x25 mts (625 mts²)
Maqueta escala 1:10

Técnica de Mulch:

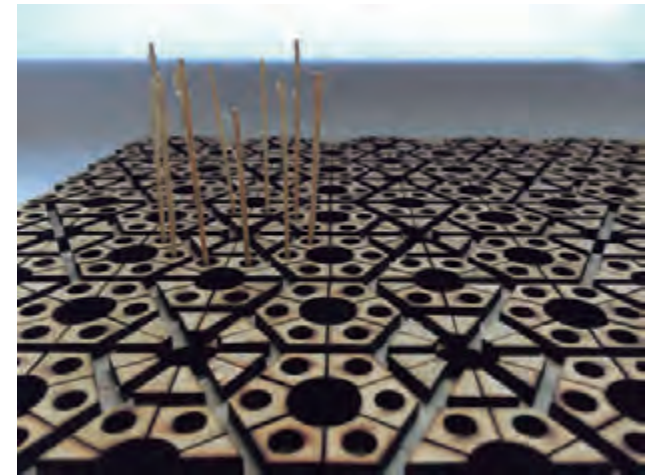
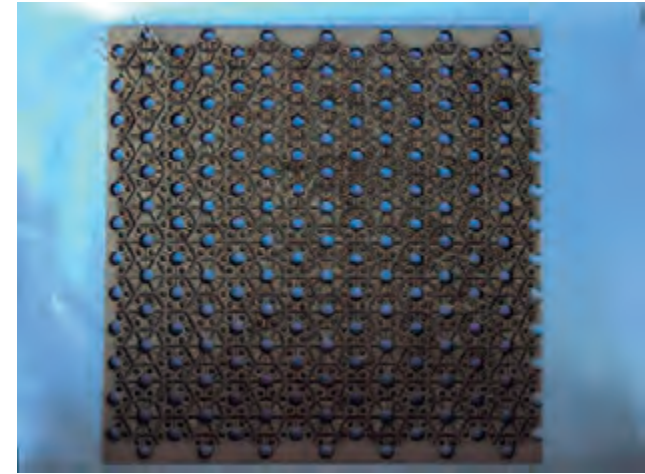
Es una estrategia que se utiliza para proteger los suelos fértiles, aportando diversos beneficios en el desarrollo del cultivo. Una cobertura de mulch realza la actividad de los organismos del suelo como las lombrices, que ayudan a la porosidad de la tierra, a través de los cuales el agua fácilmente puede infiltrarse. De esta manera, se reduce la escorrentía en la superficie, por lo tanto, el mulch juega un papel crucial en el control de la erosión.

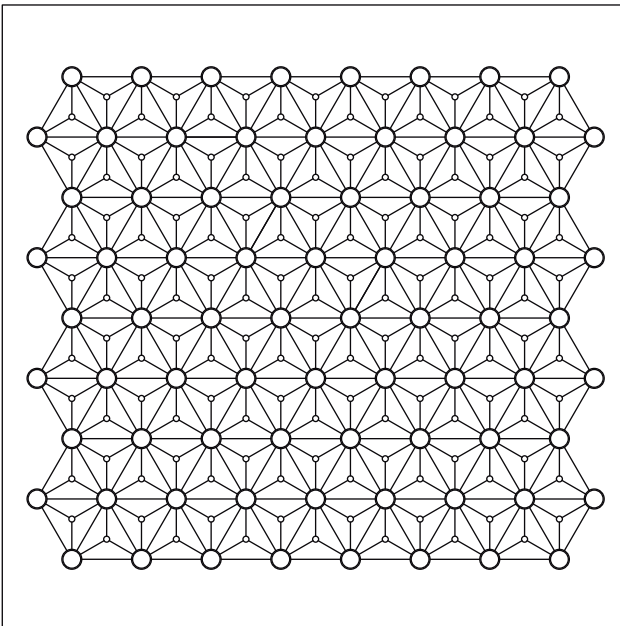
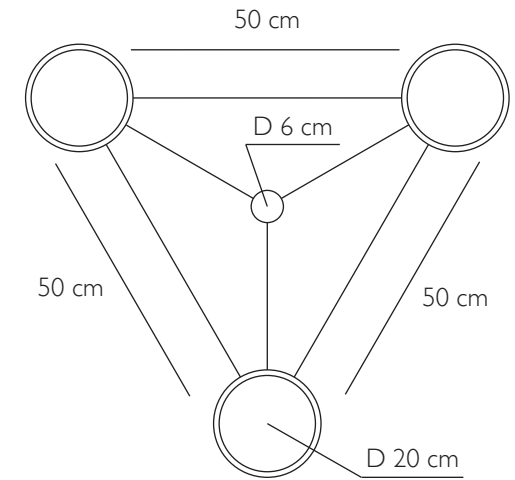
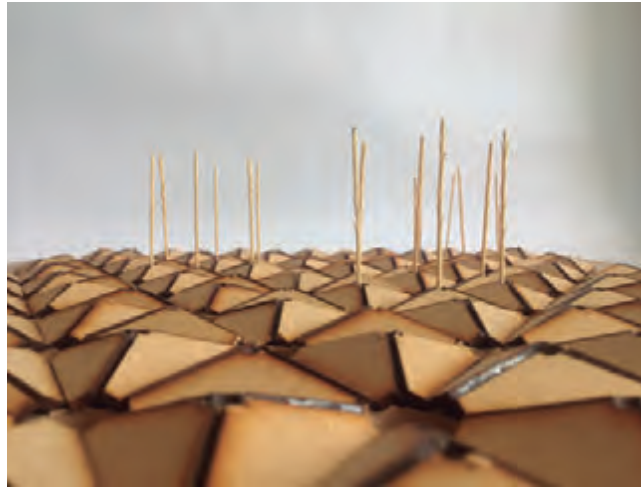
Mulch orgánico: paja, aserrín, hojas, compost, entre otros.

Mulch inorgánico: plásticos y mallas. Pero estos no aportan nutrientes al suelo y no ayudan a mejorar su estructura.

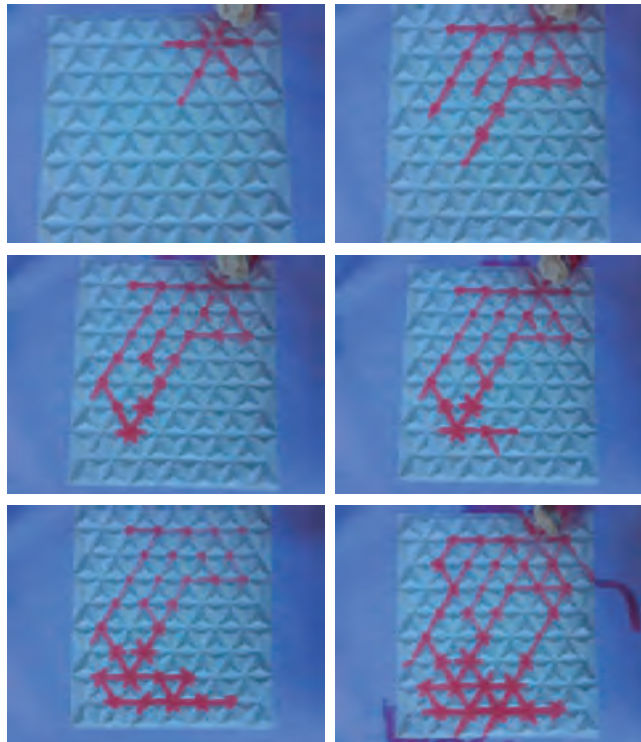
Beneficios:

- Suprime el crecimiento de maleza.
- Regulación térmica.
- Mantiene la humedad y evita la evaporación.
- Protección de la erosión por viento y agua.

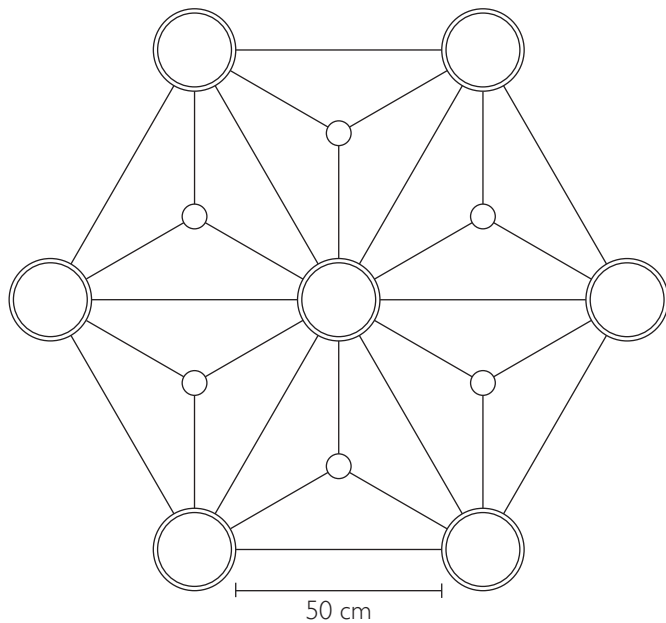




1/16 del predio de 25x25 mts (625 mts²)
Maqueta escala 1:10



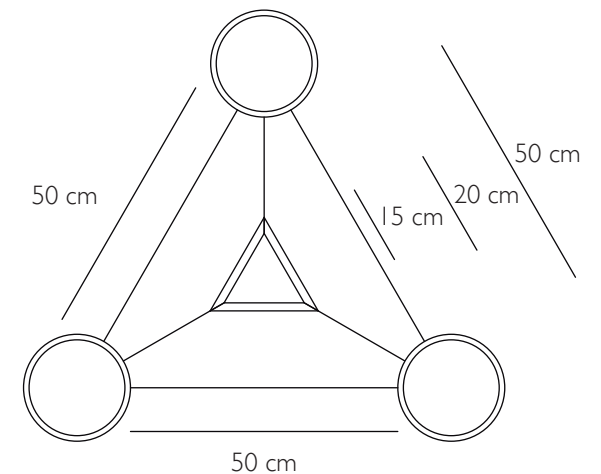
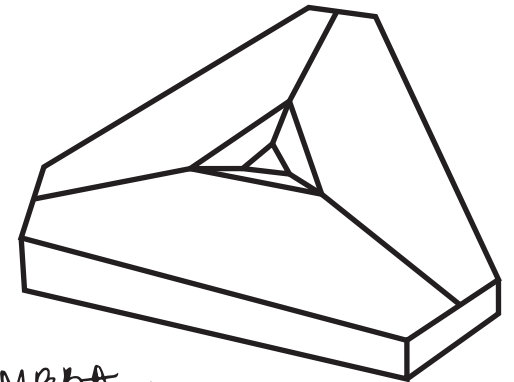
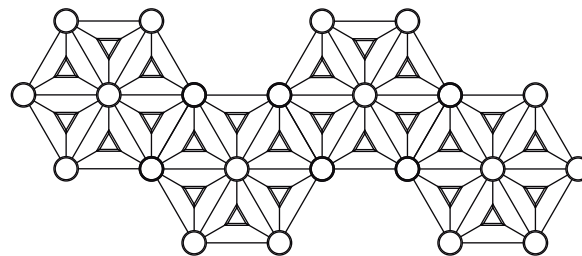
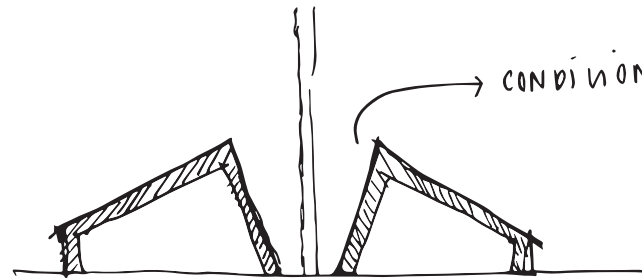
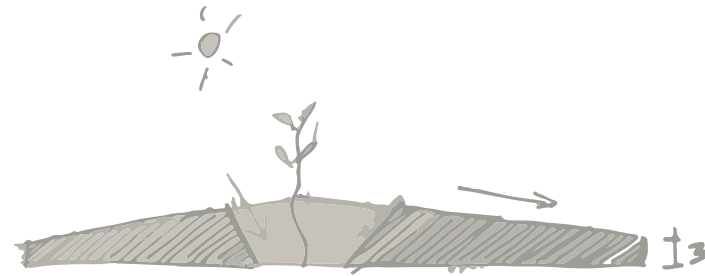
Este prototipo también utiliza la Técnica de Mulch, en donde se cubrirá todo el predio con las palmetas de arcilla. Se simplificó el diseño de la palmeta, para mejorar el escurrimiento del agua y su proceso de construcción. Cada membrana, es decir, cada pirámide está ubicada al lado de la otra para crear una capa superficial, además cada una tiene en la punta un agujero que permite el crecimiento de la quínoa. Los módulos son una guía superficial del agua para dirigirla a las vasijas, al mismo tiempo, cumplen la función de evitar la evaporación y el escurrimiento gracias a la técnica aplicada. Además, gracias a la arcilla también hay una filtración a través de éstas, no solo las vasijas exudan agua, también las palmetas cumplen con ese rol.

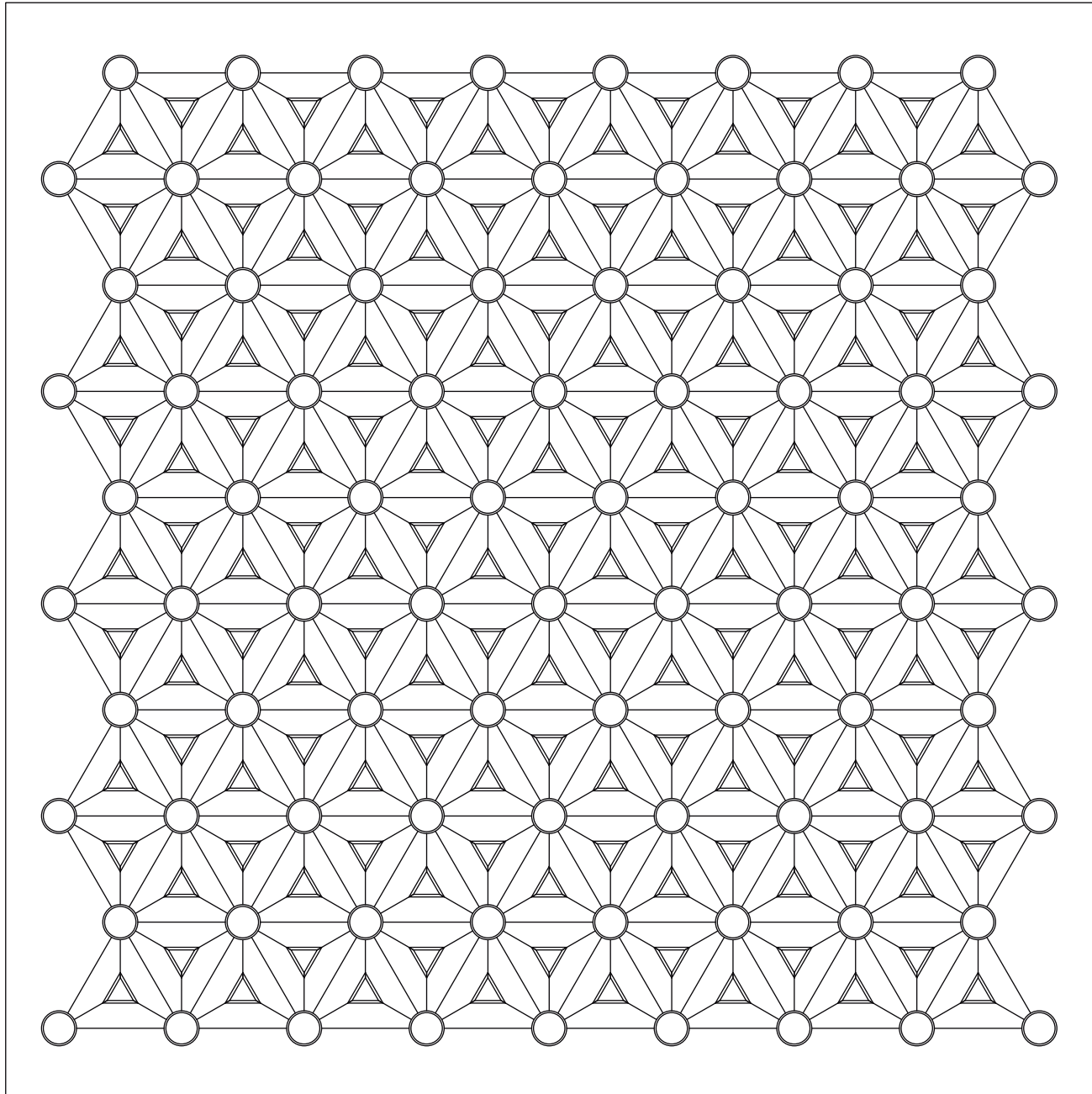


Al consultar con José Manuel Urrutia Bucchi, Jefe Nacional Del Departamento de Riego y Energia en INDAP , Ministerio de Agricultura de Chile, sobre la propuesta de diseño comentó que “el usar la Técnica de Mulch es muy inteligente, tiene muchos beneficios para la tierra y es un buen método para plantar en el norte de Chile, sin embargo, el modelo de la palmeta no es del todo correcto. El agujero que tiene arriba no permitiría un óptimo crecimiento de la planta, ya que no le posibilita una entrada de luz solar adecuada para los primeros meses de vida. A pesar de que las plantas son muy inteligentes, no hay que estresarlas, hay que evitar esforzarlas a que busquen los recursos para su apta etapa fenológica.” Por lo tanto, el diseño debe ser revizado para una apropiada entrada de luz natural.



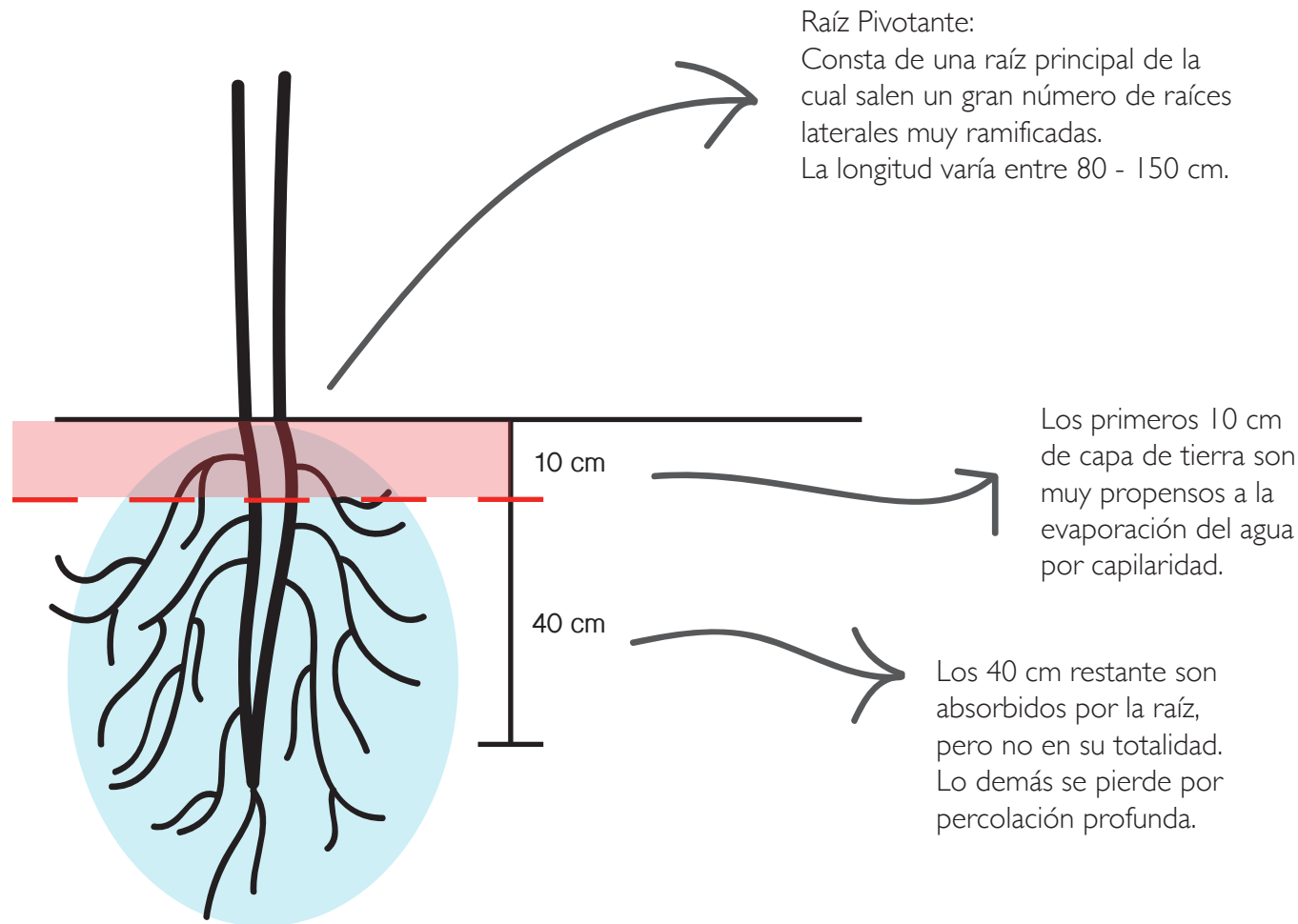
En una última instancia, se aproximó al diseño final de la matriz de la palmeta, sin embargo, está en proceso el de la vasija para un testeo de ambos en terreno. Con este prototipo se deben tomar las últimas decisiones, tales como el peso, la cantidad de material que debe usarse, sus dimensiones y el agujero que facilite la entrada de luz solar. La Técnica de Mulch se denominó como la más óptima para este proyecto, además del almacenaje del recurso hídrico en las vasijas. Este sistema cumple con la optimización del agua, eliminando casi por total la evaporación, percolación y el escurrimiento superficial.





1/16 del predio de 25x25 mts (625 mts²)
Maqueta escala 1:10

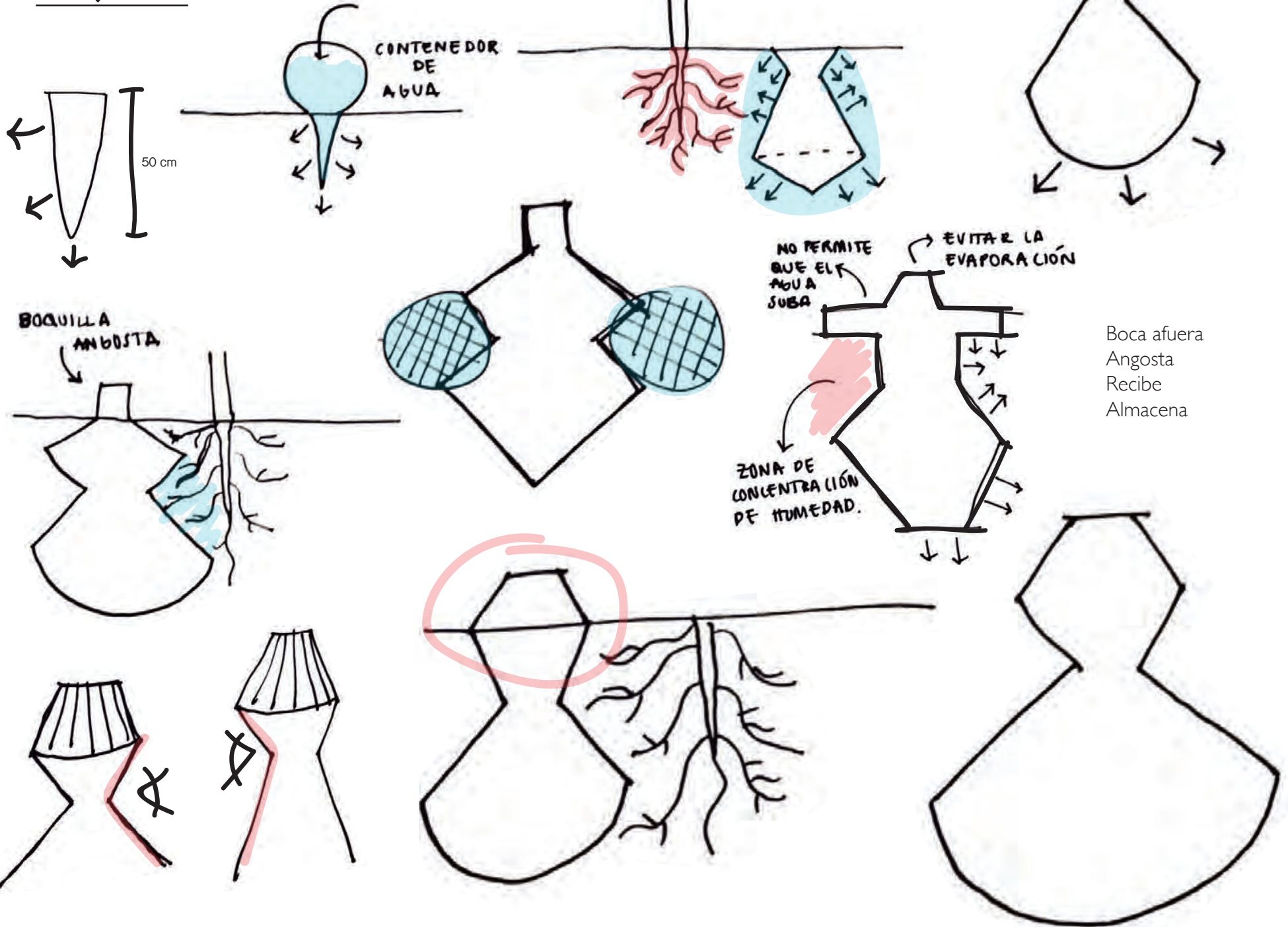
Raíz de la quínoa



***“Si hay un bajo desarrollo radicular,
hay bajo desarrollo vegetativo.”***

Los primeros 10 cm son claves para la germinación. El agua es esencial en esta etapa, para la iniciación de un metabolismo apropiado y el establecimiento del cultivo.

Vasija

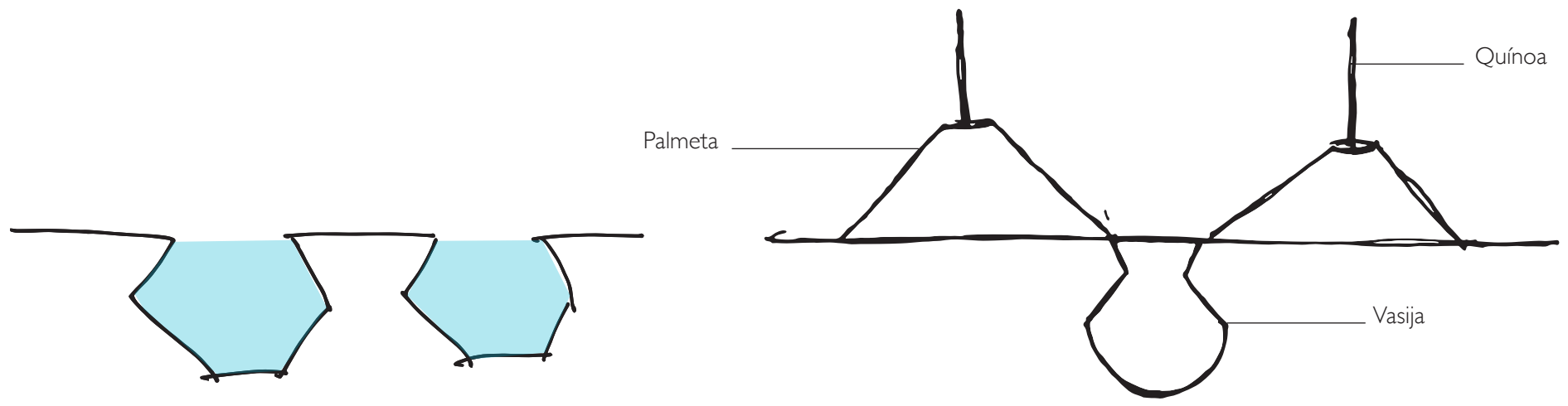


219.



La vasija debe poder almacenar 9 litros de agua como se explicó anteriormente. Además debe generar una zona de mayor humedad, la cual corresponde a los primeros 10 cm. A través de la geometrización de la vasija se logrará un aumento en las áreas de filtración, esto significa que a mayor área, más rápido y seguro será el paso del agua a través de la arcilla.



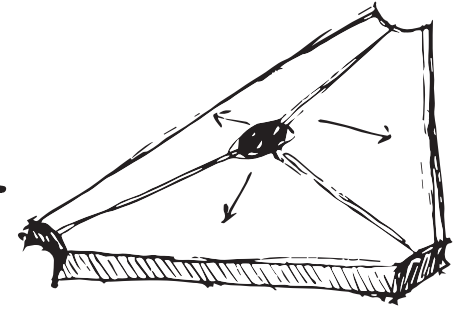
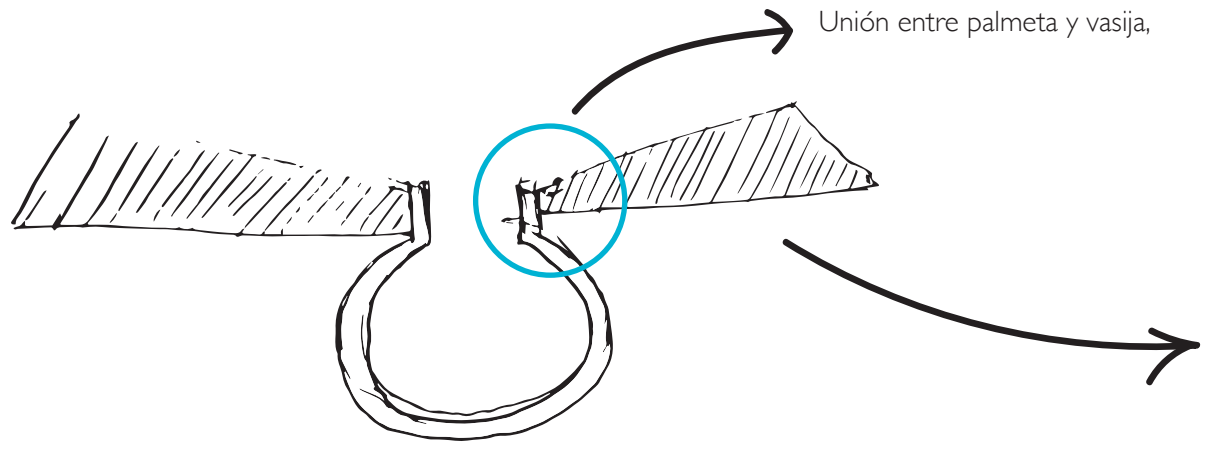


Palmeta

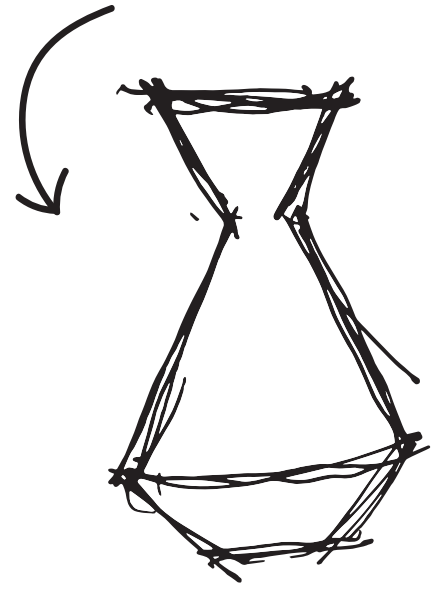
Quínoa

Vasija

Unión entre palmeta y vasija,

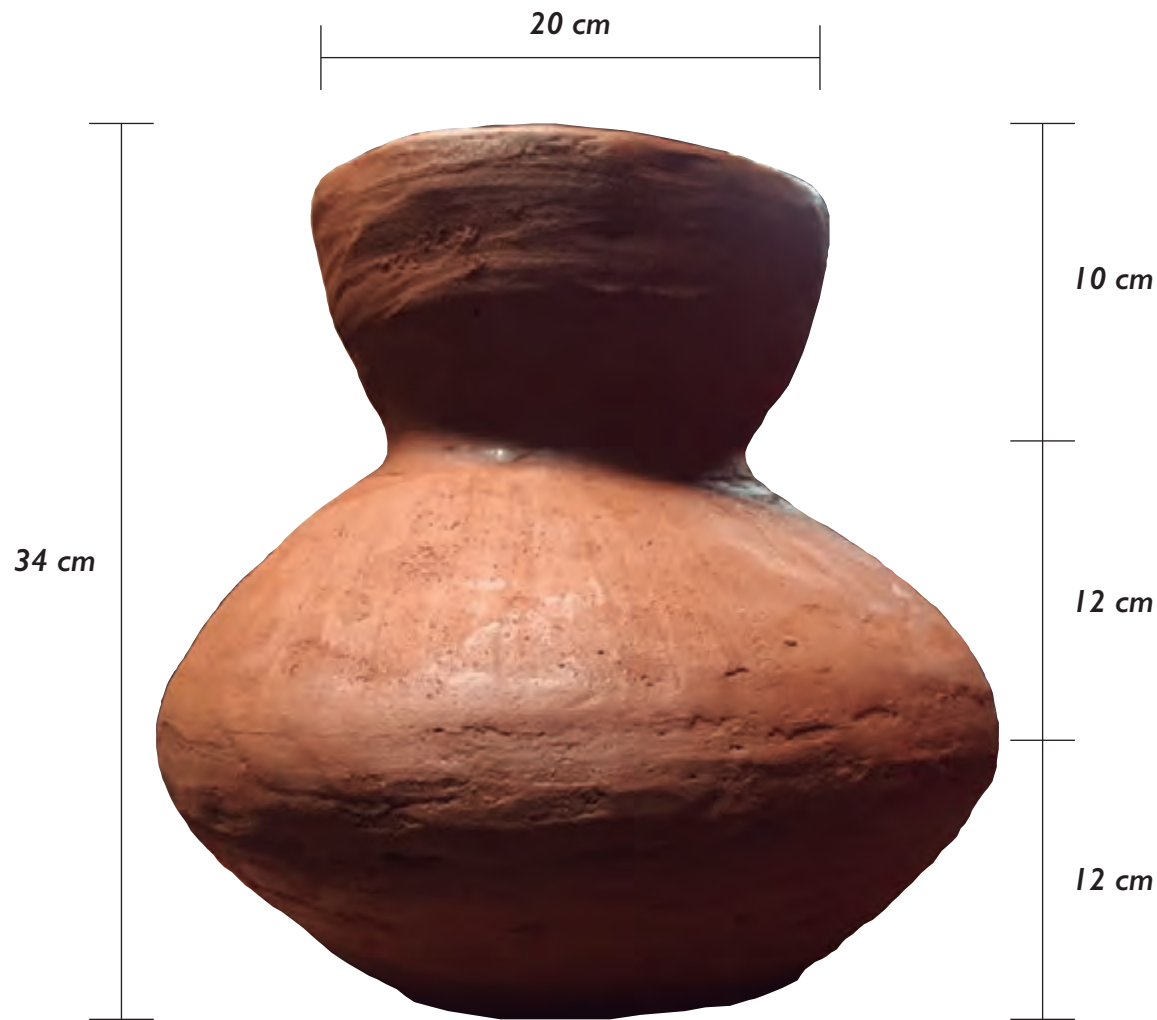


La palmeta permitirá el escurrimiento del agua dentro del predio y la direccionará hacia las vasijas para su almacenamiento.



La vasija estará enterrada en el suelo, solo su boca estará en la superficie recibiendo la llegada del agua. Para tener un almacenamiento óptimo, deberá poder almacenar 9 litros de agua.





Se comenzó a diseñar la vasija escala 1:1, se optó por el modelado a mano de la figura. De esta manera se tendría un control total de la forma. Se comenzó con una base y se fue subiendo poco a poco, la construcción total tardó alrededor de dos horas en una sola vasija. Sin contar las horas extras que tuvo de cocción en el horno. Desarrollar la forma a mano significa mayor irregularidades en la superficie, sin embargo, éstas proporcionan una mayor filtración

Las medidas son preliminares, no se tuvo acceso a la vasija final, sin embargo, la última muestra deberá poder almacenar mínimo 9 litros para poder recibir la cantidad de agua que necesita el cultivo para su crecimiento óptimo.

Se estipula también que la manera constructiva tanto de la palmeta como de la vasija deberán ser a través de la técnica de moldaje., De esta manera será más rápida su construcción y habrá una mejor optimización de la materia prima. Sin embargo, aún no es concluyente la decisión, aún que en los costos se considerarán ambos moldes.

Testeo de la arcilla



Hoja de coca

Tierra con
material
orgánico

Aserrín

Trigo



Material: Arcilla 1
Grosor: 0,6 cm
Tiempo: 30 min
ml: 0/120 ml
Observación: nunca exudó,
solo absorbió 30 ml de agua.



Material: Arcilla + Aserrín
Grosor: 1 cm
Tiempo: 14 min
ml: 80/120 ml
Observación: a los 5 min
comenzó a exudar. Luego de
54 min se rompió.



Material: Arcilla + Tierra
Grosor: 0,3 cm
Tiempo: 18 min
ml: 0/120 ml
Observación: nunca exudó,
solo absorbió 40 ml de agua.



Material: Arcilla + Trigo
Grosor: 0,8 cm
Tiempo: 76 min
ml: 0/120 ml
Observación: nunca exudó,
impermeable, 76 min con 40
ml de agua dentro.

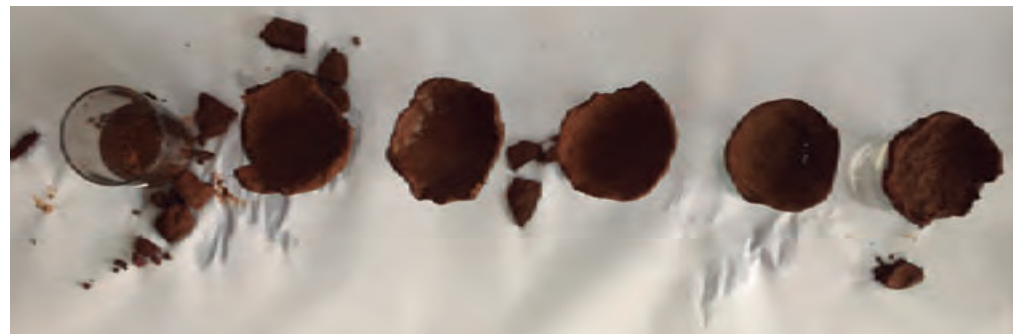
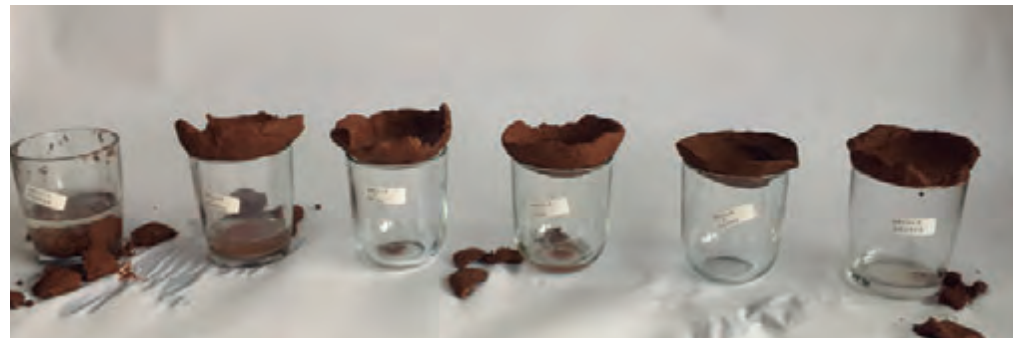
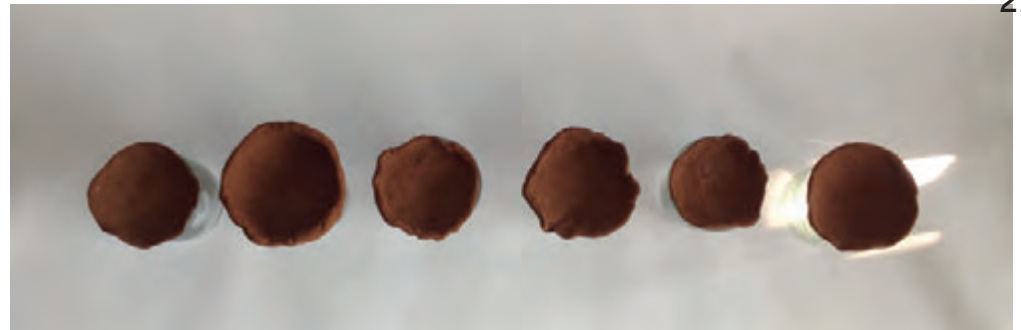


Material: Arcilla 2
Grosor: 0,2 cm
Tiempo: 10 min
ml: 90/120 ml
Observación: a los 3 min
comenzó a exudar.



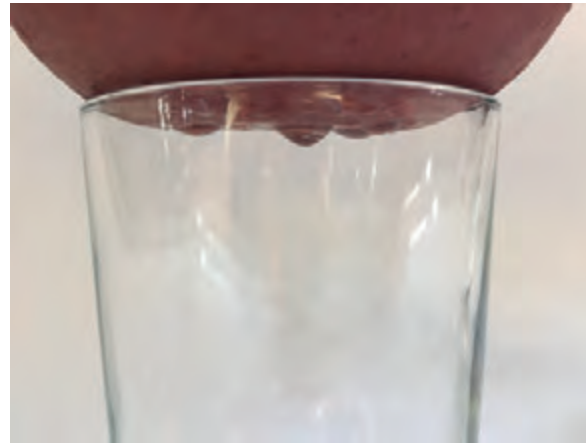
Material: Arcilla + Coca
Grosor: 0,5 cm
Tiempo: 30min
ml: 40/120 ml
Observación: a los 30 min
comenzó a exudar.

En este primer aproximamiento del material se hicieron 6 pruebas de exudación. Se buscaba analizar qué tipos de componentes serían los adecuados para el desarrollo de este proyecto. Se hicieron pequeñas figuras con arcilla incluyendo otro elemento, además de una prueba de grosores. A todos se les puso 120 ml de agua, la desventaja de esta prueba es que los prototipos no pasaron por el horno, se tuvo que testear el material con un secado a temperatura ambiente. Sin embargo, igual dieron conclusiones aproximadas, tales como, que a mayor grosor, mayor resistencia y que la mezcla de arcilla con aserrín es la mejor en tema de filtración y estructura del material.



225.





Para el siguiente testeo se trajeron dos vasijas de San Pedro de Atacama hechas con la arcilla del lugar. La vasija número 1 tiene un tratamiento de ahumado, 0,5 cm de espesor y una superficie lisa. Para la prueba, a las dos vasijas se les puso 250 ml de agua al mismo tiempo. A los 4 minutos, la vasija ahumada se comenzó a agrietar, esto permitió el paso del agua por las fisuras. Este tipo de tratamiento no permitió que la vasija transpirara agua y junto con el grosor solo permitieron el llenado del vaso producto de la ruptura del objeto.

La vasija número 2 está compuesta de arcilla de la zona, no tiene ningún tipo de tratamiento, solo el horno tradicional, tiene 1 cm de espesor y presenta una superficie irregular. Esta prueba también se llenó con 250 ml de agua y a las 5 horas comenzó a exudar, como se muestra en la foto. Sin embargo, después de 4 días se completó la transpiración, no quedaba ni una gota de agua en la vasija, pero tampoco había una gota en el vaso. Según el bioquímico del Dictuc, German Colque este fenómeno se

debe principalmente, porque efectivamente pasó el agua a través de la arcilla y se evaporó. No cayó agua al vaso por lo explicado anteriormente, al ser más porosa esta prueba, exuda el agua por todas partes. Por esto mismo la vasija durante los 4 días estuvo húmeda en sus paredes y se evaporaba inmediatamente. Pero si estuviera bajo tierra, la humedad permanecería ahí, ya que no hay contacto con el aire. Un dato importante a considerar es que se necesita del aserrín para aumentar su porosidad para agilizar el filtrado.

Hoy

El tiempo estimado para regar un área de 150 m² es de **10 minutos**, en los cuales entran **12.600 lts** de agua. El Señor Soza necesita 5 horas para regar 1 hectárea, esto son 378.000 lts (378 m³). Se habilita el riego cada **20 días**, por lo tanto, en toda la temporada de la quínoa se riegan 8 veces, eso equivale a **3.024 m³**.

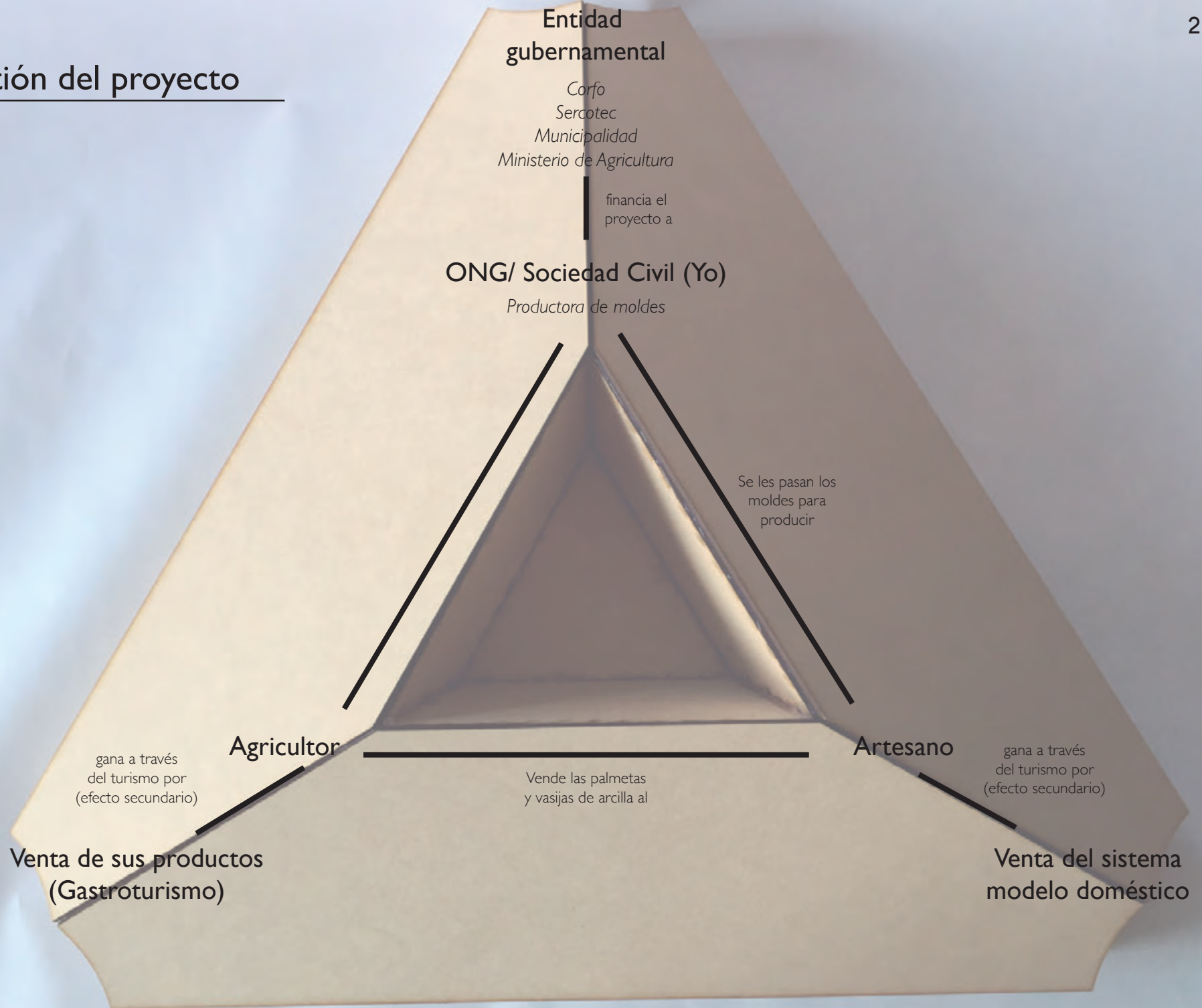
La quínoa recibe menos de la mitad del recurso para abastecerse y tener la humedad óptima para su crecimiento. Gracias a esto, generalmente solo es posible verla crecer hasta 1mt, a veces un metro y medio, siendo que podría medir 3.

Proyecto

El tiempo estimado para regar un área de 150 m² sería de **2,7 minutos**, en los cuales entrarían **3.375 lts** de agua.

El Señor Soza se ahorraría 9.225 lts, 3/4 aprox de agua. Sin embargo, para mejorar la producción se debería aumentar las veces de riego, cada **7 días** para ser exactos. Por ende, cada 7 días entran **3.375 lts**, lo que sería un total de 10.125 lts cada 21 días en comparación al riego cada 20 días, que entran 12.600. **Gracias a este proyecto se tendría un ahorro de 2.475 lts, es decir habría un ahorro del 20% de agua, una disminución en las sales y minerales y un 100% de productividad en la quínoa.**

Gestión del proyecto



BIBLIOGRAFÍA

ILUSTRACIONES

Fig. 1 Eficiencia de riego. Fuente: Elaboración del autor p.54. Elaboración del autor en base a Boletín INIA N° 190.

Fig. 2 Pérdida de agua por inundación . Fuente: Elaboración del autor p.65 y 66.

Fig. 3 Capacidad de adsorber. Fuente: Elaboración del autor p.78.

Fig. 4 Riego con vasijas cerámicas permeables. Fuente: Elaboración del autor p.86. Elaboración en base al esquema de funcionamiento de Rafael Paredes.

Fig. 5 Geografía San Pedro. Fuente: Elaboración del autor p.98.

Fig. 6 Ayllus San Pedro Fuente: Elaboración del autor p.99. Elaboración en base a mapa de San Pedro de Atacama.

Fig. 7 Zonas según la cota. Fuente: Elaboración del autor p.106. Elaboración del autor en base a Atlas zona norte de Chile.

Fig. 8 Etapas fenológicas de la quínoa. Fuente: Elaboración del autor p.129 y 130.

Elaboración del autor en base a

Fig. 9 Límite de crecimiento de la quínoa . Fuente: Elaboración del autor p.132.

Fig. 10 Proceso salinización. Fuente: Elaboración del autor p. 144

Fig. 11 Trayecto sistema canales. Fuente: Elaboración del autor p. 145

Fig. 12 Pérdida de agua dentro del predio. Fuente: Elaboración del autor p. 161

Fig. 13 Vasija de arcilla. Fuente: Elaboración del autor p. 162

SITIO WEB

- (1) Grupo Banco Mundial. (abril 01, 2019). Agricultura y alimentos, Panorama general. agosto 06, 2019, de Grupo Banco mundial Sitio web: <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview>
- (2) Idem
- (3) Idem
- (4) Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP). (marzo 19, 2009). El agua en un mundo en cambio. agosto 06, 2019, de Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) Sitio web: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr3-2009/>
- (5) Grupo Banco Mundial. (abril 01, 2019). Agricultura y alimentos, Panorama general. agosto 06, 2019, de Grupo Banco mundial Sitio web: <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview>
- (6) Equipo Bioética. (enero 23, 2019). ¿Qué tan sostenible es la agricultura en Chile?. agosto 07, 2019, de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN) Sitio web: <https://www.bcn.cl/observatorio/bioetica/noticias/que-tan-sostenible-es-la-agricultura-en-chile>
- (7) Idem
- (8) Idem
- (11) Real Academia Española, Convención de las Naciones Unidad contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África, de 1994, art. 1 a, Sitio web: <https://dej.rae.es/lema/desertificaci%C3%B3n>
- (12) National Geographic España. (junio 17, 2019). La desertificación, uno de los grandes problemas ambientales de la actualidad. agosto 07, 2019, de National Geographic Sitio web: https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/desertificacion-uno-grandes-problemas-ambientales-actualidad_14425
- (13) Idem
- (14) Idem
- (15) Idem
- (16) CONAF. (junio 16, 2016). Casi 7 millones de chilenos afectados por la desertificación. agosto 07, 2019, de Corporación Nacional Forestal (CONAF), Ministerio de Agricultura Sitio web: <http://www.conaf.cl/casi-7-millones-de-chilenos-afectados-por-la-desertificacion/>
- (17) Errazuriz, M.. (junio 17, 2019). Desertificación en Chile: el desafío de proteger la productividad de las tierras. agosto 07, 2019, de Ladera Sur Sitio web: <https://laderasur.com/articulo/desertificacion-en-chile-el-desafio-de-proteger-la-productividad-de-las-tierras>
- (18) Idem
- (19) Idem
- (29) Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (enero 27, 2015). Video: El riego en el lugar más árido del mundo. julio 7, 2019, de SAG Sitio web: <https://www.sag.gob.cl/video/el-riego-en-el-lugar-mas-arido-del-mundo>

- (38)** Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (diciembre, 2017). AGRICULTURA CHILENA Reflexiones y Desafíos al 2030. Santiago, Chile: Ministerio de Agricultura.
- (39)** Idem
- (44)** Centro UC Políticas Públicas. (febrero 4, 2016). Estudio revela el perfil de los trabajadores agrícolas temporales en Chile. agosto 12, 2019, de Universidad Católica Sitio web: <https://politicaspublicas.uc.cl/estudio-revela-el-perfil-de-los-trabajadores-agricolas-temporales-en-chile/>
- (45)** Decoop Chile. (octubre 16, 2018). Cooperativismo, un camino urgente para los pequeños agricultores. agosto 12, 2019, de Decoop Chile, diario electrónico Sitio web: <https://www.decoopchile.cl/cooperativismo-un-camino-urgente-para-los-pequenos-agricultores/>
- (46)** Idem
- (47)** López, C. (abril 8, 2018). Los beneficios de la arcilla. 12 agosto, 2019, de Ing. Yulieimis Sitio web: CubaCooperativaUCCM.sld.cu
- (48)** Fuentes, R. (2013). Desde el barro hasta la cerámica. agosto 12, 2019, de Issuu Inc Sitio web: https://issuu.com/javmarin/docs/libro_final_ii
- (49)** Susan Mussi. (indefinido). ARCILLA - Primaria.. octubre 10, 2019, de Diccionario de cerámica Sitio web: <http://ceramicdictionary.com/es/a/3069/arcilla-h-primaria>
- (50)** Fuentes, R. (2013). Desde el barro hasta la cerámica. agosto 12, 2019, de Issuu Inc Sitio web: https://issuu.com/javmarin/docs/libro_final_ii
- (51)** Idem
- (53)** González, M. (septiembre 15, 2011). Coloides. agosto 12, 2019, de La guía 2000 Sitio web: <https://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/coloides>
- (54)** González, M. (noviembre 8, 2010). Adsorción. agosto 12, 2019, de La guía 2000 Sitio web: <https://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/adsorcion>
- (55)** González, M. (marzo 24, 2014). Intercambio iónico. agosto 12, 2019, de La guía 2000 Sitio web: <https://quimica.laguia2000.com/general/intercambio-ionico>
- (56)** Memoria chilena. (fecha desconocida). Artesanía chilena. agosto 12, 2019, de Biblioteca Nacional de Chile Sitio web: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-556.html>
- (57)** Idem
- (58)** Bayuk, K. (septiembre 16, 2010). Ollas: Unglazed Clay Pots for Garden Irrigation. agosto 13, 2019, de Permaculture Reasearch Institute Sitio web: <https://permaculturenews.org/2010/09/16/ollas-unglazed-clay-pots-for-garden-irrigation/>
- (60)** Idem
- (61)** Idem
- (62)** Idem
- (63)** Gubin, A. (enero 13, 2015). Apples in Atebes: Cultivating climate resilience in an Ethiopian village. agosto 13, 2019, de Institute of Artic and Alpine Research Sitio web: <https://instaar.colorado.edu/galleries/apples-in-atebes-climate-resilience-gallery/?html5galleryid=3>

- (64) Venegas, M. (2014). Serie de reportajes Patrimonio en Chile: Región de Coquimbo.. agostos 13, 2019, de Revista física y digital "Ventana al patrimonio" Sitio web: <https://www.montserratvenegas.com/rafael-paredes>
- (67) Newcastle University. (septiembre 11, 2006). Clean water project hit by funding drought. agosto 13, 2019, de American Association for the Advancement of Science (AAAS) Sitio web: https://www.eurekalert.org/pub_releases/2006-09/uonu-cwp091106.php
- (68) Idem
- (69) Idem
- (70) Idem
- (71) Idem
- (72) Idem
- (73) Noticias Universidad Nacional San Luis. (septiembre 14, 2018). Desarrollan un filtro de agua con arcilla y residuos agrícolas. junio 11, 2019, de Universidad Nacional San Luis Sitio web: <http://www.noticias.unsl.edu.ar/14/09/2018/desarrollan-un-filtro-para-potabilizar-agua-con-arcilla-y-residuos-agricolas/>
- (74) Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2017). Censo 2017. agosto 10, 2019, de Instituto Nacional de Estadísticas (INE) Sitio web: <https://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>
- (81) INDAP. (septiembre 25, 2013). Limpieza de canales. julio 01, 2019, de INDAP, Ministerio de Agricultura Sitio web: <https://www.indap.gob.cl/noticias/-detalle/2013/09/25/limpieza-de-canales-antiguo-ritual-de-pago-a-la-tierra-que-aun-se-mantiene-vivo-en-chiuchiu>
- (83) Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio. (agosto 27, 2015). Conoce a los nuevos Tesoros Humanos Vivos de Chile. junio 10, 2019, de Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio Sitio web: <https://www.cultura.gob.cl/tesoros-humanos-vivos/cultora-mapuche-tesoro-humano-vivo-2015/>
- (85) Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2017). Censo 2017. agosto 10, 2019, de Instituto Nacional de Estadísticas (INE) Sitio web: <https://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>
- (93) Tapia, A. (junio 4, 2013). Quínoa: Cómo producirla de norte a sur. agosto 2, 2019, de El Mercurio Sitio web: <http://www.elmercurio.com/campo/noticias/noticias/2013/06/04/quinoa-como-producirla-de-norte-a-sur.aspx>
- (107) Sernatur. (marzo 23, 2018). Santiago y San Pedro de Atacama entre los mejores 25 destinos de Sudamérica. julio 16, 2019, de Servicio Nacional de Turismo (Sernatur) Sitio web: <https://www.sernatur.cl/santiago-y-san-pedro-de-atacama-entre-los-mejores-25-destinos-de-sudamerica/>
- (112) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (sin fecha de publicación). ¿Qué es el Comercio Justo?. agosto 19, 2019, de Asociación Internacional de Comercio Justo, Reino Unido Sitio web: <http://www.fao.org/3/ad818s/ad818s04.htm>
- (113) Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI). (sin fecha de publicación). Sello de Origen . agosto 19, 2019, de Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI) Sitio web: <https://www.inapi.cl/sello-de-origen/tipos-de-sello/denominacion-de-origen>
- (114) Manos Campesinas, Calidad Chilena. (sin fecha de publicación). El sello de los productos campesinos. agosto 19, 2019, de INDAP y Universidad de Chile, Sitio web: <http://www.manoscampesinas.cl/>

LIBROS

- (20) Santibáñez, F. (diciembre 28, 2016). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. En Reflexiones y Desafíos al 2030: Perspectiva de Especialistas Externos(pp. 147 - 148). Santiago, Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA.
- (21) Idem
- (22) Escenarios hídricos 2030 Chile. (marzo, 2018). El agua nos convoca. En Radiografía del agua (p.6). Chile: Fundación Chile.
- (23) Santibáñez, F. (diciembre 28, 2016). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. En Reflexiones y Desafíos al 2030: Perspectiva de Especialistas Externos(pp. 147 - 148). Santiago, Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA.
- (24) Idem
- (28) Escenarios hídricos 2030 Chile. (marzo, 2018). El agua nos convoca. En Radiografía del agua (p.6). Chile: Fundación Chile.
- (35) Sandoval, J.. (2003). El riego en Chile. Santiago, Chile: Ministerio de Obras Públicas, p.23
- (36) Santibáñez, F. (diciembre 28, 2016). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. En Reflexiones y Desafíos al 2030: Perspectiva de Especialistas Externos(p. 160) Santiago, Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA.
- (37) Idem
- (38) Ibid, p. 149.
- (39) Ibid, p. 151.
- (40) Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (diciembre, 2017). AGRICULTURA CHILENA Reflexiones y Desafíos al 2030. Santiago, Chile: Ministerio de Agricultura.
- (41) Idem
- (59) Museo Chileno de Arte Precolombino. (agosto, 1991). Diaguitas Pueblos del Norte Verde. Santiago, Chile: Banco O`Higgins. (libro)
- (65) Idem
- (66) Idem
- (75) Ministerio de Obras Públicas. (julio, 2016). Guía pueblos indígenas consulta y territorio. (p.16) Santiago, Chile: Ministerio de Obras Públicas.
- (76) Gleisner, C. (marzo, 2014). Atacameño, serie introducción histórica y relatos de los pueblos originarios de Chile. (p.22) Santiago, Chile: Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro (FUCOA), Ministerio de Agricultura.
- (77) Ibid (p.27)
- (78) Ministerio de Obras Públicas. (julio, 2016). Guía pueblos indígenas consulta y territorio. (p.31) Santiago, Chile: Ministerio de Obras Públicas.
- (79) Gleisner, C. (marzo, 2014). Atacameño, serie introducción histórica y relatos de los pueblos originarios de Chile. (p.16) Santiago, Chile: Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro (FUCOA), Ministerio de Agricultura.
- (80) Ministerio de Obras Públicas. (julio, 2016). Guía pueblos indígenas consulta y territorio. Santiago, Chile: Ministerio de Obras Públicas.
- (82) Gleisner, C. (marzo, 2014). Atacameño, serie introducción histórica y relatos de los pueblos originarios de Chile. (p.18) Santiago, Chile: Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro (FUCOA), Ministerio de Agricultura.
- (84) Ministerio de Obras Públicas. (julio, 2016). Guía pueblos indígenas consulta y territorio. (p.27) Santiago, Chile: Ministerio de Obras Públicas.
- (86) Idem

- (87) Pefaur, J. (enero, 2018). La quínoa en Chile, el despegue de un grano ancestral Enero de 2018. Santiago, Chile: ODEPA.
- (88) Idem
- (89) Idem
- (90) Kalazich, J. (diciembre, 2015). Quínoa: Un súper alimento para Chile y el mundo. Santiago, Chile: INIA.
- (91) Idem
- (92) Idem
- (95) Idem
- (97) Opazo, L & Romero, A. (2015). El rescate de la quínoa en Chile. Santiago, Chile: INIA.
- (98) Kalazich, J. (diciembre, 2015). Quínoa: Un súper alimento para Chile y el mundo. Santiago, Chile: INIA.
- (99) Idem
- (100) FIA. (noviembre, 2017). Potencial competitivo de la quinua chilena. Santiago, Chile: Ministerio de Agricultura.
- (102) Universidad Arturo Prat, Departamento de Agricultura del Desierto. (agosto 03, 2000). Agricultura en el Desierto de la II Región de Chile. Calama, Chile: Comisión Nacional de Riego.
- (103) Idem
- (104) Santibáñez, F. (diciembre, 2016). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile . Santiago, Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura.
- (108) Servicio Nacional de Turismo (Sernatur). (2018). Plan de acción Región de Antofagasta, sector turismo. Antofagasta, Chile: Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- (109) Idem
- (110) Idem
- (115) Arrau Ingeniería E.I.R.L.. (febrero, 2014). Volumen III: Estudio Agroeconómico. En Estudio de prefactibilidad mejoramiento sistema de riego en río San Pedro, San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta(p. 21). Santiago, Chile: CNR, Ministerio de Agricultura.
- (116) Ibid, p. 33
- (117) Ibid, p. 45
- (118) Ibid, p. 43
- (119) Ibid, p. 45
- (120) Idem

DIARIO

- (9) Istúriz, D.. (abril 21, 2019). Agricultura, sacudida por el cambio climático. La Tercera, p.A10.
- (10). Undurraga, C.. (junio 27, 2019). Cae optimismo de los agricultores para la próxima temporada y crece preocupación por el agua. El Mercurio, p.B7.
- (25) Guzmán, L.. (agosto 07, 2019). Chile es el 18° país con más estrés hídrico en el mundo. El Mercurio, p.A10.
- (26) Idem
- (27) Idem
- (32) Idem
- (33) Idem
- (42) Tapia, A. & Muñoz, L.. (junio 10, 2014). Cómo optimizar el riego por tendido. El Mercurio, p.1.

REVISTAS

- (30) I. Antunez, A., Mora, D., Felmer, S.. (2009). Eficiencia de riego en sistemas localizados. En Boletín INIA, N°190(p.73). Litueche, Chile: INIA.
- (31) Idem
- (34) Madaleno, I., Gurovich, A.. (noviembre, 2007). Usos conflictivos del agua en el norte de Chile. Boletín de la A.G.E, 45, p. 354
- (101) I. Sepúlveda, I., Molina, R., Delgado-Serrano, M. & Guerrero, J. (octubre, 2015). Agua, riego y cultivos: cambios y permanencia en los ayllus de San Pedro de Atacama. Estudios Atacameños, N51, pp. 185 - 206.

ENTREVISTAS

- (52) Entrevista personal a Ignacio Delfino, Representante Regional FIA Regiones Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, junio 11, 2019.
- (94) Entrevista personal a Enrique Martínez, científico y Doctor del CEAZA, julio 26, 2019.
- (96) Entrevista personal a Pablo Olgún, geógrafo de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso con Magister en Ciencias agronómicas y ambientales, julio 26, 2019.
- (105) Entrevista personal a Carlos Morales, Coordinador Regional de Agricultura Orgánica y Convenio CNR - SAG, abril 26, 2019.
- (106) Entrevista personal a Álvaro Sapag, Gerente de Sustentabilidad de Quiñeco S.A, abril 30, 2019.
- (111) Entrevista personal a Gabriel Rives, Encargado de Comunicaciones de Pueblos Atacameños, julio 24, 2019.