



CRHIAM

CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

ANID/FONDAP/15130015

ANID/FONDAP/1523A0001

SEGURIDAD HÍDRICA Y AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESESINA

Celso Mondlhane / Gladys Vidal / Marjorie Reyes Díaz / Pablo Cornejo



Universidad de Concepción

Serie Comunicacional CRHIAM

SERIE COMUNICACIONAL CRHIAM

Versión impresa ISSN 0718-6460

Versión en línea ISSN 0719-3009

Directora:

Gladys Vidal Sáez

Comité editorial:

Sujey Hormazábal Méndez

María Belén Bascur Ruiz

Serie:

Seguridad hídrica y agricultura familiar campesina.

Celso Mondlhane, Gladys Vidal,

Marjorie Reyes Díaz y Pablo Cornejo.

Julio 2024.

Agradecimientos:

Centro de Recursos Hídricos
para la Agricultura y la Minería
(CRHIAM)

ANID/FONDAP/15130015

ANID/FONDAP/1523A0001

Victoria 1295, Barrio Universitario,
Concepción, Chile

Teléfono +56-41-2661570

www.crhiam.cl



Universidad de Concepción

SEGURIDAD HÍDRICA Y AGRICULTURA FAMILIAR CAMPEESINA

Celso Mondlhane / Gladys Vidal / Marjorie Reyes Díaz / Pablo Cornejo



SERIE COMUNICACIONAL CRHIAM

PRESENTACIÓN

El Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería -Centro Fondap CRHIAM- está trabajando en el tema de "Seguridad Hídrica", entendida como la "capacidad de una población para resguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para el sustento, bienestar y desarrollo socioeconómico sostenibles; para asegurar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con ella, y para preservar los ecosistemas, en un clima de paz y estabilidad política" (ONU- Agua, 2013).

La "Serie Comunicacional CRHIAM" tiene como objetivo potenciar temas desde una mirada interdisciplinaria, con la finalidad de difundirlos a los tomadores de decisiones públicos, privados y a la comunidad general. Estos textos surgen como un espacio de colaboración colectiva entre diversos investigadores ligados al CRHIAM como un medio para informar y transmitir las evidencias de la investigación relacionada a la gestión del recurso hídrico.

Con palabras sencillas, esta serie busca ser un relato entendible por todos y todas, en el que se exponen los estudios, conocimientos y experiencias más recientes para aportar a la seguridad hídrica de los ecosistemas, comunidades y sectores productivos. Agradecemos el esfuerzo realizado por nuestras y nuestros investigadores, quienes han trabajado de forma mancomunada y han puesto al servicio de la comunidad sus investigaciones para aportar de forma activa en la búsqueda de soluciones para contribuir a la generación de una política hídrica acorde a las necesidades del país.

Dra. Gladys Vidal
Directora de CRHIAM

DATOS DE INVESTIGADORES



Celso Mondlhane

Ingeniero Agrónomo,
Universidade Eduardo Mondlane, Mozambique.
Magíster en Ciencias, mención Producción,
Manejo y Conservación de Recursos Naturales,
Universidad de Los Lagos.
Doctor (C) en Ciencias Agroalimentarias,
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.



Gladys Vidal

Doctora en Ciencias Químicas.
Programa en Biotecnología Ambiental,
Universidad Santiago de Compostela, España.
Profesora Titular Facultad de Ciencias Ambientales,
Universidad de Concepción.
Directora CRHIAM.



Marjorie Reyes Díaz

Bióloga Universidad de Concepción.
Doctora en Ciencias Biológicas,
Universidad de Concepción.
Académica Facultad de Ingeniería y Ciencias,
Universidad de La Frontera.



Pablo Cornejo

Ingeniero Agrónomo,
Universidad de La Frontera.
Doctor en Biología Agraria y Acuicultura,
Universidad de Granada, España.
Académico Escuela de Agronomía,
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

RESUMEN

En un escenario mundial de creciente escasez hídrica, garantizar la seguridad alimentaria representa uno de los mayores desafíos para la humanidad en el siglo XXI, particularmente con una población que se estima que alcance los más de 9 mil millones de habitantes para 2050, lo cual producirá un incremento en la demanda global de alimentos en el orden de 60 a 70%. Por lo tanto, para lograr este cometido es necesario definir estrategias que permitan a la pequeña agricultura familiar campesina obtener rendimientos agrícolas aceptables a nivel global, nacional o local, toda vez que este sector de la agricultura desempeña un papel importante para la disminución de la pobreza y también para garantizar la seguridad alimentaria.

Sin embargo, la agricultura familiar campesina es más vulnerable a los impactos negativos generados por la inseguridad hídrica, por lo que urge adoptar medidas para garantizar un adecuado acceso al recurso agua. Para ello, se debe invertir en información más accesible y adecuada, instituciones más fuertes y flexibles, y también el desarrollo de nueva infraestructura hídrica. Además, hace falta el desarrollo de tecnologías de riego más eficientes para permitir una productividad económica por unidad de volumen cercana o incluso superior a la industria o minería, la adopción de sistemas productivos que maximicen la eficiencia de uso de agua, tales como el uso de microorganismos promotores de crecimiento vegetal e intercultivos de cereales y leguminosas. Sumado a lo anterior, se debe realizar una gestión adecuada de los recursos hídricos según las especificidades regionales, climáticas y productivas, además de la simplificación institucional y legislativa en materias de derechos de aprovechamiento de agua, que resulta de especial relevancia para el caso de Chile.



INTRODUCCIÓN

A nivel global, el cambio climático (CC) y la seguridad hídrica representan algunos de los temas más desafiantes del siglo XXI (Gain *et al.*, 2016; Mota & Silva, 2021; Mugejo & Ncube, 2022). La seguridad hídrica es importante no sólo como derecho humano al agua, sino también como derecho humano a la alimentación. Sin embargo, en los últimos años se ha visto afectada por varios factores, tales como el crecimiento de la población, la rápida urbanización, la contaminación del agua, el aumento de la demanda por los recursos naturales y el aumento de la variabilidad en la disponibilidad de la oferta (Donoso, 2021). La capacidad de utilizar el agua y disponerla a los usuarios en cantidad y calidad adecuadas en el lugar y el momento correctos va más allá de garantizar la mera disponibilidad física del agua (Giordano *et al.*, 2019), una vez que factores como las barreras socioeconómicas o institucionales no garantizan su seguridad ni el acceso final a los usuarios (Mugejo & Ncube, 2022).

Por lo tanto, mejorar la producción de alimentos para satisfacer la demanda que deberá incrementarse entre un 60 a 70% para el 2050, así como también para responder al crecimiento de la población (Lal, 2016; Hossain *et al.*, 2022; Kumawat *et al.*, 2022; Singh *et al.*, 2022), que se prevé alcanzará los 9.7 mil millones en el mismo año (Simanjuntak *et al.*, 2023), representa un reto para los agricultores a nivel mundial, en un escenario de creciente escasez hídrica (Silambarasan *et al.*, 2019; Tapia *et al.*, 2023).

En las últimas seis décadas, la escasez hídrica ha limitado la productividad agrícola en un 21% (Gonçalves *et al.*, 2022). Esta situación es aún más notoria en la pequeña agricultura familiar, ya que enfrenta diversos problemas como son la práctica de una agricultura tradicional, presentar bajos niveles de capital humano (Roco *et al.*, 2014) y el acceso limitado a mercados y servicios (Jara-Rojas *et al.*, 2020).

En el presente, alrededor de 2 mil millones de personas en el mundo dependen de la pequeña agricultura familiar, la que contribuye con un tercio del suministro global de alimentos (Vogel *et al.*, 2023), ocupando aproximadamente 500 millones de explotaciones agrícolas (Giordano *et al.*, 2019). Sin embargo, a pesar de su importancia en la provisión de los alimentos, muchos pequeños agricultores practican la agricultura de secano, la cual representa el 74% de la producción global de cultivos (Hossain *et al.*, 2020).

Este grupo no ha logrado obtener altos rendimientos debido a la reducción y variabilidad de las precipitaciones (Garreaud *et al.*, 2020; Ortega-Farías *et al.*, 2021; Chieb & Gachomo, 2023).

Por lo tanto, la definición de estrategias para reducir la crisis de inseguridad hídrica causada por la variabilidad de las precipitaciones es un objetivo prioritario. Una de estas estrategias es la adopción de tecnologías de riego más eficientes para garantizar el suministro de alimentos a una población en crecimiento. Además, la gobernanza del agua es otro factor fundamental para lograr la seguridad hídrica (Makaya *et al.*, 2020).

Chile es un país con una marcada escasez de agua, la que se ha incrementado en los últimos años debido a diversos factores y actualmente se encuentra clasificado en un estado de estrés hídrico "alto" o "extremadamente alto" (Donoso, 2021). Esta situación impone desafíos al país, toda vez que la agricultura de riego contribuye con un 60 al 65% del PIB agrícola nacional, y con más del 80% en las exportaciones agrícolas (Martín & Saavedra, 2018). Según los mismos autores, alrededor del 68% de la producción agrícola en Chile es de secano.

Esta situación es bastante compleja para la pequeña agricultura familiar campesina, particularmente en la zona central del país, debido a una significativa disminución de las precipitaciones en el orden de 25 a 45%, principalmente desde el 2010 (ver Figuras 1 y 2) (Garreaud *et al.*, 2019; Ortega-Farías *et al.*, 2021). Lo anterior se ve agravado si se considera que muchos pequeños agricultores se enfrentan a diversos desafíos de seguridad hídrica, en parte debido a la privatización del recurso agua con la Constitución Política actualmente en régimen (Correa & Cid Aguayo, 2021). Con esta medida se pretendía contribuir a la seguridad hídrica al permitir el acceso permanente y facilitar la reasignación del agua escasa para garantizar una distribución óptima (Budds, 2018). Sin embargo, a pesar de su objetivo, el acceso al agua sigue siendo un desafío, particularmente en las regiones áridas y semiáridas del centro y norte del país (Donoso, 2021).



Figura 1.

Paisaje en el valle alto de La Ligua con nuevas plantaciones de palto en otoño del 2003. Fuente: Budds, (2020).



Figura 2.

Paisaje de la figura anterior fotografiado en el invierno del 2015. Fuente: Budds, (2020).

AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA EN CHILE

No existe una definición universalmente aceptada de agricultura familiar campesina (Lowder *et al.*, 2016). Por ejemplo, la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) define la agricultura familiar campesina como una forma de organizar la producción agrícola y silvícola, así como la pesca, el pastoreo y la acuicultura, que se encuentre bajo gestión y dirección de una familia y que en su mayor parte depende de la mano de obra de los miembros de esta (Fonseca-López, 2019). Por su parte, en Chile, según la Ley Orgánica N° 18.910 se define como el cultivo de superficie inferior a 12 hectáreas de riego básico y con activo total no superior a las 3.500 UF (unos US\$ 130.000), independientemente del régimen de propiedad (Correa & Cid-Aguayo, 2021). Además, se considera que su ingreso económico familiar proviene fundamentalmente de la actividad silvoagropecuaria.

Este sector representa el 90% de las áreas productivas del país, genera entre el 22 y 30% del PIB agrícola nacional, y absorbe el 33% del trabajo asalariado agrícola (INDAP, 2014; Roco *et al.*, 2014; ODEPA, 2019; Jara-Rojas *et al.*, 2020). La agricultura familiar campesina cuenta con asistencia técnica del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP, Ministerio de Agricultura), el cual tiene como objetivo el fortalecimiento del capital humano, social, productivo, natural y cultural de los pequeños agricultores (Jara-Rojas *et al.*, 2020).

La agricultura familiar campesina desempeña un papel importante para el alivio de la pobreza rural y para garantizar la seguridad alimentaria, tanto rural como urbana (Fonseca-López, 2019). Muchos de los pequeños agricultores se encuentran en la zona central, donde los recursos hídricos son insuficientes debido a la variabilidad temporal (intra e interanual) de las precipitaciones, que se ha acentuado durante las últimas décadas (Atala *et al.*, 2012; Kremer *et al.*, 2020). A pesar de estos problemas, la agricultura familiar campesina posee una ventaja frente a la agroindustria ya que está menos sujeta a la inestabilidad de los precios de mercados globales; además, presenta una alta capacidad de adaptación y resiliencia frente a los efectos del cambio climático (Fonseca-López, 2019), por lo que seguirá desempeñando un rol fundamental de liderazgo en la provisión de alimentos.

SEGURIDAD HÍDRICA

Actualmente, alrededor del 40% de los alimentos producidos se obtienen de las tierras bajo riego (Mehta *et al.*, 2022). Por lo tanto, para garantizar la seguridad alimentaria es de suma importancia garantizar su seguridad hídrica (Villalobos-Arámbula *et al.*, 2017). La seguridad hídrica es un concepto con diversas interpretaciones (Gain *et al.*, 2016; Peña, 2016; Malekian *et al.*, 2017; Morelli Tucci & Chagas, 2018; Tzatchkov & Rodríguez-Varela, 2022). Generalmente se utiliza para enmarcar numerosos problemas relacionados con el agua, como las inundaciones y la sequía hasta la contaminación, el saneamiento deficiente y la falta de acceso (Strickert *et al.*, 2015). A pesar de algunas discrepancias, todas las definiciones presentan elementos en común tales como: la sostenibilidad, la satisfacción de las necesidades humanas, el acceso y disponibilidad de agua, y el riesgo y vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos (Fuster *et al.*, 2017). Estos elementos, tienen como objetivo promover las necesidades humanas y ecológicas asociadas con el uso seguro, suficiente y sostenible del agua (Shah, 2021).

En Chile, la demanda actual de agua para el uso agrícola alcanza hasta el 73% del total de agua disponible (Raggio-Carvallo & Herrera-González, 2020). Esta situación impone un desafío al sector, principalmente en un escenario donde se ha vivido una creciente escasez de precipitaciones durante los últimos años y al alza en la demanda del recurso hídrico (Figura 3) para distintos usos (Kremer *et al.*, 2020). Por lo tanto, la seguridad hídrica es un tema de mayor importancia, principalmente en sector agrícola (Malekian *et al.*, 2017), dado que permite definir los requerimientos a los que la humanidad debiera orientar sus esfuerzos para alcanzar una gestión adecuada de los recursos hídricos (Peña, 2016), y para garantizar que todas las personas posean un acceso a agua suficiente y segura. Lo anterior significa el que sea asequible en términos de costo para llevar una vida limpia, saludable y productiva, al mismo tiempo que garantiza la protección del ambiente y se puedan prevenir los desastres relacionados con el agua, tales como sequías e inundaciones (Wheater & Gober, 2013).

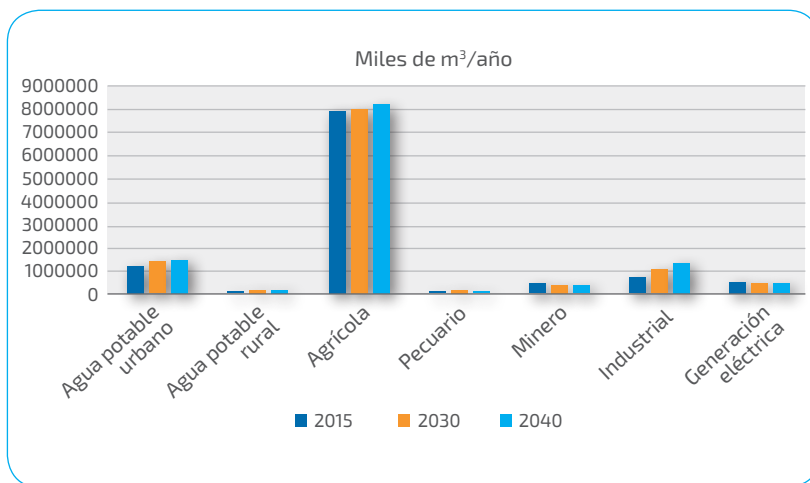


Figura 3.

Demanda de agua consuntiva actual y proyección al 2030 y 2040 para distintos usos. Fuente: DGA, (2017).

El concepto de seguridad hídrica ha ganado mucha atención durante los últimos años, tanto en debates políticos como académicos, y en varias disciplinas (Cook & Bakker, 2011). Sin embargo, estos debates se han centrado principalmente en la disponibilidad del agua, vulnerabilidad de las poblaciones humanas a los peligros, sostenibilidad y desarrollo de sus necesidades, con un enfoque particular en la seguridad alimentaria (Cook & Bakker, 2011). Por ejemplo, Singh (2017) define la seguridad hídrica como el acceso en todo momento a suficiente agua de buena calidad para satisfacer diversas necesidades. Además, señala que ésta se basa en cuatro pilares:

1. La demanda y el uso de agua de buena calidad incluye el uso adecuado basado en el conocimiento de la calidad del agua y su tratamiento.
2. El acceso a agua de buena calidad, que incluye disponer de recursos e instalaciones suficientes para obtener cantidades adecuadas para satisfacer las necesidades.
3. El suministro de agua de buena calidad, que incluye la provisión de cantidades suficientes de este recurso de forma permanente.
4. La disponibilidad, que incluye la identificación y el desarrollo de nuevas fuentes de recursos hídricos.

Los primeros tres pilares dependen de este último, ya que es necesario disponer de suficiente agua de buena calidad para luego suministrarse, y ser fácilmente accesible para su debido uso.

Para el caso de Chile, Fuster *et al.* (2017), definen la seguridad hídrica como el acceso al agua en un nivel de cantidad y calidad adecuada, definida por cada cuenca, para su sustento y aprovechamiento en el tiempo, tanto para la salud, subsistencia, desarrollo socioeconómico y la conservación de los ecosistemas, manteniendo una alta resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y contaminación (Figura 4).

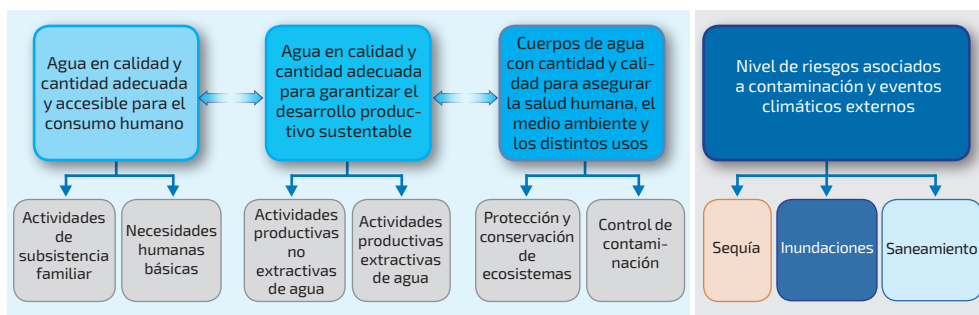


Figura 4.

Metas de seguridad hídrica. Fuente: adaptado de Fuster *et al.*, (2017).

Como se puede observar de los antecedentes previos, la seguridad hídrica tiene dimensiones espaciales y temporales. La dimensión espacial puede variar desde una unidad familiar individual hasta una dimensión nacional, continental o mundial, mientras que la temporal varía desde un día, hasta un mes o estación, año, década o siglo (Singh, 2017). La dimensión temporal de la seguridad hídrica está relacionada con la variación del clima de un año a otro, por lo que en una misma región puede haber seguridad hídrica en una época específica del año (Mugejo & Ncube, 2021). Esto se debe a que una misma región geográfica puede recibir en un momento exceso de precipitaciones y en otro presentar escasez, resultando en sequía.

La mayoría de los estudios han abordado la seguridad hídrica de manera global (Suastegui Cruz, 2021), por lo que es necesario visualizarla en contextos regionales, particularmente en contextos rurales que tienen su economía basada en la agricultura. Asian Water Development (ADB) (2013, 2016) destaca la importancia de redefinir la seguridad hídrica a nivel del sector agrícola, lo cual es importante en lugares donde el agua juega un papel crucial en la producción de alimentos, principalmente en la actualidad en donde la productividad económica por metro cúbico de agua de la industria y de la minería es decenas de veces mayor en comparación con la agricultura (Peña, 2016). Para Suastegui-Cruz (2021) y Sadoff & Muller (2010), la seguridad hídrica se alcanza solamente al invertir en: información más accesible y adecuada; instituciones más fuertes y flexibles; y la existencia de una infraestructura natural y artificial para el almacenamiento, transporte y tratamiento del agua para la toma de decisiones. Por lo tanto, la infraestructura hídrica representa una gran diferencia en las posibilidades de garantizar la disponibilidad física del agua (Shemer *et al.*, 2023), toda vez que permite llevarla hasta el punto donde es requerida.

CONTEXTO LEGAL SOBRE EL AGUA EN CHILE Y SU RELACIÓN CON LA ECONOMÍA FAMILIAR CAMPESINA

La gran mayoría de predios agrícolas de la pequeña agricultura familiar en Chile se concentran en zonas con climas mediterráneos, los cuales se caracterizan por inviernos lluviosos, pero con temperaturas demasiado bajas para el desarrollo de la mayoría de los cultivos, y veranos de temperaturas favorables, aunque con escasez de precipitaciones, por lo que el acceso al agua de riego es fundamental para impulsar la producción (Berdegue & Rojas-Pizarro, 2014).

En Chile, se reconoce el agua como un bien nacional de uso público y se otorga el derecho de su aprovechamiento a privados (Donoso, 2021), lo cual representa un reto para el país debido a las desigualdades que se presentan entre la agroindustria y la pequeña agricultura campesina en cuanto al acceso al capital. El Decreto con Fuerza de Ley (DFL) N° 1.122 de 1981, el actual Código de Aguas, tiene dos objetivos fundamentales: primero, instituir derechos de propiedad privada sobre el agua para garantizar el acceso perma-

nente y fomentar la inversión de los usuarios en infraestructuras, y segundo, emplear principios de mercado para permitir la reasignación de agua escasa para una distribución óptima (Budds, 2018). Este instrumento en realidad buscaba permitir una asignación más eficiente del agua, garantizando la tenencia permanente y exclusiva. Sin embargo, no tiene en cuenta la provisión de un caudal ecológico mínimo, lo que se ha minimizado con la aprobación del Decreto N°14 del 2013 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que determina la cantidad mínima de agua que debe tener una fuente superficial, como un río o un lago, para mantener en buenas condiciones la biodiversidad del cauce, sin afectar su desarrollo ni el patrimonio ambiental del país (Romero *et al.*, 2014).

La legislación vinculada con los derechos de agua, así como la información se caracteriza por ser dispersa en diferentes cuerpos legales y organizaciones (Naciones Unidas, 2021); por lo tanto, el registro de información sobre recursos hídricos y derechos de agua de Chile no es completo, y tampoco se asume muy confiable (Donoso, 2021). Actualmente, el carácter público de las aguas continentales en fuentes naturales está explícitamente formulado en los artículos 595 del Código Civil y el 5 del Código de Aguas de 1981, e implícitamente en el 19, N° 23 de la Constitución Política de 1980 (Budds, 2018). El Código de Aguas ha sido diseñado para regular las aguas terrestres sean superficiales o subterráneas. En su artículo 12, define los derechos de aprovechamiento en consuntivos o no consuntivos; de ejercicio permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado entre varias personas. El aprovechamiento consuntivo permite a su titular a consumir en su totalidad las aguas en cualquier actividad. Por su parte, el aprovechamiento no consuntivo permite al titular emplear el agua sin consumirla y obliga a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho sin perjudicar los derechos de terceros en cuanto a su cantidad, calidad, substancia, oportunidad de uso y demás particularidades.

Los derechos de aprovechamiento permanente, sean consuntivos o no consuntivos, permiten usar el agua en la dotación que corresponda, salvo que la fuente de abastecimiento no contenga la cantidad suficiente para satisfacerlos en su integridad, en cuyo caso el caudal se distribuirá proporcionalmente. Los derechos de ejercicio eventual solo facultan el uso del agua en las épocas en que el caudal matriz tenga un sobrante luego de satisfacer los derechos de ejercicio permanente. Estos derechos excluyen las aguas lacustres o embalsadas. Los derechos de ejercicio continuo permiten al titular usar el agua en forma ininterrumpida durante las veinticuatro horas del día.

Por otra parte, los derechos de ejercicio discontinuo solo permiten usar el agua durante determinados periodos.

Finalmente, los derechos de ejercicio alternado son aquellos en que el uso del agua se distribuye entre dos o más personas que se turnan sucesivamente. Este último caso es común en comunidades agrícolas donde los agricultores se organizan en juntas de vigilancia para permitir que las aguas de cada sección de una corriente natural se distribuyan en forma independiente de las secciones vecinas de la misma corriente.

Los derechos de aprovechamiento han obstaculizado el acceso equitativo al agua, particularmente del agua subterránea para las comunidades locales, rurales e indígenas, así como a los pequeños y medianos agricultores (Sánchez *et al.*, 2018), ya que su bajo nivel de uso histórico significaba que muchos pozos necesitaban de nuevos derechos de agua (Budds, 2008). Esta situación puede allanar el camino para la especulación por parte de titulares con mayores recursos y oportunidades de manipular la legislación para servir sus intereses. Como resultado, los pequeños agricultores se verán aún más afectados debido al acceso desigual al agua para sus usos productivos.

Por lo tanto, la legislación sobre la gestión del agua debe considerar particularidades regionales dentro del país para la asignación de derechos de aprovechamiento de aguas, ya que, aunque Chile presente una disponibilidad de agua per cápita de $51.218 \text{ m}^3 \text{ habitante}^{-1}$ al año (DGA, 2016), su distribución es territorialmente desigual debido a su gran variación climática a lo largo del país, afectando principalmente las regiones centro y norte que presentan climas mediterráneo y árido desértico, respectivamente (Aitiken *et al.*, 2016). Además, falta en estas normas la definición de prioridades en cuanto al acceso al agua entre las distintas actividades productivas del país.

A pesar de que la agricultura familiar campesina opera en condiciones de desventajas en cuanto al acceso al agua, debido en parte a la distribución desigual del recurso y a la falta de jerarquización del uso de agua entre los distintos sectores productivos, este sector de la agricultura ha logrado posicionarse como un importante actor agropecuario (Tabla 1). Sin embargo, aún persisten numerosos desafíos, por lo que urgen cambios en la forma cómo este sector produce.

Tabla 1.

Contribución de la agricultura familiar campesina en la producción agropecuaria chilena.

CONTRIBUCIÓN EN LA PRODUCCIÓN	AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA	OTROS
Hortalizas	54%	46%
Cultivos anuales y flores	40%	60%
Viñas viníferas	30%	70%
Caprinos	94%	6%
Miel	76%	24%
Bovinos	54%	46%

Fuente: ODEPA, (2019).

Tales cambios pasan por la adopción de alternativas que permitan hacer frente a la problemática de escasez hídrica, principalmente en la zona central donde se concentra el 70% del uso de agua y el 65% de la población en Chile (Donoso, 2018). Entre estas alternativas, se destacan el uso de microorganismos promotores de crecimiento vegetal, tales como rizobacterias y hongos micorrízico-arbusculares (Liu *et al.*, 2023; Di Miceli *et al.*, 2023) y el sistema de intercultivo de cereales y leguminosas (Thierfelder *et al.*, 2017; Etesami *et al.*, 2022). Estas prácticas son fundamentales principalmente en sistemas agrícolas de recursos limitados, como es el caso de la agricultura familiar campesina, a la vez que permiten maximizar la eficiencia en el uso de recursos como agua (Salama *et al.*, 2021). Pero, también hace falta en la legislación sobre agua definir alternativas de apoyo del gobierno y financiación a los pequeños agricultores familiares para permitir una inversión sustancial en infraestructuras hídricas.

CONCLUSIONES

Poder garantizar la seguridad hídrica representa uno de los mayores problemas en la actualidad, especialmente en regiones de climas mediterráneos, áridos y semiáridos donde se concentra la mayoría de los predios agrícolas de la agricultura familiar campesina, además de depender de riego para garantizar la seguridad alimentaria, como es el caso de Chile central y norte. En estas zonas del país, se espera que los eventos extremos tales como las sequías, aumenten la variabilidad hidrológica durante los próximos años como resultado del cambio climático, lo que aumentará los desafíos para satisfacer las necesidades en agua para la agricultura. Sin embargo, el acceso al agua de riego también está sujeto a limitaciones institucionales.

Por lo tanto, urge la búsqueda de medidas para favorecer la seguridad hídrica una vez que el Código de Aguas no ha permitido lograr la eficacia en la gestión de la demanda de agua, tampoco la tenencia permanente del recurso, en condiciones de escasez. A raíz de ello, es necesario crear o adecuar normas específicas que permitan fomentar la seguridad hídrica y permitir la identificación de áreas críticas y, definir estrategias de mitigación de efectos de escasez hídrica. Sin embargo, es fundamental entender que, aunque sean identificadas las áreas más críticas en cuanto a la escasez de agua, las medidas para hacer frente a los efectos se deben promover a nivel nacional para evitar que los agricultores de otras áreas geográficas estén expuestos a alteraciones repentinas en las condiciones de seguridad hídrica.

REFERENCIAS

- Aitken, D.; Rivera, D.; Godoy-Faúndez, A. and Holzapfel, E. 2016. Water scarcity and the impact of the mining and agricultural sectors in Chile. *Sustainability*, 8, 128.
- Asian Water Development (ADB) Outlook. 2013. Measuring water security in Asia and Pacific. Manila, Philippines. Disponible en: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/30190/asian-water-development-outlook-2013.pdf>
- Asian Water Development (ADB). 2016. Strengthening water security in Asia and the Pacific. Manila, Philippines. Disponible en: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/189411/awdo-2016.pdf>
- Atala, C.; Muñoz-Capponi, E.; Pereira, G.; Navarrete, E.; Oses, R. & Molina-Montenegro, M. 2012. Impacto f mycorrhizae and irrigation in the survival of seedlings of *Pinus radiata* D. Don subject to drought. *Gayana Botanica* 69(2).
- Berdegué, J. A. & Rojas-Pizarro, F. 2014. La agricultura familiar. Serie Documento de Trabajo No 152. Grupo de trabajo Desarrollo con cohesión territorial, programa territorial para el desarrollo. Rimisp Santiago Chile.
- Budds, J. 2008. *Whose scarcity? The hydrosocial cycle and the changing waterscape of La Ligua River Basin, Chile*. In: Goodman, M.; Boykoff, M.; Evered, K. (Eds.). *Contentious Geographies: Environment, Meaning, Scale*. Ashgate, pp. 59-68.
- Budds, J. 2018. Securing the market: water security and the internal contradictions of Chile's Water Code. *Geoforum* 113 (2020): 165-175. DOI:
- Chieb, M. and Gachomo, E. W. 2023. The role of plant growth promoting rhizobacteria in plant under drought stress responses. *BMC Plant Biology* (2023) 23:407.
- Correa, M. F. and Cid-Aguayo, B. E. 2021. Socio-environmental controversies in peasant family farming in Chile's Ñuble Region. *Latin American Perspectives* (2021):1-15.
- Cook, C. and Bakker, K. 2011. Water security: debating an emerging paradigm. *Global Environmental Change* 22 (2012): 94-102.

- Di Miceli, G.; Licata, M.; Marceddu, R. 2023. Forage mixture productivity and silage quality from a grass/legume intercrop in a semiarid Mediterranean environment. *Agronomy Journal* 115: 1131 – 1145.
- Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Atlas del agua. Santiago de Chile. Gobierno de Chile. Disponible en: <https://dga.mop.gob.cl/DGADocumentos/Atlas2016parte1-17marzo2016b.pdf>
- Dirección General de Aguas (DGA). 2017. Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile. Disponible en: <https://dga.mop.gob.cl/Estudios/04%20Resumen%20Ejecutivo/Resumen%20Ejecutivo.pdf>
- Donoso, G. 2021. Management of water resources in agriculture in Chile and its challenges. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 48(3): 171-185.
- Etesami, H.; Li, Z.; Maathuis, F. J. M.; Cooke, J. 2022. The combined use of silicon and arbuscular mycorrhizas to mitigate salinity and drought stress in rice. *Environmental and Experimental Botany* 201(2022) 104955.
- Fonseca-López, A. 2019. Agricultura familiar campesina como alternativa de transición a un modelo de desarrollo inclusivo en Chile. *Revista Transformación Socio-Espacial*, 01(01): 76-88.
- Fuster, R.; Escobar, C.; Silva, K.; Astorga, K. 2017. Estudio de seguridad hídrica en Chile en un contexto de cambio climático para la elaboración del Plan de Adaptación de los recursos hídricos al cambio climático. Laboratorio de Análisis Territorial, Universidad de Chile.
- Gain, A. K.; Giupponi, C.; and Wada, Y. 2016. Measuring global water security towards sustainable development goals. *Environmental Research Letters* 11(2016) 124015.
- Garreaud, R. D.; Boisier, J. P.; Rondanelli, R.; Montecinos, A.; Sepúlveda, H. H.; Veloso-Aguila, D. 2019. The Central Chile mega drought (2010–2018): a climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*. 2019: 1–19.
- Giordano, M.; Barron, J. and Ünver, O. 2019. Water scarcity and challenges for smallholder agriculture. *Sustainable Food and Agriculture*.

- Gonçalves, L.; Rubiales, D.; Bronze, M. R.; & Vaz Patto, M. C. 2022. Grass pea (*Lathyrus sativus* L.) – A sustainable and resilient answer to climate challenges. *Agronomy*, 12, 1324.
- Hossain, A.; Sabagh, A. E. L.; Barutcular, C.; Bhatt, R.; Çiğ, F.; Seydoşoğlu, S.; Turan, N.; Konuskan, O.; Iqbal, M. A.; Abdelhamid, M.; Soler, C. M. T.; Laing, A. M.; Saneoka, H. 2020. Sustainable crop production to ensuring food security under climate change: A Mediterranean perspective. *Australian Journal of Crop Science*.
- INDAP. Lineamientos estratégicos 2014 a 2018. 2014. Disponible en: <https://www.indap.gob.cl/biblioteca/documentos-indap/!k/lineamientos-estrategico>
- Jara-Rojas, R.; Canales, R.; Gil, J. M.; Engler, A.; Bravo-Ureta, B. & Bopp, C. 2020. *Agronomy*, 10, 692.
- Kremer, C.; Parada, F.; Homer, I.; Seguel, O. 2020. Eficiencia del uso del agua transpirada (w) y normalizada (kDa) en plantas jóvenes de *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.), en la región de Coquimbo, Chile. IDESIA.
- Kumawat, K. C.; Razdan, N. & Saharan, K. 2021. Rhizospheric microbiome: Bio-based emerging strategies for sustainable agriculture development and future perspectives. *Microbial Research*.
- Lal, R. 2016. Feeding 11 billion on 0.5 billion hectare of area under cereal crops. *Food and Energy Security*, 5(4): 239–251.
- Liu, Y.; Lu, J.; Cui, L.; Tang, Z.; Ci, D.; Zou, X.; Zhang, X.; Yu, X.; Wang, Y. and Si, T. 2023. The multifaceted roles of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in peanut responses to salt, drought, and cold stress. *BMC Plant Biology*, 23:36.
- Lowder, S. K.; Scoet, J. and Raney, T. 2016. The number, size, and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development*, 87: 16–29.
- Malekian, A; Hayati, D.; Aarts, N. 2017. Conceptualizations of water security in the agricultural sector: perceptions, practices, and paradigms. *Journal of Hydrology*.
- Martin, F. & Saavedra, F. 2018. *Irrigated agriculture*. In Guillermo Donoso (Ed.), water policy in Chile (pp. 165–177). Springer International 544: 224–232.

- Mehta, P.; Siebert, S.; Kummu, M.; Deng, Q.; Ali, T.; Marston, L.; Xie, W.; Davis, K. F. 2022. Majority of 21st century global irrigation expansion has been in water stressed regions. Earth ArXiv Preprint.
- Mota, Z. M. & Silva, A. R. D. 2021. Segurança hídrica na agricultura familiar. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, 2(3), 29.
- Morelli-Tucci, C. E. & Chagas, M. de F. 2018. Segurança hídrica: conceitos e estratégia para Minas Gerais. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 14(e12), 29.
- Mugejo, K. & Ncube, B. 2022. Determinants of water security in smallholder farming systems in South Africa: A review. *Fundamental and Applied Agriculture*, 7(3): 235-249.
- Naciones Unidas. 2021. Escasez hídrica en Chile: desafíos pendientes. Santiago de Chile.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) (2019). Panorama de la agricultura chilena.
- Ortega-Farias, S.; Espinoza-Meza, S.; López-Olivari, R.; Araya-Alman, M.; Carrasco-Benavides, M. 2021. Effects of different irrigation levels on plant water status, yield, fruit quality, and water productivity in a drip-irrigated blueberry orchard under Mediterranean conditions. *Agricultural Water Management* 249 (2021) 106805.
- Peña, Humberto. 2016. Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe. Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 178, CEPAL, 55pp.
- Raggio-Carvalho, Cristian & Herrera-González, Patricio. 2020. La gestión de agua en la Región de Valparaíso. Más allá de la sequía y el cambio climático. Documento de trabajo N° 3. Centro de Investigación en Innovación, Desarrollo Económico y Políticas Sociales. Universidad de Valparaíso, Chile.
- Roco, L.; Engler, A.; Bravo-Ureta, B. E. & Jara-Rojas, R. 2014. Farmers' perception of climate change in mediterranean Chile. *Regional Environmental Change*.

- Romero, F. I.; Cozano, M. A.; Gangas, R. A.; Naulin, P. I. 2014. Zonas ribeñas: protección, restauración y contexto legal en Chile. *Bosques* 35(1): 3-12.
- Salama, H. S. A.; Nawar, A- I.; and Khalil, H. E. 2021. Intercropping pattern and N fertilizer schedule affect the performance of additively intercropped maize and forage cowpea in the Mediterranean Region. *Agronomy*, 12, 107.
- Sánchez, L.; Boso, A.; Montalba, R.; y Vallejos-Romero, A. 2018. Gobernanza del agua y desafíos emergentes para estructuras normativas e institucionales rígidas: un análisis desde el caso chileno. *Revista del CLAD Reforma y Democracia* 70: 199 -234.
- Shah, Sameer H. 2021. How is water security conceptualized and practices for rural livelihoods in the global South? A systematic scoping review. *Water Policy* 23(5), 1129.
- Shemer, H.; Wald, S.; and Semial, R. 2023. Challenges and solutions for global water scarcity. *Membranes* 13, 612.
- Silambarasan, S.; Logeswari, P.; Cornejo, P.; Kannan, V. R. 2019. Role of plant growth-promoting rhizobacterial consortium in improving *Vigna radiata* growth and alleviation of aluminium and drought stresses. *Environmental Science and Pollution Research* 26: 27647-27659.
- Singh, Vijay P. 2017. Challenges in meeting water security and resilience. *Water International* 42(2): 349-359.
- Singh, A. 2022. Judicious and optimal use of water and land resources for long-term agricultural sustainability. *Resources, Conservation & Recycling Advances*.
- Strickert, G.; Chun, K. P.; Bradford, L.; Clark, D.; Gober, P.; Reed, M. G.; Payton, D. 2015. Unpacking view-points on water security: lessons from the South Saskatchewan River Basin. *Water Policy*, 18: 50-72.
- Suastegui-Cruz, Sirilo. 2021. Estrategias para la seguridad hídrica ante los cambios de precipitación por efectos del cambio climático. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* 12(23).

- Tapia, G.; Méndez, J.; Inostroza, L. and Lozano, C. 2022. Water shortage affects vegetative and reproductive stages of common bean (*Phaseolus vulgaris*) Chilean landraces, differentially impacting grain yield components. *Plants*, 17, 749.
- Thierfelder, C.; Chivenge, P.; Mupangwa, W.; Rosenstock, T. S.; Lamanna, C.; Eyre, J. X. 2017. How climate-smart is conservation agriculture (CA)? – its potential to deliver on adaptation, mitigation and productivity on smallholder farms in southern Africa. *Food Security* 9: 537 – 560.
- Tzatchkov, V. G. & Rodríguez-Varela, J. M. 2022. *Seguridad hídrica y sus metas*. En Rojas Rueda, A. & Tzatchkov, V. G. (Eds.), Introducción a la seguridad hídrica (pp. 1-15). Colección Investigación.
- Vogel, C.; Poveda, K.; Iverson, A.; Boetzel, F. A.; Mkandawire, T.; Chunga, T. L.; Küstner, G.; Keller, A.; Kerr, R. B.; Steffan-Dewenter, I. 2023. The effects of crop type, landraces composition and agroecological practices on biodiversity and ecosystem services in tropical smallholder farms. *Journal of Applied Ecology*, 00: 1-16.
- Wheeler, H. and Gober, P. 2013. Water security in the Canadian Prairies: science and management challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. 372: 20120409.



CRHIAM

CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

ANID/FONDAP/15130015

ANID/FONDAP/1523A0001

SEGURIDAD HÍDRICA Y AGRICULTURA FAMILIAR CAMPEESINA



Universidad de Concepción



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA



Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia



Serie Comunicacional CRHIAM