



**UNIVERSIDAD DE TALCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**Análisis de la productividad parcial del agua de riego en las regiones de  
Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule**

**MEMORIA DE TITULO**

**IAN GABRIEL HERRERA CAVIERES**

**TALCA, CHILE**

**2022**

## CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2022



**UNIVERSIDAD DE TALCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**Análisis de la productividad parcial del agua de riego en las regiones de  
Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule**

**Por**

**IAN GABRIEL HERRERA CAVIERES**

**MEMORIA DE TITULO**

**Presentada a la Universidad de Talca como parte de los requisitos para optar al  
título de**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TALCA, 2022**

APROBACIÓN:

---

Profesor Guía: Roberto Alejandro Jara Rojas,

Ing. Agrónomo, Dr.

Departamento de Economía Agraria

Facultad de Ciencias Agrarias.



---

Profesor informante: Carlos Alberto Bopp Montero,

Ing. Agrónomo, Dr.

Departamento de Economía Agraria

Facultad de Ciencias Agrarias.



---

Fecha de presentación de la Defensa de Memoria: 12 de Mayo del 2022.

## **ABSTRACT**

The study developed and funded by FONDECYT N° 1180556 project entitled: "From individualism to collective action for the conservation of water resources: its impacts and implications". The focus of this project is to evaluate the impact of water use in agriculture. The survey was applied to 378 farmers located in the Valparaíso, Metropolitan, O'Higgins and Maule regions. It was hypothesized that the efficiency of the irrigation system increases water productivity regardless of the production system and its location. The objectives are summarized in two, in which first we want to determine the partial water productivity for the sample of farmers and secondly to analyze the water productivity according to irrigation system and production system. For the purpose of this research, a descriptive analysis of the data was made in order to characterize the sample of farmers according to partial water productivity based on 3 main axes: geographic area (region), production system (type of crop) and irrigation system (type of irrigation) and then a statistical analysis between production system and irrigation resulting in 5 groups: Fruit trees by drip; Fruit trees by sprinkling; Fruit trees by gravity; Vegetables by gravity and cereals by gravity. The Shapiro-Wilk test was used to analyze the normality of the data set, while the homogeneity of variances was analyzed according to the Levene's test. Since the data failed to meet the objectives, a ranking of the data was created and then analyzed using the Kruskal-Wallis nonparametric test. Finally, a comparison of means was made from the ranking of the five groups using Tukey's method. All this analysis was carried out with the IBM SPSS 26 program. With the results obtained, it was possible to conclude that the irrigation system used does indeed have a considerable effect on partial water productivity; moreover, pressurized irrigation systems offer a more efficient use of water resources than non-pressurized systems.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres Jose Herrera A. y Gladys Cavieres D. mis hermanos Jose Manuel, Adriana, Angie y Cristian, a mi abuela que no vio materializado este trabajo pero que si estuviera estaría tan o más orgullosa, a todas esas personas que estuvieron en el transcurso de mis estudios: amigos, familiares a mi polola Camila Cadiz por todo el apoyo que me brindaron durante mi periplo de pregrado.

A mi profesor guía Roberto Jara que puso todo el aguante y paciencia a este estudiante.

Y recordar que no importa el camino ni recorrido, lo importante es siempre llegar, terminar y/o finalizar lo que comienza.

## RESUMEN

Este estudio está enmarcado dentro del proyecto FONDECYT N° 1180556 que se denomina: “Del individualismo a la acción colectiva para la conservación de los recursos hídricos: sus impactos e implicaciones”. Este proyecto tiene como enfoque evaluar el impacto del uso del agua en la agricultura. La encuesta fue aplicada a 378 agricultores ubicados en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O’Higgins y Maule. Se planteo la hipótesis de que la eficiencia del sistema de riego aumenta la productividad de agua independiente del sistema productivo y su localización. Los objetivos fijados se resumen en dos, en los cuales primero se quiere determinar la productividad parcial de agua para la muestra de agricultores y en segundo lugar analizar la productividad de agua según sistema de riego y sistema productivo. Para efecto de esta investigación, se hizo un análisis descriptivo de los datos de manera de caracterizar la muestra de agricultores según productividad parcial del agua en base a 3 ejes principales: Zona geográfica (región), Sistema productivo (tipo cultivo) y sistema de riego (tipo de riego) y posteriormente un análisis estadístico entre sistema productivo y riego dando como resultado 5 grupos: Frutales por goteo; Frutales por aspersión; Frutales por gravitacional; Hortalizas por gravitacional y cereales por gravitacional. Para analizar la normalidad del conjunto de datos se utilizó el Test de Shapiro-Wilk, mientras que la homogeneidad de varianzas fue analizada según el test de Levene’s. Como el conjunto de datos no logro cumplir los objetivos se optó por crear un ranking de datos para luego ser analizados en base a test no paramétricos de Kruskal-Wallis. Por último, se realizó una comparación de medias a partir del ranking de los 5 grupos utilizando el método de Tukey. Todo este análisis se realizó con el programa IBM SPSS 26. Con los resultados obtenidos se pudo concluir que efectivamente el sistema de riego utilizado afecta de manera considerable la productividad parcial del agua, más aun, sistemas de riego de tipo presurizado ofrecen una utilización más eficiente del recurso hídrico a diferencia de sistemas no presurizados.

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Hipótesis .....	3
1.2 Objetivo General.....	3
1.3 Objetivos específicos.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1 El agua como recurso y su disponibilidad .....	4
2.1.1 Rol del agua en la agricultura.....	4
2.1.2 Cambio climático y recursos hídricos .....	5
2.1.3 Escasez hídrica .....	5
2.2. Productividad del agua .....	6
2.2.1 Medición de la productividad del agua .....	7
2.3. Distribución del agua en Chile .....	8
2.4 Sistemas de Riego .....	9
3. MATERIALES Y METODOS.....	11
3.1 Materiales.....	11
3.2 Zonas de estudio.....	12
3.3 Metodología .....	13
3.3.1 Medición de productividad del agua para una muestra de agricultores de Chile central.13	
<b>Cuadro 3.1.</b> Tipos de sistemas de riego y eficiencia por sistema. ....	15
<b>Cuadro 3.2.</b> Clasificación de cultivos por sistema productivo. ....	15
3.4 Análisis estadístico. ....	16
4. Resultados .....	17
4.1 Estimación de productividad del agua para una muestra de agricultores de Chile central 17	
<b>Cuadro 4.1.</b> Estadística descriptiva de agricultores por región.....	17
<b>Cuadro 4.2.</b> Estadística descriptiva de productividad del agua de agricultores por tipo de cultivo.....	18
<b>Cuadro 4.3.</b> Estadística descriptiva de productividad del agua de agricultores por sistema de riego utilizado. ....	19
4.2 Análisis de la productividad parcial de agua según sistema productivo y sistema de riego por agricultor .....	19
<b>Cuadro 4.4.</b> Separación de medias mediante Test HSD de Tukey, para interacción de factores de Sistema de riego y Sistema productivo. ....	20
5. DISCUSIÓN .....	22
6. CONCLUSIONES.....	24
7. BIBLIOGRAFIA .....	25
ÁNEXOS.....	31

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 3.1.</b> Tipos de sistemas de riego y eficiencia por sistema.....	15
<b>Cuadro 3.2.</b> Clasificación de cultivos por sistema productivo.....	15
<b>Cuadro 4.1.</b> Estadística descriptiva de agricultores por región.....	17
<b>Cuadro 4.2.</b> Estadística descriptiva de productividad del agua de agricultores por tipo de cultivo. ....	18
<b>Cuadro 4.3.</b> Estadística descriptiva de productividad del agua de agricultores por sistema de riego utilizado.....	19
<b>Cuadro 4.4.</b> Separación de medias mediante Test HSD de Tukey, para interacción de factores de Sistema de riego y Sistema productivo. ....	20

## Índice de figuras

<b>Figura 3.1.</b> Zonas de estudio. ....	12
<b>Figura 4.1.</b> Productividad media de agua de agricultores por región.....	17
<b>Figura 4.2.</b> Productividad media de agua de agricultores por tipo de cultivo. ....	18
<b>Figura 4.3.</b> Productividad media de agua de agricultores por sistema de riego utilizado. ....	19
<b>Figura 4.4.</b> Productividad media de agua de agricultores según grupo de significancia. ....	21

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los principales insumos en la producción agrícola, siendo imprescindible avanzar hacia su utilización de la manera más racional posible, con el propósito de favorecer la sostenibilidad en la obtención de alimentos (Rosales & Flores, 2017).

Chile ha experimentado una alteración en sus precipitaciones, atribuida a una macro sequía datada desde el año 2008, las proyecciones para la región Centro-Sur anticipan una disminución de la precipitación de hasta un 40% y un aumento de las temperaturas entre 2°C y 4°C en los próximos 40 años (Engler; Jara-Rojas & Bopp, 2016). Se deben considerar también posibles causas antrópicas de la escasez de agua, tales como las dimensiones estructurales, de gestión, o de distribución de los recursos hídricos. Es necesario considerar que el origen de la escasez del agua se debe a un fenómeno de naturaleza híbrida, es decir que este déficit responde a orígenes tanto físicos como sociales que la construyen (Opligger et al., 2019).

La productividad del agua se define como la producción del cultivo por metro cúbico de agua consumida, en la que se incluye también el agua “verde” (lluvia efectiva) para áreas de secano y tanto agua “verde” como agua “azul” (agua desviada de sistemas de agua) para áreas irrigadas (Cai & Rosegrant, 2003). La “productividad del agua (PA)” es la relación que existe entre la biomasa existente en un cultivo por unidad de agua utilizada por el mismo en un momento determinado. Cuando se pretende enfocar el uso del agua por un componente puramente productivo y económico, se sustituye la biomasa por el rendimiento en kg de producto por metro cúbico de agua utilizada (Salazar-Moreno et al., 2014). El valor del producto podría ser expresado en diferentes términos: biomasa, grano, dinero (Kijne, 2003)

La adopción de tecnologías en el uso de agua, como sistemas de riego tecnificado permiten su uso más eficiente, así como el mejoramiento genético de los cultivos permite un mayor rendimiento con menor uso de agua también es un factor fundamental, que “A pesar de ciertas preocupaciones sobre la ineficiencia técnica del uso del agua en la agricultura, su productividad se incrementó por lo menos en 100 por ciento entre los años 1961 y 2001” (Kijne, 2003).

La eficiencia de riego de campo es la proporción del volumen de toda el agua de riego que se utiliza de manera beneficiosa en el campo con respecto al volumen total de agua de riego aplicada (ajustada por cambios en el agua almacenada para riego en el suelo) (Grafton et al., 2018).

En este sentido es explicable que la productividad del agua ha aumentado con el pasar de los años y uno de los puntos principales de este cambio es el uso de tecnologías de riego aporta una serie de beneficios que permiten mejor gestión, especialmente en recursos hídricos en áreas escasas, mejoras en la eficiencia del uso del agua, aumento de la productividad agrícola y cambios a cultivos más rentables (Jordan & Speelman, 2020).

En Chile el agua se considera un bien de uso público, sin embargo, para utilizar cierta fuente de agua se debe tener un derecho sobre ella y ese derecho de aprovechamiento es privado. Es por esto por lo que el agua en el país está sujeta a la oferta y la demanda sin regulaciones estatales por lo que se rige por las reglas del libre mercado. Este modelo de gestión tiene graves consecuencias. Por una parte, permite la concentración de la propiedad, generándose graves situaciones monopólicas, tanto de los derechos consuntivos (usados principalmente por empresas mineras, grandes exportadoras de productos agrícolas, forestales y sanitarios), como de los derechos no consuntivos (principalmente usados por empresas hidroeléctricas) (Donoso, 2014).

La productividad de agua es un concepto cada vez más crítico en la agricultura por lo que esta investigación realiza un aporte en estudiar la productividad parcial del agua de riego en Chile Central. El estudio se focaliza en cómo se administra el recurso a nivel de usuarios y sus factores tecnológicos para lograr una mejor productividad.

### **1.1 Hipótesis**

La eficiencia del sistema de riego aumenta la productividad de agua independiente del sistema productivo y su localización, para una muestra de agricultores ubicados en la zona central de Chile, dentro de las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule.

### **1.2 Objetivo General**

Determinar la productividad parcial del agua según sistema productivo, sistema de riego y localización para una muestra de 378 agricultores pertenecientes a las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule.

### **1.3 Objetivos específicos**

- Determinar la productividad parcial del agua para una muestra de 378 agricultores en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule.
- Analizar la productividad de agua según sistema de riego y sistema productivo.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 El agua como recurso y su disponibilidad

#### 2.1.1 Rol del agua en la agricultura

La agricultura cumple un rol preponderante para la sociedad, ya que es la actividad principal en la generación de alimentos. El agua está inherentemente ligada a la agricultura y a la civilización desde el principio de éstas. Todas las culturas se han desarrollado alrededor del recurso hídrico, el presente de nuestras sociedades y el futuro dependen directamente de la resolución a los problemas relacionados al abasto insuficiente e inoportuno del agua, a la escasez y distribución desigual de este recurso y a la contaminación de las aguas superficiales y de los mantos freáticos (Villalobos et al., 2017). Esto dado que el elemento principal en la producción agrícola es el recurso hídrico por lo que cualquier contaminante que lleve el agua de riego se concentrará en las aguas de drenaje lo que producirá que las aguas de retorno tengan una calidad inferior (Betancourt et al., 2017).

La demanda de agua en el sector agrícola compite con la demanda de agua para uso industrial de generación de energía y minería, como también con el consumo doméstico, comercial y de otros servicios urbanos municipales (Avilés, 2006). La agricultura es una actividad económica de alto consumo de recursos hídricos (Sánchez *et al.*, 2006). De hecho, esta es el principal insumo utilizado en esta actividad, es más se considera que la actividad agrícola consume 2/3 del total de agua extraída (FAO, 2002). A pesar de la elevada cantidad de agua que consumen los cultivos el desarrollo industrial y tecnológico que ha tenido lugar el siglo pasado la utilización del recurso hídrico ha disminuido proporcionalmente de manera significativa. De consumir el 90% comenzado el siglo se redujo a un 62% al final de éste (Villalobos et al., 2017).

El agua que se utiliza para la agricultura a diferencia de otros usos como el industrial y humano se aprovecha de mejor manera ya que se utiliza la mitad o más de esta debido a la evaporación, incorporación a los tejidos de las plantas y a la transpiración de los cultivos, la mitad restante recarga el agua bajo suelo o subterránea, fluye superficialmente o se pierde como evaporación no productiva (FAO, 2002).

En Chile, la economía se basa principalmente en la explotación minera que utiliza alrededor de un 9% del agua extraída, sin embargo, seguida de esta está la agricultura que es el mayor usuario de agua con un uso del 73% del total lo que abastece una superficie

regada de 1,1 millones de hectáreas entre las regiones de Coquimbo a Los Lagos (Santibáñez, 2017).

### **2.1.2 Cambio climático y recursos hídricos**

El cambio climático se define como una modificación de los aspectos climáticos imperantes en el planeta, tales como temperatura, precipitaciones e intensidad y las rutas de las tormentas (Miller, 2007). Estos cambios se atribuyen en cierta parte a la actividad directa e indirecta de la humanidad que altera la composición atmosférica mundial, sumada a la variabilidad climática natural que se ha observado durante ciertos periodos de tiempo comparables (Díaz, 2012). La variación global del clima de la tierra se explica en parte por el aumento de gases de efecto invernadero, si no se considera el vapor de agua, el dióxido de carbono es el gas de origen antropogénico más importante. Más de un 80% de las emisiones de este gas provienen de la actividad humana por el uso de combustibles fósiles y el resto de los procesos que derivan del cambio de uso de suelo (principalmente deforestación) (Cifuentes & Meza, 2008).

El agua tiene estrecha relación con todos los componentes del sistema climático, siendo éstos: atmosfera, hidrosfera, criosfera, biosfera (Bates et al., 2008). El ciclo hidrológico del agua y el clima tienen estrecha relación tanto así que una alteración en las precipitaciones y un incremento en las temperaturas que es lo esperado en un escenario de cambio climático va a afectar directamente en la disponibilidad del agua en el mundo (Martínez & Patiño, 2012). La forma en como el cambio climático afecta al curso hidrológico del agua se percibe en la alteración de los eventos de precipitaciones, la cantidad total de lluvias o caída de nieve y la duración de las estaciones lluviosas. Otros cambios notables son el ajuste de los servicios ecosistémicos como el retroceso de glaciares y/o desprendimientos de éstos, también la degradación de humedales, lo que altera la calidad de las aguas o la estacionalidad del caudal de los ríos y afluentes (Vuille, 2013).

### **2.1.3 Escasez hídrica**

En palabras simples la escasez de agua hace referencia a cuando la demanda supera el suministro de agua dulce para un área determinada. Esta situación se da cuando la demanda agregada de parte de todos los sectores que consumen agua respecto al suministro disponible es mayor a ese suministro y se pone de manifiesto por la insatisfacción total o parcial de la demanda. La escasez de agua es un concepto relativo y dinámico, pero también es una construcción social: todas o la mayoría de sus causas se relacionan con la intervención

humana en el ciclo del agua. Cambia al avanzar el tiempo a consecuencia de una variación hidrológica natural, pero varía fuertemente en función de los modelos existentes de gestión, planificación y política económica (FAO, 2013).

La escasez de agua es uno de los principales problemas a nivel mundial y según se proyecta con el cambio climático la escasez será aún más crítica a futuro. Considerando que la disponibilidad y accesibilidad del agua son los factores limitantes de mayor importancia para la producción agrícola, abordar esta problemática es indispensable para las áreas que son afectadas por la escasez de agua (Mancosu et al., 2015).

En los años recientes Chile está experimentando una variación en sus precipitaciones, que se atribuyen a una macro sequía que data del año 2008. Esta condición ha sido admitida por el gobierno como uno de los principales problemas a nivel país. Esta condición incluso ha afectado incluso a regiones que históricamente no habían tenido déficit de agua. El estado atribuye esta escasez hídrica principalmente al cambio climático y la reducción de las precipitaciones, y las medidas adoptadas por este se basan principalmente en infraestructura y tecnología que buscan aumentar la oferta hídrica, por lo que ignoran posibles causas antrópicas, tales como las dimensiones estructurales, de gestión o distribución de los recursos hídricos. Es por tanto necesario también reconocer que la escasez de agua en Chile no solo se basa en una reducción de precipitaciones atribuibles al cambio climático, sino que también a un factor social que recae en la forma de distribución de aguas, por lo tanto, se puede resumir como un fenómeno híbrido entre variaciones climáticas y políticas sociales de distribución de agua (Oppliger et al., 2019).

## **2.2. Productividad del agua**

En la actualidad la escasez de los recursos hídricos sumado a la creciente competencia por el agua en muchos sectores reduce su disponibilidad para el uso en riego, es por esto que las áreas que utilizan recursos hídricos necesitan enfoques eficientes. El aumento de la productividad del agua de cultivo, tolerancia a la sequía mediante mejoramiento genético y la regulación fisiológica, pueden ser el camino para lograr un uso eficiente y efectivo del recurso hídrico. En las zonas secas la limitante principal es la falta de agua no de superficie o suelo, para el mejoramiento de la producción agrícola, es decir la maximización del rendimiento por unidad de agua (productividad del agua) y no rendimiento por unidad de tierra (productividad de la tierra), por lo tanto, esta es una mejor estrategia para los sistemas de cultivo en seco.

El aumento de la productividad del agua en la agricultura es el enfoque clave para aplacar la escasez de agua (Ali & Talukder, 2008).

El debate sobre cómo aumentar la productividad del agua se confunde con otras definiciones, además las mejoras en la productividad del agua pueden contribuir al doble objetivo de aumentar la producción de alimentos y además ahorrar agua (Bouman, 2007). El énfasis en gestionar correctamente el agua agrícola se centra en aumentar la eficiencia del uso de agua para el riego, pero más recientemente se ha puesto énfasis en aumentar el producir más con relativamente menos agua, aumentando la productividad del agua. Es indispensable evaluar el valor del agua que se utiliza en la agricultura. Se necesita buscar formas para aumentar la productividad del agua mejorando la producción biológica y económica por unidad de agua usada tanto en sistemas de riego, como en secano (Kassam et al., 2007). Los métodos sostenibles para aumentar la productividad del agua en el cultivo están ganando importancia sobre todo en regiones áridas y semiáridas (Debaeke & Aboudrare, 2004). Uno de los grandes desafíos de la agricultura es producir más alimentos con menos agua y esto se logrará generando un aumento en la productividad del agua de cultivo. Entonces una productividad de agua en el cultivo más alta daría como resultado la misma producción con menos recursos hídricos o una mayor producción con los mismos recursos hídricos, por lo que esto va en directo beneficio para los usuarios de agua (Zwart & Bastiaanssen, 2004).

### **2.2.1 Medición de la productividad del agua**

La productividad del agua expresa el valor o beneficio que deriva el uso del agua, para conocer este valor se deben efectuar relaciones entre distintas variables hidrológicas como evaporación, transpiración, percolación o aumento capilar y también variables biofísicas como materia seca y rendimientos por ejemplo de grano. Este valor puede ser expresado en términos de rendimiento de grano (o semilla) por la cantidad de agua utilizada en sus diferentes procesos como transpiración, evapotranspiración y percolación, esto nos proporcionara un diagnóstico adecuado de donde y cuando se podría ahorrar agua (Singh et al., 2006).

La productividad del agua se puede expresar como la producción agrícola por unidad de volumen de agua suministrada. El numerador puede expresarse en términos de rendimiento del cultivo (kg/ha) y también de manera alternativa el rendimiento puede transformarse en unidades monetarias (\$/ha). Esta última transformación es útil cuando se deben comparar diferentes cultivos o diferentes formas de uso de agua. Se dispone de varias opciones

disponibles para definir el volumen de agua por unidad de área (m<sup>3</sup>/ha) en el denominador. Playán & Mateos (2006), proponen diferentes indicadores de productividad del agua (\$/m<sup>3</sup>), resultado de escoger entre diferentes opciones:

$$\text{Productividad del agua (Ec1)} = \frac{\text{Produccion}}{\text{Agua utilizada (lluvia+riego)}}$$

$$\text{Productividad del agua (Ec2)} = \frac{\text{Produccion}}{\text{Agua de Riego}}$$

$$\text{Productividad del agua (Ec3)} = \frac{\text{Produccion}}{\text{Agua consumida util y no util}} = \frac{\text{Produccion}}{\text{ICUC} \times \text{Riego}}$$

$$\text{Productividad del agua (Ec4)} = \frac{\text{Produccion}}{\text{Agua util}} = \frac{\text{Produccion}}{\text{IE} \times \text{Riego}}$$

$$\text{Productividad del agua (Ec5)} = \frac{\text{Producción}}{\text{Requisitos netos de riego}} = \frac{\text{RIS} \times \text{Produccion}}{\text{Riego}}$$

El valor de productividad calculado aumenta en la secuencia Ec1 a Ec5, exceptuando Ec1, los denominadores en las definiciones de productividad del agua se refieren al desvío o consumo de agua de riego. En el contexto de un lugar donde se desvía agua es más conveniente considerar el total (lluvia más riego). Algunos conceptos de productividad del agua pueden interpretarse a través de diferentes formas técnicas de eficiencia; Ec3 está relacionada con el coeficiente de uso consuntivo del riego (ICUC, se refiere al volumen de agua de riego utilizado de manera consuntiva dividido por el volumen de agua de riego aplicada); Ec4 a la eficiencia del riego (IE se refiere al volumen del agua de riego utilizada beneficiosamente dividida por el volumen de agua de riego aplicado); y Ec5 al suministro de riego de relativo (RIS, que se refiere al desvío de agua dividido por requisitos de riego o evapotranspiración del cultivo menos lluvia efectiva). En ambos casos ICUC e IE están restando en el denominador el agua de riego almacenada. Para simplificar esta parte se asume que el cambio en el almacenamiento es insignificante comparado con toda la temporada de riego (Playán & Mateos, 2006).

### 2.3. Distribución del agua en Chile

Chile tiene un lugar privilegiado en cuanto a la disponibilidad de recursos hídricos de superficie a nivel mundial, además tiene una de las mayores reservas de este recurso, como campos de hielo norte y sur, en la zona más austral. Sin embargo, la distribución de este

patrimonio hídrico es muy irregular en el territorio, esto a causa de las diversas condiciones físicas y climáticas. Mientras la zona norte es sumamente árida, con una disponibilidad de agua de menos de 500 m<sup>3</sup>/habitante/año, en la zona sur existen zonas de gran abundancia, con niveles que superan los 160.000 m<sup>3</sup>/habitante/año (Larraín, 2006).

La distribución de esta agua disponible en el país está regulada por leyes de estado, las cuales conciben los derechos de agua, los cuales son como otros derechos reales, es decir son apropiables y transables en el mercado. Este sistema es el fruto de una construcción neoliberalista, ya que la propiedad privada era vista como la única y mejor forma de lograr estabilidad, eficiencia y justicia con respecto a los derechos de agua. Si bien en un principio la idea de la creación de un mercado de aguas era apoyada, se abogaba por una mayor seguridad jurídica y, entre otras que no se cobrara un tributo especial por las aguas separadas de la tierra, cuestión que prevaleció. Las características de este mercado son conocidas. La Dirección General de Aguas entrega a los particulares que lo solicitan un derecho de consumo o de uso de aguas. Ese derecho calificado como real por la ley es perpetuo y transferible de manera que se crea un mercado que, si bien tiene bastantes falencias, cumple con su rol como distribuidor de la escasez. Esta manera de distribuir el recurso hídrico no está exenta de polémicas, sobre todo porque impide la realización del derecho humano al agua (Costa, 2016).

Es por esto entonces que algunas personas vieron una oportunidad en esta forma de manejo de los recursos hídricos, como la normativa no establecía en un principio la obligación del uso efectivo y beneficioso, esto llevo a la proliferación de peticiones para tomar posición respecto de un bien estratégico como lo es el agua realizando la solicitud de grandes caudales (Valenzuela, 2013). Además, esto también genero a posteriori la compra y acumulación de derechos de agua desprendiendo esta del lugar donde se encuentra el recurso.

## **2.4 Sistemas de Riego**

Los cultivos necesitan para su crecimiento y desarrollo absorber agua del suelo, cuando el contenido de humedad es bajo se dificulta la absorción, es por esto que es necesario regar para reponerla y que quede disponible para las plantas. Existen diferentes tipos de riego, en teoría no existe uno mejor que otro, si no que cada método se ajusta a cada situación de la locación donde hay un cultivar, sin embargo, existen diferencias en la eficiencia de cada uno de estos métodos (Demin, 2014).

El tipo de riego varia en cómo se suministra el agua al suelo (Lopez-Olivari, 2016). Los tres métodos principales de riego son el superficial, el de aspersión y el de goteo/micro. Las eficiencias de estos sistemas de riego varían entre ellos. El agua fluye sobre el suelo por gravedad en el caso del riego superficial. El riego por aspersión aplica el agua al suelo mediante la aspersión o la pulverización de gotas de agua desde sistemas fijos o móviles. Microirrigación aplica pequeñas y frecuentes aplicaciones por goteo, burbujeo o pulverización, y normalmente sólo moja una parte de la superficie del suelo en el campo (Bjorneberg, 2013)

Cada método o sistema de riego presenta características propias de implementación y manejo las cuales influyen en la eficiencia de aplicación y aprovechamiento del agua por parte de las plantas. En el caso de los riegos gravitacionales las eficiencias van desde un 30% a un 65% (considerando tendido: 30%, surco: 45% y californiano: 65%) y las eficiencias de los métodos de riego presurizado como son en el caso de aspersión un 75% y goteo un 90%. Los métodos más eficientes entonces son aquellos en que el agua se conduce por tuberías con cierta presión y es aplicada de forma localizada (INIA & CNR, 1999; Carrazón, 2007).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Materiales

El estudio realizado está enmarcado dentro del proyecto FONDECYT N° 1180556 que se denomina: “Del individualismo a la acción colectiva para la conservación de los recursos hídricos: sus impactos e implicaciones” Adjudicado por el Departamento de Economía Agraria de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca. Este proyecto tiene como enfoque principal evaluar el impacto del uso de agua en la agricultura, evaluando diferentes factores atinentes.

Para la realización de esta investigación se elaboró un cuestionario estructurado en 6 secciones, el cual se aplicó a un total de 378 agricultores de regiones de la zona centro del país, específicamente de las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O’Higgins y Maule que presentan distintos cultivos en sus predios de riego.

A continuación, se presentan las distintas secciones del cuestionario:

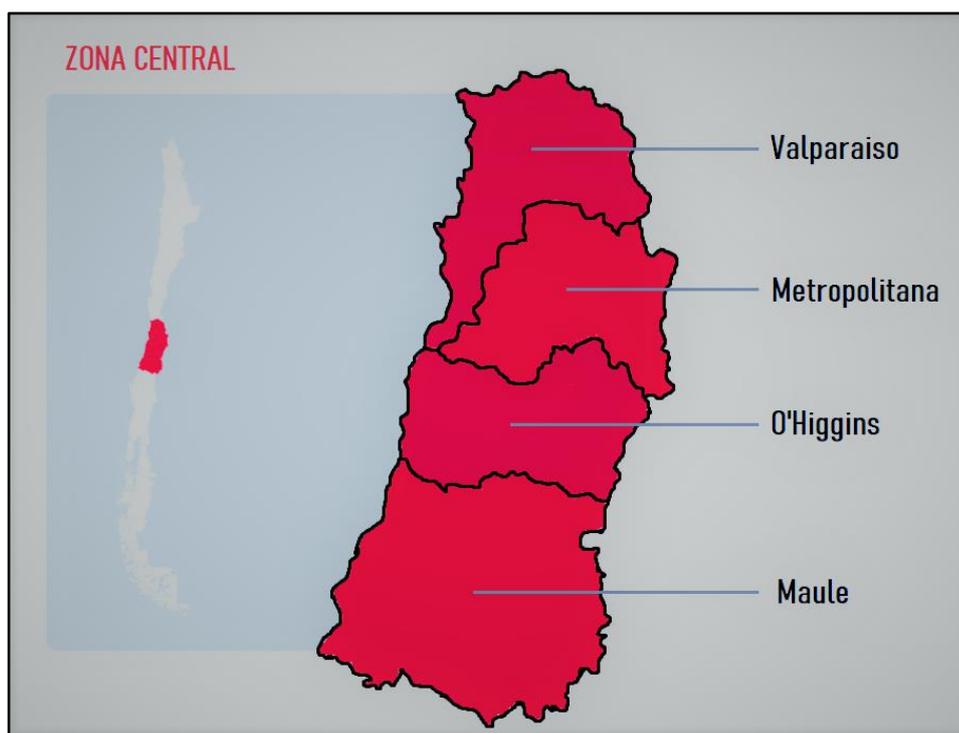
- Sección I: Información general del productor. En esta etapa de la encuesta interesa conocer aspectos generales del entrevistado y del predio. Como fecha, nombre del productor(a), el contacto del productor(a), ubicación del predio y datos también de pertenencia a juntas o comunidades de agua como también a asociaciones agrícolas.
- Sección II: Sistema productivo y sistema de riego. En esta sección se busca conocer los cultivos que hay en el predio, la forma en que se riegan y a partir de qué fuentes de agua. Se busca conocer el detalle de los cultivos realizados, su producción, rendimiento e ingreso y los sistemas de riego que se utilizaron e información específica sobre estos. También tomar en conocimiento el riego mensual aplicado a estos cultivos como también aspectos generales del sistema de riego y captación de aguas.
- Sección III: Funcionamiento y aporte a la comunidad de agua. Esta sección busca conocer cómo es el funcionamiento de la Comunidad y cuál es su relación con el resto de los usuarios. Además, se realizan una serie de preguntas sobre la percepción que el agricultor tiene respecto al funcionamiento de su Comunidad, así como su percepción respecto a la escasez hídrica y mejores formas de abordarla.
- Sección IV: Percepciones de riesgo al cambio climático. Esta sección está dedicada a conocer la percepción del encuestado sobre el riesgo de diferentes factores que

afectan la producción de sus cultivos. En este caso se quiere conocer su opinión y no datos exactos sobre impactos.

De las 4 secciones de la encuesta, para este trabajo se utilizó información contenida de las 2 primeras secciones. Ubicación predial con coordenada de ubicación GPS, tipo de cultivo, superficie del cultivo en hectáreas, rendimiento del cultivo en kilogramos por hectárea, en caso de conocer el rendimiento por sacos o quintales se realizó el cálculo para estandarizar a kilogramos por hectárea y por último el sistema de riego presente en el cultivo.

### 3.2 Zonas de estudio

El presente estudio, fue realizado en la zona central de Chile en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule. Las encuestas se aplicaron a 378 agricultores de dichas regiones. Las localidades de estudio fueron geo-referenciadas con sistema GPS (ver **ANEXO**).



**Figura 3.1.** Zonas de estudio.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.3 Metodología

#### 3.3.1 Medición de productividad del agua para una muestra de agricultores de Chile central.

Para estimar la productividad del agua en este estudio, se utilizó un modelo que incluye el enfoque económico y físico según Seckler, Molden, & Sakthivadivel (2003). Esta ecuación relaciona los ingresos de los agricultores dividido por la cantidad de agua utilizada para llegar a esos rendimientos:

$$PA = \frac{\text{Ingreso (CLP)}}{\frac{ET_c \cdot D \cdot A \cdot 10}{E_a}}$$

*Donde:  $ET_c = K_c \cdot ET_r$*

- PA = Productividad de agua en pesos chilenos (CLP)/m<sup>3</sup>
- Ingreso (CLP)= Rendimientos multiplicados por el precio de referencia en peso chileno (CLP).
- ET<sub>c</sub> = Evapotranspiración del cultivo, mm/día.
- D = Duración del desarrollo del cultivo, en días.
- A = Área cultivada, en hectáreas.
- E<sub>a</sub> = Eficiencia de sistema de riego.
- ET<sub>r</sub> = Evapotranspiración de referencia, mm/día.
- K<sub>c</sub> = Coeficiente de cultivo, adimensional.

Dicha ecuación para determinar la productividad parcial del agua emplea la evapotranspiración para el cálculo de agua ocupada para producir un nivel de ingreso, lo que significa que no se basa en la cantidad empírica de agua utilizada si no que es una aproximación de la cantidad de agua que cada agricultor debió reponer durante el transcurso del desarrollo del cultivo.

Para el cálculo de los ingresos aproximados de cada agricultor se les preguntó el rendimiento del cultivo en kg/ha; con este valor y data del precio de referencia obtenido desde la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) y sus fichas de costos (ODEPA, 2021), se realizó una multiplicación entre estos datos para obtener así finalmente el ingreso en pesos chilenos (CLP).

Para la obtención del valor de evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>) se realizó el cálculo el cual es evapotranspiración de referencia multiplicada por el coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>). Para la obtención de la evapotranspiración de referencia se utilizó información de la plataforma

web "ETo" del CITRA (Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología) de la Universidad de Talca y la Universidad de Chile (CITRA, 2021).

Dicha plataforma permite conocer el valor diario de la evapotranspiración de referencia al seleccionar un punto geoespacial, los que se seleccionaron en base a la coordenada GPS obtenida del lugar del predio de cada agricultor encuestado. Estos datos fueron extraídos tomando desde el día 1 de septiembre de 2020 hasta el 15 de abril de 2021, periodo en que los agricultores de Chile deben regar sus cultivos. Seguido a esto, se calculó un promedio para toda la temporada de riego, medido en milímetros de agua.

Los coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) para cada cultivo fueron extraídos de la publicación de FAO Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements (Allen et al., 1998). Este coeficiente varía en función del desarrollo del cultivo, de manera que, para simplificar el cálculo entre los días y los coeficientes para cada cultivo y etapa de desarrollo, se seleccionó el coeficiente en la etapa de media estación para todos los cultivos.

La duración del desarrollo del cultivo expresado en cantidad de días ( $D$ ) se obtuvo del mismo conjunto de datos del cual se obtuvieron los precios (ODEPA) (ODEPA, 2021), este dato en cantidad de días se seleccionó sobre la referencia de la FAO (Allen et al., 1998), ya que representa de mejor manera la realidad de los agricultores chilenos y sus prácticas de riego.

La superficie cultivada ( $A$ ) es la cantidad de suelo que se plantó con el cultivo principal, medida en hectáreas. El denominador de la fórmula se multiplica por un factor de conversión de 10 para transformar las unidades de mm a m<sup>3</sup>/ha (Oron & DeMalach, 1987).

La eficiencia del sistema de riego ( $E_a$ ) es la relación entre el agua que utiliza el cultivo, y la cantidad total de agua aplicada vía riego. Para este trabajo se agruparon los diferentes sistemas de riego en tres categorías: Riego gravitacional, riego por aspersión y riego por goteo. El valor de eficiencia de los distintos tipos de riego fue obtenido en base a información consultada en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) la cual fue encargada por la Comisión Nacional de Riego (INIA & CNR, 1999) (ver **Cuadro 3.1**).

**Cuadro 3.1.** Tipos de sistemas de riego y eficiencia por sistema.

Tipo de riego		Eficiencia de riego
Gravitacional	Tendido	0,3
	Surco	0,45
	Californiano	0,65
Goteo		0,9
Aspersión		0,75

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Considerando la existencia 42 tipos de cultivos diferentes, estos fueron clasificados en grupos por afinidad, dentro de los cuales se establecieron 3 principales grupos, para su posterior análisis estadístico (ver **Cuadro 3.2**).

**Cuadro 3.2.** Clasificación de cultivos por sistema productivo.

<b>Sistema productivo</b>		
<b>Cereales y forrajeras</b>	<b>Frutales</b>	<b>Hortalizas</b>
Alfalfa	Almendro	Ajo
Arroz	Arándano	Alcachofa
Avena	Avellano	Apio
Cebada	Cerezo	Betarraga
Maíz	Ciruelo	Cebolla
Trigo	Durazno	Cebollín
	Frambuesa	Haba
	Kiwi	Lechuga
	Limón	Melón
	Manzana	Papa
	Mora	Pepino
	Morón	Poroto
	Naranja	Repollo
	Nogal	Sandia
	Olivo	Tomate
	Palto	Zapallo
	Peral	
	Pomelo	
	Uva de mesa	
	Uva vinífera	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### **3.4 Análisis estadístico.**

Para caracterizar y posteriormente analizar estadísticamente los datos se utilizó el programa estadístico IBM SPSS 26, mientras que para la presentación gráfica de los resultados se utilizó Excel versión 2019. En primera instancia se realizó la estadística descriptiva con tal de caracterizar la muestra de agricultores según la productividad parcial del agua, en base a tres ejes principales: Zona geográfica (región), sistema productivo (tipo cultivo) y sistema de riego (tipo de riego).

Posteriormente se analizaron los datos entre sistema productivo y riego, resultando en 5 grupos: Frutales por goteo; Frutales por aspersión; Frutales por gravitacional; Hortalizas por gravitacional y Cereales por gravitacional. Para analizar la normalidad del conjunto de datos se utilizó el Test Shapiro-Wilk, mientras que la homogeneidad de varianzas fue analizada según el test de Levene's. En vista de que el conjunto de datos no logro cumplir con los objetivos de los test, se optó por crear un ranking de datos para luego ser analizada en base a test no paramétricos de Kruskal-Wallis. Por último, se compararon las medias obtenidas a partir del ranking de los 5 distintos grupos conformados utilizando el método de Tukey, para luego ser graficadas.

## 4. Resultados

### 4.1 Estimación de productividad del agua para una muestra de agricultores de Chile central

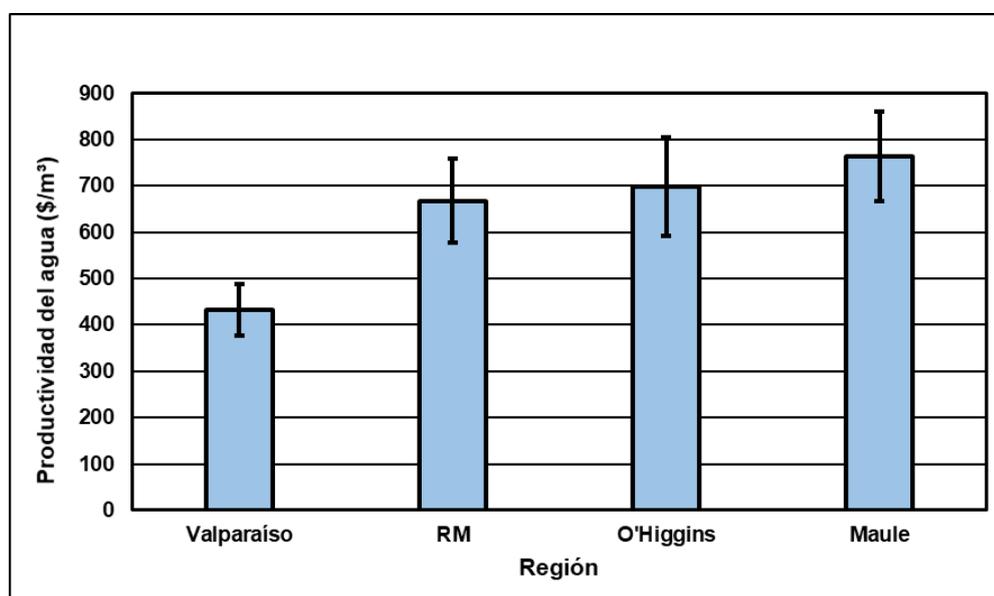
La estimación de la productividad del agua se realizó de 3 formas, por región, según tipo de cultivo y según tipo de sistema de riego utilizado.

Los valores medios de productividad de agua por región fueron los siguientes (CLP/m<sup>3</sup>): de 432,42 (Valparaíso), 668,13 (RM), 698,29 (O'Higgins) y 763,51 (Maule). Destacando una mayor y menor productividad en la región de Maule y la región de O'Higgins, respectivamente (ver **Cuadro 4.1** y **Figura 4.1**).

**Cuadro 4.1.** Estadística descriptiva de agricultores por región.

Región	N	Media	D.E.	Max	Mín
Valparaíso	59	432,42	434,2	1677,51	5,58
RM	30	668,13	494,43	1635,4	41,29
O'Higgins	127	698,29	1205,51	5959,75	9,51
Maule	162	763,51	1240,37	6045,23	32,69
<b>Total grupo</b>	<b>378</b>	<b>640,58</b>	<b>843,62</b>	<b>3829,47</b>	<b>22,26</b>

Fuente: Elaboración propia, 2022.



**Figura 4.1.** Productividad media de agua de agricultores por región.

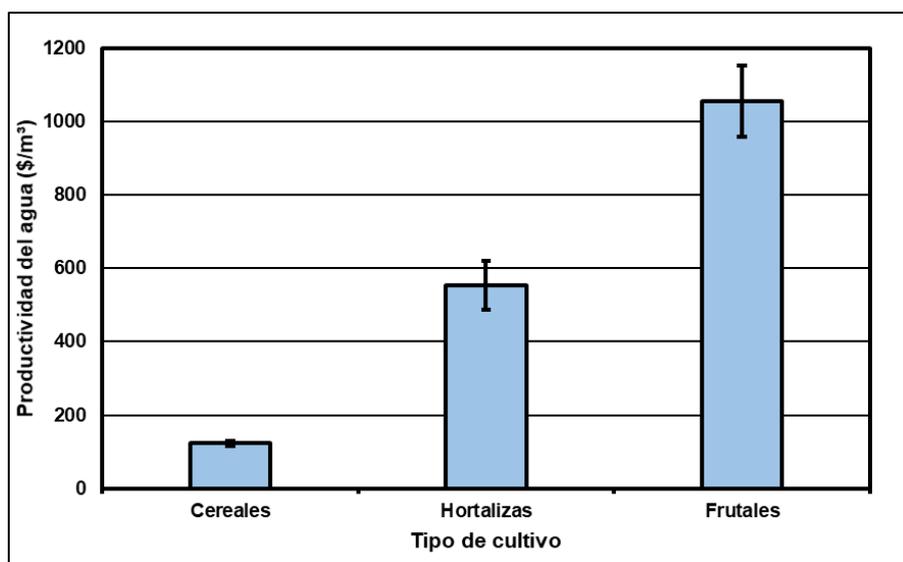
Fuente: Elaboración propia, 2022.

La clasificación de agricultores por tipo de cultivo se realizó en 3 categorías (cereales, frutales y hortalizas), obteniendo valores medios de productividad de agua (CLP/m<sup>3</sup>) de 123,37 (cereales), 1054,82 (frutales) y 553,27 (hortalizas). Destacando una mayor y menor productividad en frutales y cereales, respectivamente (ver **Cuadro 4** y **Figura 3**).

**Cuadro 4.2.** Estadística descriptiva de productividad del agua de agricultores por tipo de cultivo.

Tipo Cultivo	N	Media	D.E.	Max	Mín
<b>Cereales</b>	121	123,37	76,63	733,06	27,3
<b>Frutales</b>	201	1054,8249	1365,39	6035,72	9,51
<b>Hortalizas</b>	56	553,27	494,24	1804,21	5,58
<b>Total Grupo</b>	<b>378</b>	<b>577,15</b>	<b>645,42</b>	<b>2857,66</b>	<b>14,13</b>

Fuente: Elaboración propia, 2022.



**Figura 4.2.** Productividad media de agua de agricultores por tipo de cultivo.

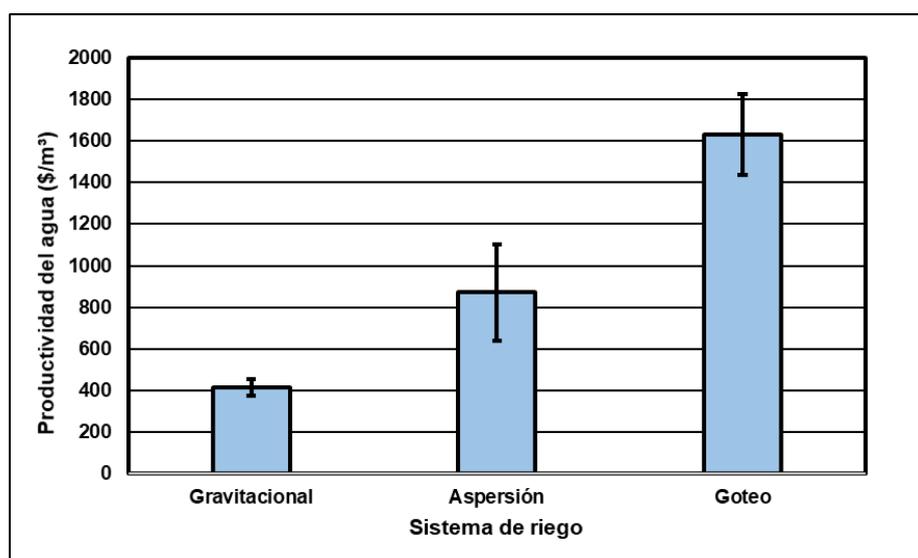
Fuente: Elaboración propia, 2022.

La clasificación de agricultores por tipo de sistema de riego utilizado se realizó en 3 categorías (gravitacional, aspersión y goteo), obteniendo valores medios de productividad de agua (CLP/m<sup>3</sup>) de 416,06 (gravitacional), 871,95 (aspersión) y 1.630,46 (goteo). Destacando una mayor y menor productividad en sistemas de riego por goteo y gravitacional, respectivamente (ver **Cuadro 4.2** y **Figura 4.2**).

**Cuadro 4.3.** Estadística descriptiva de productividad del agua de agricultores por sistema de riego utilizado.

Tipo Riego	N	Media	D.E.	Max	Mín
Gravitacional	277	416,06	678,87	5.838,12	5,58
Aspersión	29	871,95	1253,55	5.461,77	164,87
Goteo	72	1630,46	1665,82	6.045,23	22,18
<b>Total</b>	<b>378</b>	<b>972,82</b>	<b>1199,41</b>	<b>5.781,70</b>	<b>64,21</b>

Fuente: Elaboración propia, 2022.



**Figura 4.3.** Productividad media de agua de agricultores por sistema de riego utilizado.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.2 Análisis de la productividad parcial de agua según sistema productivo y sistema de riego por agricultor

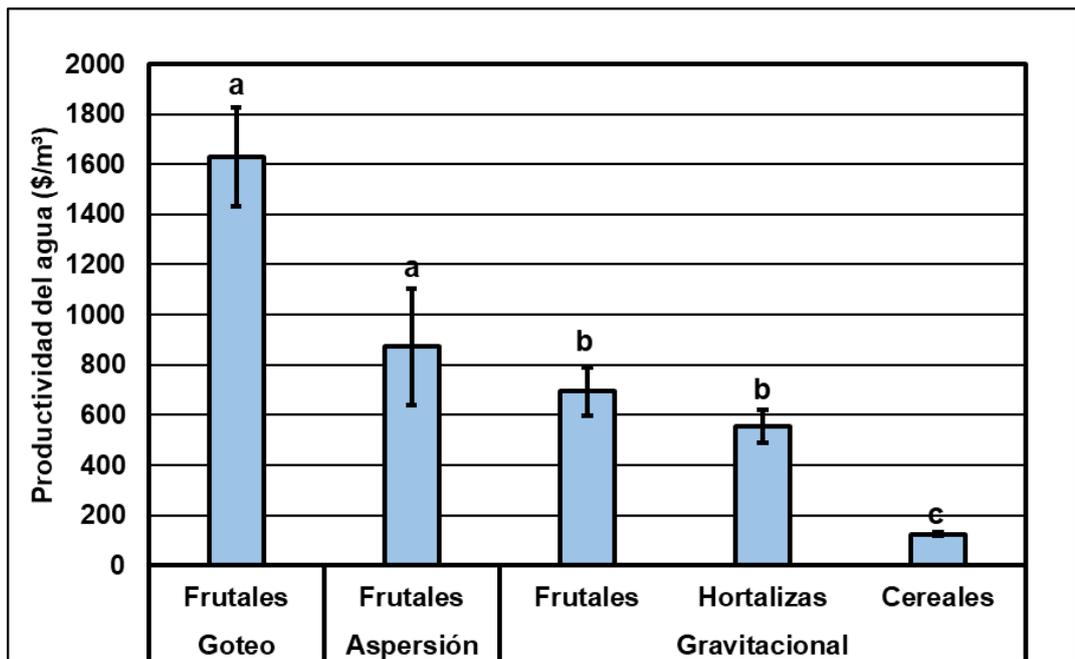
Para realizar el análisis de la productividad parcial de agua para los agricultores, se verificó que el comportamiento de los datos no cumplía con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, por lo que se tuvo que hacer un ranking (del valor máximo menos el mínimo) para poder realizar un análisis no paramétrico, donde por medio de un test de Kruskal-Wallis, se analizó la similitud entre las medianas de los grupos obtenidos por factor (Sistema de riego y Sistema productivo). Al obtener diferencias, se realizó una separación de medias mediante un Test HSD de Tukey.

Según los resultados obtenidos, se pudo apreciar que, la media de la productividad de agua del ranking obtenido en orden creciente, en Riego Gravitacional, la media del grupo de Cereales fue de 123,37 CLP/m<sup>3</sup> (grupo 1), Hortalizas, 553,27 CLP/m<sup>3</sup> (grupo 2) y en Frutales, 693,39 CLP/m<sup>3</sup> (grupo 2). Para el caso de Riego por Aspersión, se obtuvo una media en Frutales de 871,95 CLP/m<sup>3</sup> (grupos 3). Para el caso de Riego por Goteo, se obtuvo una media en Frutales de 1630,46 CLP/m<sup>3</sup> (grupos 3). (ver **Cuadro 4.4** y **Figura 4.4**).

**Cuadro 4.4.** Separación de medias mediante Test HSD de Tukey, para interacción de factores de Sistema de riego y Sistema productivo.

Sistema de riego x Sistema productivo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Gravitacional x Cereales	121	123,37		
Gravitacional x Hortalizas	56		553,27	
Gravitacional x Frutales	100		693,39	
Aspersión x Frutales	29			871,95
Goteo x Frutales	72			1630,46
Sig.		1,00	1,00	0,071

Fuente: Elaboración propia, 2022.



**Figura 4.4.** Productividad media de agua de agricultores según grupo de significancia.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

## 5. DISCUSIÓN

La mejora de la productividad del agua en el uso agrícola es un tema de interés considerando que es un factor determinante en la producción de los cultivos. La consecución de un mayor rendimiento por unidad de agua es uno de los retos más importantes de la agricultura que se ve enfrentada a severas limitaciones debido a los procesos de variabilidad climática (Ali & Talukder, 2008). En este estudio de campo principalmente se encuestó a agricultores de pequeña a mediana escala, estos agricultores son los principales proveedores de frutas, hortalizas y cereales a la actividad nacional (Tejada, 2014).

Al observar los resultados de los diferentes análisis realizados, la incidencia de las variables en la productividad de agua de los agricultores evaluados tiene un impacto considerable en la relación del ingreso monetario por metro cúbico de agua consumido (Castañeda, 2022). En el análisis descriptivo realizado podemos notar que existen variaciones en la productividad de agua por región estudiada, incrementando de norte a sur siendo el orden Valparaíso, RM, O'Higgins y Maule respectivamente. Esta variación puede explicarse por el sistema productivo que predominan en las regiones estudiadas, existiendo en unas cultivos con rentabilidad media como las hortalizas que se distribuyen a mercados nacionales las cuales predominan en la Región Metropolitana con el 27,4% de la superficie plantada total del país (ODEPA, 2021) y otras regiones con cultivos más rentables como cultivos frutícolas de alto valor como el cerezo en las regiones de O'Higgins y Maule (ODEPA & CIREN, 2018; ODEPA & CIREN, 2019).

El análisis descriptivo por sistema productivo, en el cual se compara la productividad parcial del agua de un conjunto de cultivos agrupados en Cereales, Hortalizas y Frutales da como resultado que los cultivos de frutales son los que mejor productividad de agua presentan y por otra parte los cultivos de cereales son los de más baja productividad. Esto puede ser explicado por la variable sistema de riego que tienen dichos cultivos. Los sistemas de riego gravitacionales, como por tendido o surcos, presentan una eficiencia baja en comparación a riegos presurizados, contrastando con los agricultores muestreados, donde predominan en cultivos de alta densidad como lo son los cereales. Por otra parte, en cultivos frutícolas predominaron sistemas de riego de tipo presurizado que tienen una alta eficiencia, lo que aumenta su productividad parcial de agua al suministrar de manera más eficiente el recurso que es dirigido a la zona más próximas a las raíces de la planta para su mejor utilización (CNR, 2019).

Para el apartado en el que se analiza la productividad de agua para la variable sistema de riego, los resultados arrojan que la productividad más alta se presenta en el riego por goteo, seguido por el riego por aspersión (ambos sistemas de riego de tipo presurizado) y finalmente el riego gravitacional en el que se agrupan riego tendido, por surcos y californiano. Estas diferencias se explican por la forma en que se aplica el agua con los diferentes métodos. El riego por goteo o por aspersión ofrecen resultados más óptimos en términos de eficiencia de agua (Sun et al., 2017) ya que esta es aplicada de manera más directa a las plantas evitando pérdidas por infiltración, evapotranspiración o por escurrimiento, al contrario de lo que sucede con los sistemas de riego de tipo gravitacional que son más propensos a presentar estas pérdidas (FAO & CIRAD, 2021)

En el análisis de sistema productivo por sistema de riego se observaron 5 grupos, los cuales se pueden agrupar en 3: Alta productividad de agua (Frutales por goteo y frutales por aspersión), Media productividad de agua (frutales y hortalizas por riego gravitacional) y Baja productividad de agua (cereales por riego gravitacional). En el primer grupo no existen diferencias significativas entre riego por goteo y riego por aspersión esto probablemente porque estos sistemas de riego ofrecen altas eficiencias de uso de agua (75% a 90%). Los siguientes grupos presentan diferencias con el grupo de alta productividad esto probablemente por influencia del sistema de riego que es de tipo gravitacional (con eficiencias de uso de agua que van de un 30% a un 65%), siendo similar a lo que se postula en la hipótesis de este estudio, donde se proyecta que los sistemas de riego por si solos influyen en la productividad de agua. Resultando mayores las productividades de agua en los sistemas de riego presurizado (INIA & CNR, 1999).

## 6. CONCLUSIONES

En el escenario actual es importante el correcto uso del recurso hídrico disponible a nivel país, más aun considerando el efecto del cambio climático y sequia prolongada que vive Chile que han disminuido drásticamente la disponibilidad del agua. Buscar la forma de proveer agua de la manera más eficiente a nuestros cultivos debe ser uno de los enfoques principales para poder sobrellevar dicho escenario.

La hipótesis planteada se cumple ya que las conclusiones de este estudio indican que efectivamente el sistema de riego utilizado por los cultivos afecta de manera considerable la productividad parcial del agua.

Para la muestra de agricultores muestreados en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule, se obtuvo como resultado que existe un efecto significativo en la productividad de agua utilizando distintos sistemas de riego por cultivo.

Sistemas de riego presurizados ofrecen una utilización más eficiente del recurso hídrico a diferencia de sistemas no presurizados.

Esta investigación ofrece resultados limitados, los cuales se podrían analizar de manera más profunda considerando las variables utilizadas como datos climáticos (que influyen en la evapotranspiración de cultivo) y datos económicos de referencia, debido a que el precio de frutas, hortalizas y cereales pueden variar significativamente, siendo unos mucho más costosos que otros.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Ali, M. H., and Talukder, M. S. U. (2008). Increasing water productivity in crop production— A synthesis. *Agricultural Water Management*, 95(11), 1201-1213. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.06.008>

Allen, R., Perreira, L., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome: FAO.

Arriagada, A., Quiroz, C., Valenzuela, N., Rivera, B., Contreras, J., & Melo, O. (2018). *MANUAL INTERMEDIO PARA DIRIGENTES DE ORGANIZACIONES DE USUARIOS DE AGUAS*. CNR. <https://www.cnr.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Manual-dirigentes-2018.pdf>

Avilés L., Hernán (2006). El valor del agua en la agricultura. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, (5),28-31.[fecha de Consulta 5 de Agosto de 2020]. ISSN: 1390-3799. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4760/476047389006>

Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S., & Palutikof, J. P. (Eds.). (2008). *El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Libro electrónico]. Secretaría del IPCC. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/climate-change-water-sp.pdf>

Betancourt, D., Tartabull P., & Labaut, M. (2017). El manejo integrado del agua en la agricultura: necesidad de implementación y aspectos vinculados. *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(2), 40-54. Recuperado a partir de <https://ceema.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/119>

Bjorneberg, D. L. (2013). IRRIGATION | Methods. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. doi:10.1016/b978-0-12-409548-9.05195-2

Bouman, B. (2007). A conceptual framework for the improvement of crop water productivity at different spatial scales. *Agricultural Systems*, 93(1-3), 43-60. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.04.004>

Cai, X., & Rosegrant, M. W. (2003). World Water Productivity: Current Situation and Future Options. En D. J. Molden, R. Barker, & J. W. Kijne (Eds.), *Water Productivity in Agriculture* (pp. 163-178). CABI Pub. <https://doi.org/10.1079/9780851996691.0000>

Carrazón, J. (2007). *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego*. FAO. <https://www.fao.org/3/at787s/at787s.pdf>

Castañeda, N. (2022). *¿Do Water Communities influence water productivity? A multilevel analysis in central Chile*. Sustainable International Agriculture Department of Agricultural Economics and Rural Development Faculty of Agricultural Sciences.

Cifuentes, L. A., & Meza, F. J. (2008). *Cambio climático: consecuencias y desafíos para Chile* (N.º 19). Centro Interdisciplinario de Cambio Global (CICG-UC). [https://cambioglobal.uc.cl/images/publicacionesextension/1\\_2008\\_Cambio\\_Climatico\\_Consecuencias\\_Desafios.pdf](https://cambioglobal.uc.cl/images/publicacionesextension/1_2008_Cambio_Climatico_Consecuencias_Desafios.pdf)

CITRA. (2021). Evapotranspiración de Referencia. Centro de Investigación y Transferencia de Riego: <http://www.eto.otalca.cl/webmap/>

CNR. (2019). *MANUAL SISTEMAS DE RIEGO Y MANEJO HÍDRICO DE CULTIVOS. PROGRAMA CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN RIEGO PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES EN LAS REGIONES DEL BIOBÍO Y LA ARAUCANÍA*. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/32796/MANUAL.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

Costa, E. (2016). DIAGNÓSTICO PARA UN CAMBIO: LOS DILEMAS DE LA REGULACIÓN DE LAS AGUAS EN CHILE. *Revista chilena de derecho*, 43(1), 335-354. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34372016000100014>

Debaeke, P., & Aboudrare, A. (2004). Adaptation of crop management to water-limited environments. *European Journal of Agronomy*, 21(4), 433-446. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2004.07.006>

Demin, P. (2014). Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego: métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones. - 1a. ed. - San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca : Ediciones INTA, 2014. 28 p.

DGA (Dirección General de Aguas). (2015). *Atlas del Agua Chile 2016* [Libro electrónico]. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS. <https://snia.mop.gob.cl/sad/Atlas2016parte1.pdf>

Díaz, G. (2012). EL CAMBIO CLIMÁTICO. *Ciencia y Sociedad*, XXXVII(2), 227-240. [fecha de Consulta 29 de Julio de 2020]. ISSN: 0378-7680. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=870/87024179004>

Donoso, G. (2014). *Integrated Water Resources Management in the 21st Century: Revisiting the Paradigm* (M. M. Aldaya, R. M. Llamas, & P. Martinez-Santos, Eds.; 1.ª ed.). CRC Press. <https://research.csiro.au/gestion-copiapo/wp-content/uploads/sites/216/2018/01/106-Integrated-water-management-in-Chile.pdf>

Engler, A., Jara, R. & Bopp, C. (2016) Efficient use of Water Resources in Vineyards: A Recursive joint Estimation for the Adoption of Irrigation Technology and Scheduling. *Water Resour Manage* **30**, 5369–5383. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1493-5>

FAO & CIRAD. (2021). *FRUTAS Y HORTALIZAS Oportunidades y desafíos para la agricultura sostenible a pequeña escala* (1.ª ed.). FAO, CIRAD.

FAO. (2002). *Agua y cultivos: logrando el uso óptimo del agua en la agricultura* [Libro electrónico]. FAO. <http://www.fao.org/3/y3918s/Y3918S.pdf>

FAO. (2013). *Afrontar la escasez de agua Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria* (N.º 38). ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA - FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>

Grafton, R., Willians, J., Perry, C., Molle, F., Ringler, C., Steduto, P., Udall, B., Wheeler, S.A., Wang, Y., Garrick, D., Allen, R., (2018). The paradox of irrigation efficiency. *Science* **361** (6404), 748–750. <https://doi.org/10.1126/science.aat9314>

INIA & CNR. (1999). *CONCEPTOS SOBRE DISEÑO Y MANEJO DE RIEGO PRESURIZADO*.  
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/39967/NR29539.pdf?sequence=1>

Jordán, C., & Speelman, S. (2020). On-farm adoption of irrigation technologies in two irrigated valleys in Central Chile: The effect of relative abundance of water resources. *Agricultural Water Management*, **236**, 106147. <https://doi:10.1016/j.agwat.2020.106147>

Kassam, A. H., Molden, D., Fereres, E., & Doorenbos, J. (2007). Water productivity: science and practice—introduction. *Irrigation Science*, **25**(3), 185-188. <https://doi.org/10.1007/s00271-007-0068-x>

Kijne, J. W. (2003). *Descubrir el potencial del agua para la agricultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://www.fao.org/3/y4525s/y4525s00.htm>

Larraín, S. (2006). El agua en Chile: entre los derechos humanos y las reglas del mercado. POLIS, Revista Latinoamericana, 5(14),0. [fecha de Consulta 6 de Agosto de 2020]. ISSN: 0717-6554. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305/30551406>

López-Olivari, R. (2016). Manejo y uso eficiente del agua de riego intrapredial para el Sur de Chile: Conceptos y consideraciones básicas en métodos y programación de riego para optimizar el recurso hídrico. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional Carillanca. Km 10 camino Cajón Vilcun, (56-45) 2297100. 156 pp.

Mancosu, N., Snyder, R., Kyriakakis, G., & Spano, D. (2015). Water Scarcity and Future Challenges for Food Production. *Water*, 7(12), 975-992. [https://www.researchgate.net/publication/273905838\\_Water\\_Scarcity\\_and\\_Future\\_Challenges\\_for\\_Food\\_Production](https://www.researchgate.net/publication/273905838_Water_Scarcity_and_Future_Challenges_for_Food_Production)

Martínez-Austria, Polioptro F., & Patiño-Gómez, Carlos. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y ciencias del agua*, 3(1), 5-20. Recuperado en 29 de julio de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222012000100001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000100001&lng=es&tlng=es).

Miller, Jr., G. Tyler (2008). Ciencia ambiental Desarrollo sostenible Un enfoque integral. *Innovación Educativa*, 8(45), [fecha de Consulta 29 de Julio de 2020]. ISSN: 1665-2673. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1794/179420818010>

ODEPA. (2021). Fichas de costo. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias: <https://www.odepa.gob.cl/fichas-de-costos/>

ODEPA & CIREN. (2019). *CATASTRO FRUTICOLA, principales resultados, Región de Maule*. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/08/catastroMaule2019.pdf>

ODEPA & CIREN. (2018). *CATASTRO FRUTICOLA, principales resultados, Región de O'Higgins*. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/CatastroOhiggins2018.pdf>

ODEPA & CIREN. (2017). *CATASTRO FRUTICOLA, principales resultados, Región de Valparaíso*. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2016/12/Valparaiso.pdf>

ODEPA & CIREN. (2017). *CATASTRO FRUTICOLA, principales resultados, Región Metropolitana*. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2016/12/Metropolitana.pdf>

Oppliger, A., Höhl, J. & Fragkou, M. (2019). Escasez de agua: develando sus orígenes híbridos en la cuenca del Río Bueno, Chile. *Revista de geografía Norte Grande*, (73), 9-27. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022019000200009>

Oron, G. & DeMalach, J. (1987). Reuse of Domestic Wastewater for Irrigation in Arid Zones: A Case Study. *Journal of the American Water Resources Association*, 23(5), 777-783. doi:10.1111/j.1752-1688.1987.tb02952.x

Playán, E., & Mateos, L. (2006). Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. *Agricultural Water Management*, 80(1-3), 100-116. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.007>

Rosales, R., Flores, H. (2017). Importancia del agua de riego para la producción sostenible de frijol en Durango. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico N°21.

Sánchez, I., Catalán, E., González, G., Estrada, J., & García D. (2006). Comparative indexes of water use in agriculture. *Agricultura técnica en México*, 32(3), 333-340. Recuperado en 27 de julio de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-25172006000300009&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172006000300009&lng=es&tlng=en).

Santibañez, F. (2017). El cambio climático y los recursos hídricos en Chile. En A. Apey Guzman, D. Barrera Pedraza, & T. Rivas Siuz (Eds.), *AGRICULTURA CHILENA Reflexiones y Desafíos al 2030* (1.ª ed., pp. 147-178). Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA).

Scheierling, S., Treguer, D., Booker, J., & Decker, E. (2014). How to Assess Agricultural Water Productivity? Looking for Water in the Agricultural Productivity and Efficiency Literature. World Bank Policy Research Working Paper, 6982.

Seckler, D., Molden, D., & Sakthivadivel, R. (2003). The concept of Efficiency in Water-resources Management and Policy. En J. Kijne, R. Barker, & D. Molden, *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement* (págs. 37-52).

Singh, R., van Dam, J. C., & Feddes, R. A. (2006). Water productivity analysis of irrigated crops in Sirsa district, India. *Agricultural Water Management*, 82(3), 253-278. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.027>

Sun, S., Zhang, C.F., Li, X., Zhou, T., Wang, Y., Wu, P., Cai, H., (2017). Sensitivity of crop water productivity to the variation of agricultural and climatic factors: a study of Hetao irrigation district, China. *J. Clean. Prod.* 142, 2562–2569

Stamm, C., Aliste, E., 2014. El aporte de un enfoque territorial al estudio de los conflictos socio-ambientales. *Revista F@ro* 2, 66–78.

Tejada, H. (2014). Venta directa en ferias locales: el proceso de modernización de las ferias libres en Chile. p. 93-96. En O. Sotomayor, M. Rodríguez, y A. Rodríguez (coord.) *Agricultura familiar y circuitos cortos: Nuevos esquemas de producción, comercialización y nutrición*. CEPAL, Santiago, Chile.

Valenzuela, C. (2013). *La patente por la no-utilización de las aguas en Chile: origen, diseño y primeras experiencias en su implementación*. Universidad de Chile. <http://www.derechoalagua.cl/wp-content/uploads/2013/09/La-patente-por-la-no-utilizacion-de-las-aguas-en-Chile-Valenzuela.pdf>

Villalobos A., V. M. V., García, G. W., Ávila, F., & Inter-American Institute of Agricultural Sciences. (2017). *El agua para la agricultura de las Américas*. IICA. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6148/BVE17109367e.pdf;jsessionid=F55802F8997EB00D43EFBEC434A117BB?sequence=1>

Vuille, M. (2013). El Cambio Climático y los Recursos Hídricos en los Andes Tropicales. *Banco Interamericano de Desarrollo Unidad de Salvaguardias Ambientales*, 517, 6. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El-cambio-clim%C3%A1tico-y-los-recursos-h%C3%ADricos-en-los-Andes-tropicales.pdf>

Zwart, S. J., & Bastiaanssen, W. G. M. (2004). Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management*, 69(2), 115-133. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.04.007>

## ÁNEXOS

### ANEXO 1: Encuesta

Generated by cboppm, Dec 23, 2019 13:29 Cuestionario creado por cboppm, Jun 29, 2019 00:39 Última modificación hecha por cboppm, Jun 29, 2019 12:18 No ha sido compartido con ningún otro usuario	Secciones: 5, Sub-subsecciones: 1, Preguntas: 139, Preguntas con condiciones habilitantes: 45 Preguntas con condiciones de validación: 2 Listas: 3 Variables: 0	
--	--	---

# Encuesta a usuarios de Comunidades de Agua

**SURVEY IDENTIFICATION INFORMATION**  
**QUESTIONNAIRE DESCRIPTION**

**EMPEZAR**  
Sin sub-secciones, Sin listas, Preguntas: 10, Textos estáticos: 2.

**SECCIÓN 1: INFORMACIÓN GENERAL DEL PRODUCTOR**  
Sin sub-secciones, Sin listas, Preguntas: 20, Textos estáticos: 2.

**SECCIÓN 2: SISTEMA PRODUCTIVO Y SISTEMA DE RIEGO**  
Sin sub-secciones, Listas: 2, Preguntas: 38, Textos estáticos: 1.

**SECCIÓN 3: FUNCIONAMIENTO Y APOORTE A LA COMUNIDAD DE AGUA**  
Sub-subsecciones: 1, Sin listas, Preguntas: 63, Textos estáticos: 2.

**SECCIÓN 4: PERCEPCIONES DE RIESGO AL CAMBIO CLIMÁTICO**  
Sin sub-secciones, Listas: 1, Preguntas: 8, Textos estáticos: 3.

**APÉNDICE A — DE INSTRUCCIONES**

**APÉNDICE B — DE CATEGORÍAS**

**LEYENDA**

1 / 21

# EMPEZAR

intro

TEXTO ESTÁTICO

## Introducción del proyecto

0

Fecha y hora al momento de encuestar	FECHA: HORA ACTUAL	fecha
I Apretar botón para registrar fecha y hora	.....	
Posición satelital	GPS	gps
I apretar botón para guardar ubicación	N ..... W ..... A .....	
En caso que la app no registre la ubicación GPS, indicar latitud del predio en cuestión	NUMÉRICO: DECIMAL	lat
I Utilizar google maps, indicando grados decimales (ej: -34,5647383). Si la ubicación es detectada por la aplicación, dejar en blanco	.....	
En caso que la app no registre la ubicación GPS, indicar longitud del predio en cuestión	NUMÉRICO: DECIMAL	lon
I Utilizar google maps, indicando grados decimales (ej: -71,5647383). Si la ubicación es detectada por la aplicación, dejar en blanco	.....	
Usted es dueño o administrador?	SELECCIÓN ÚNICA	due
	00 <input type="radio"/> administrador 01 <input type="radio"/> dueño	
Quién asiste a las reuniones de la Comunidad?	SELECCIÓN ÚNICA	due_asis
E due==1	01 <input type="radio"/> Yo mismo 00 <input type="radio"/> Otro	
Quién otro asiste a las reuniones de la Comunidad?	TEXTO	due_asis_otro
E due_asis.InList(0)	.....	
Quién asiste a las reuniones de la Comunidad de agua?	SELECCIÓN ÚNICA	due_reu
E due==0	00 <input type="radio"/> administrador 01 <input type="radio"/> dueño 02 <input type="radio"/> ambos	
Quién decide el manejo de los cultivos?	SELECCIÓN ÚNICA	due_man
E due==0	00 <input type="radio"/> administrador 01 <input type="radio"/> dueño 02 <input type="radio"/> ambos	
Aconseja al dueño en cuanto a inversiones en tecnologías?	SELECCIÓN ÚNICA	due_aco
E due==0	00 <input type="radio"/> no 01 <input type="radio"/> sí	

TEXTO ESTÁTICO

E due\_reu==1 && due\_man==1

**NO SE DEBE APLICAR ENCUESTA**

0

EMPEZAR

3 / 21

## SECCIÓN 2: SISTEMA PRODUCTIVO Y SISTEMA DE RIEGO

sistemas

TEXTO ESTÁTICO

En esta sección queremos conocer los cultivos que tiene en su predio, la forma en que se riegan y a partir de qué fuentes de agua.

Mencione los cultivos realizados la última temporada en el predio perteneciente a la Comunidad de agua.

LISTA cultivos

.....

SECCIÓN 2: SISTEMA PRODUCTIVO Y SISTEMA DE RIEGO  
Lista: DETALLE DE CULTIVOS REALIZADOS  
generada por lista pregunta `cultivos`

detalle

Cuánta superficie estableció de `%rosteritle%`?

NUMÉRICO DECIMAL cult\_sup

.....

Conoce el rendimiento obtenido en `%rosteritle%`?

SELECCIÓN ÚNICA cultfiltro\_rdto

I Es una pregunta filtro para que responda rendimiento (por ha) o ingreso total (no por ha, sino que total). El encuestador debe conseguir una d e las dos.

00  no  
01  sí

Cuál fue el rendimiento de `%rosteritle%`?

NUMÉRICO ENTERO cult\_rdto

I Responder en "kilogramos por hectárea". Si responde en sacos por hectárea consultar el peso del saco para multiplicar (existen de varios pesos). Si cultivó menos de 1 ha, consultar metraje para múltip [Y 125 otros símbolos 1](#)

.....

E `cultfiltro_rdto.InList(1)`

Cuál fue el ingreso total de `%rosteritle%`?

NUMÉRICO ENTERO cult\_ing

I Ingreso total para la superficie cultivada. Esta NO es una medida por hectárea.

.....

E `cultfiltro_rdto.InList(0)`

Qué sistema de riego tuvo en `%rosteritle%`?

SELECCIÓN ÚNICA cult\_sr

I indicar la principal si es que tiene más de una

01  tendido  
02  surco  
03  californiano o cintas  
04  goteo  
05  aspersión  
06  carrete  
07  pivote  
08  secano (sin riego)

SECCIÓN 2: SISTEMA PRODUCTIVO Y SISTEMA DE RIEGO  
 Lista: RIEGO MENSUAL  
 generada por lista pregunta cult\_ppa1 rie\_mes

Qué sistema de riego tuvo en %rosteritle%? Indicar la principal si es que tiene más de una	SELECCIÓN ÚNICA <span style="float: right;">cult_ppa1_sr</span> 01 <input type="radio"/> tendido 02 <input type="radio"/> surco 03 <input type="radio"/> californiano o cintas 04 <input type="radio"/> goteo 05 <input type="radio"/> aspersión 06 <input type="radio"/> carrete 07 <input type="radio"/> pivote 08 <input type="radio"/> secano (sin riego)
Cuántos riegos le dio al cultivo de %rosteritle% en septiembre? E cult_ppa1_sr=1    cult_ppa1_sr=2    cult_ppa1_sr=3    cult_ppa1_sr=6    cult_ppa1_sr= 7	NUMÉRICO ENTERO <span style="float: right;">cult_ppa1_sep</span> -----
Cuántos riegos le dio al cultivo de %rosteritle% en octubre? E cult_ppa1_sr=1    cult_ppa1_sr=2    cult_ppa1_sr=3    cult_ppa1_sr=6    cult_ppa1_sr= 7	NUMÉRICO ENTERO <span style="float: right;">cult_ppa1_oct</span> -----
Cuántos riegos le dio al cultivo de %rosteritle% en noviembre? E cult_ppa1_sr=1    cult_ppa1_sr=2    cult_ppa1_sr=3    cult_ppa1_sr=6    cult_ppa1_sr= 7	NUMÉRICO ENTERO <span style="float: right;">cult_ppa1_nov</span> -----

SECCIÓN 2: SISTEMA PRODUCTIVO Y SISTEMA DE RIEGO 7 / 21

**APÉNDICE A — DE INSTRUCCIONES**

[1] **cult\_rdt**: Cuál fue el rendimiento de %rosteritle%?  
 Responder en "kilogramos por hectárea". Si responde en sacos por hectárea consultar el peso del saco para multiplicar (existen de varios pesos). Si cultivó menos de 1 ha, consultar metraje para multiplicar. Conversión de área: 1 ha= 10.000 m<sup>2</sup>; 1 tarea= 2.500 m<sup>2</sup>. Conversiones de peso: 1 ton= 1.000 kg; 1 qq= 100 kg.

**ANEXO 2: Test de normalidad – Shapiro-Wilk**

Estadístico	gl	Sig.
0,584	378	< 0,001

**ANEXO 3: Test Homogeneidad de varianzas – Levene's**

Estadístico de Levene	gl	Sig.

13,386	373	< 0,001
--------	-----	---------

**ANEXO 4: Test No paramétrico – Kruskal-Wallis**

<b>Estadístico Kruskal-Wallis</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
176,912	4	< 0,001