



Mejor Riego
para Chile

yo
cuido
el agua



Manual de **calidad de AGUAS** pequeña agricultura

Programa Transferencia Calidad de aguas
y Buenas Prácticas Agrícolas, regiones O'Higgins Maule.

AUTORES:

Andres Arriagada Puentes
Sociólogo
Universidad Católica de la Santísima Concepción

Carlos Vallejos Carrera
Ingeniero Forestal
Universidad Católica de la Santísima Concepción

Alexander Galán Mejía
Dr. en Oceanografía
Universidad Católica de la Santísima Concepción

Fernando Villegas Silva
Sociólogo
Universidad Católica de la Santísima Concepción

René Fernández Ross
Técnico Agrícola
Universidad Católica de la Santísima Concepción

EDICIÓN DE TEXTOS

Vanessa Mancisidor Univaso
Juan Sharpe Molina
Periodistas

FOTOGRAFÍAS:

René Fernández Ross
Carlos Vallejos Carrera
Vanessa Mancisidor Univaso

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Joel Sandoval Gutiérrez
Diseñador Gráfico
EQOS Consultora

SUPERVISIÓN DEL PROGRAMA

Cristian Salvo Erices
Ingeniero Ambiental

Comisión Nacional de Riego
La ejecución del programa y la elaboración de este material de apoyo ha estado a cargo del Centro Regional de Estudios Ambientales de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

Este material ha sido elaborado en el marco del PROGRAMA TRANSFERENCIA CALIDAD DE AGUAS Y BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS REGIONES DE O'HIGGINS Y MAULE, desarrollado por la Comisión Nacional de Riego entre los años 2021 y 2023.



ÍNDICE

| | |
|------------------------|-----|
| Autores / Índice | 2-3 |
| Presentación | 4-5 |

CAPÍTULO 1

| | |
|---|------|
| Conceptos generales de calidad de aguas para producir alimentos | 6-13 |
|---|------|

CAPÍTULO 2

| | |
|---|-------|
| La calidad de aguas es responsabilidad de todos | 12-19 |
|---|-------|

CAPÍTULO 3

| | |
|--|-------|
| La importancia de la gestión predial | 20-45 |
|--|-------|

CAPÍTULO 4

| | |
|--|-------|
| Las personas y su experiencia en el uso de las tecnologías | 46-55 |
|--|-------|

CAPÍTULO 5

| | |
|-------------------------------|-------|
| Fichas técnicas / anexo | 56-61 |
|-------------------------------|-------|



El presente manual busca dar a conocer experiencias de gestión de calidad de aguas a nivel predial en la pequeña agricultura, entregando elementos normativos y técnicos, pero también la mirada de usuarios que enfrentaron el reto de implementar tecnologías limpias para el mejoramiento de calidad de aguas a nivel predial, en el marco del Programa Transferencia Calidad de Aguas y Buenas Prácticas Agrícolas Regiones O´Higgins y Maule, que ejecutó la Comisión Nacional de Riego entre los años 2021 y 2023.

EL DESAFÍO DE PRODUCIR CON AGUA LIMPIA Y DE CALIDAD

La producción de alimentos por parte de la pequeña agricultura debe asegurar estándares crecientes de inocuidad. Para esto, es fundamental contar con agua de calidad.

Si bien la gestión de la calidad de las aguas compromete una amplia gama de actores, la participación de las y los pequeños agricultores es primordial, ya que son los primeros en la cadena productiva de alimentos.

Son ellos los que pueden implementar medidas que contribuyan a dos objetivos centrales: asegurar la inocuidad de sus productos y reducir los impactos en los cuerpos de agua de su propia actividad predial.

En este escenario, hay que conocer la normativa (sus alcances y limitaciones), así como el estado sanitario del territorio y las alternativas tecnológicas de saneamiento que existen en el mercado y que otros productores han implementado.

Esto facilita la puesta en marcha de medidas que permitan enfrentar el desafío de producir con agua limpia y de calidad, independiente de las condiciones extraprediales que se enfrenten.

Informarse y conocer es el primer paso del cambio.

“Hay que conocer la normativa, así como el estado sanitario del territorio y las alternativas tecnológicas de saneamiento que existen en el mercado y que otros productores han implementado”.

CAPÍTULO
01





CONCEPTOS GENERALES DE CALIDAD DE AGUAS PARA PRODUCIR ALIMENTOS

CUANDO HABLAMOS DE CALIDAD DE AGUAS, LA PRIMERA PREGUNTA ES ¿PARA QUÉ SE USA ESA AGUA?

Las exigencias no son las mismas si se trata de agua para consumo, recreación o riego, y éstas estarán dadas principalmente por los requisitos propios de la actividad y de la normativa vigente.

Cuando hablamos de calidad de agua para riego nos referimos al resguardo del conjunto de características físicas, químicas y biológicas que permiten la producción agrícola.

Todos los agricultores saben que hay cultivos más propensos a transmitir enfermedades por la contaminación biológica presente en el agua de riego, y que los cultivos de consumo fresco son los más sensibles a estas contaminaciones.

No se trata de tener agua limpia por que sí, sino porque eso también repercute en la calidad de los productos obtenidos, entendiendo que ahora hay muchas más personas dispuestas a pagar mayores precios por consumir productos que certifiquen su inocuidad.

1 Muchos pequeños productores han comprobado que cuando certifican sus productos con agua limpia consiguen mejores precios de venta.

2 Los requerimientos de normas internacionales (FSMA por ejemplo) incluyen parámetros no incorporados en NCH 1.333, como es el caso de E. coli, que si bien no obliga al mercado interno, si marca una tendencia a la cual nuestro país deberá aptarse.



PRINCIPAL NORMATIVA

Desde el punto de vista normativo no existe en Chile un instrumento legal único que defina claramente obligaciones y responsabilidades respecto a la gestión de calidad de aguas, existiendo solo la Norma Chilena 1.333 “Requisitos de Calidad para Diversos Usos”, que data del año 1978.

La NCh 1.333 tiene más de 40 años de existencia y rige en todo el país, no considerando las diferencias climáticas y productivas existentes entre las 101 cuencas que tiene Chile. Sin embargo, los poderes compradores han establecido requerimientos mucho más exigentes, tal como se presenta en la tabla 1, donde se comparan los estándares microbiológicos de nuestra norma con la ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (Food Safety Modernization Act (FSMA) por su sigla en inglés) de Estados Unidos, que si bien no obliga al mercado interno si marca una tendencia a la cual nuestro país deberá adaptarse.

La norma chilena 1.333 “Requisitos de Calidad para Diversos Usos” fue declarada Norma Oficial de la República de Chile por el decreto N°867 de 15 de junio de 1978 del Ministerio de Obras Públicas y modificada en 1987. Esta norma solo determina un criterio de calidad de agua para determinados usos.

Tabla 1

Requerimientos microbiológicos del agua de riego de la NCh 1.333 y la FSMA (norma vigente en EE.UU.).

| Norma | Carga bacteriana | Número de muestreos |
|--|--|---|
| NCh 1.333 Of 1978 | ≤ 1.000 coliformes fecales/100 mL expresadas como número más probable (NMP)/100 mL. SM 9221E Escherichia. coli no incluida en norma. | No especificado |
| FSMA - EE.UU. inocuidad alimentaria. | 1. No debe haber E. coli. 2. ≤ 126 unidades formadoras de colonia (UFC) de E. coli/100 mL (media geométrica ()) y un umbral estadístico de ≤ 410 UFC/100 mL (90%) SM 9222G | 5 muestras por año en 4 años o 10 muestras por año en 2 años. Después 5 muestras por año. |

Fuente: Elaboración propia.





Mejor Riego
para Chile



LOS CAMBIOS NORMATIVOS DEL CÓDIGO DE AGUAS Y LA LEY MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO 2018-2023

Si bien la NCh 1.333 sigue siendo la única normativa nacional que establece requisitos de calidad para el “agua de riego”, nuestro país ha avanzado en normativas que permiten abordar el desafío de gestionar la calidad de las aguas, destacándose al menos las siguientes:

Publicación de la Ley 21.064 (enero de 2018) que modifica el Código de Aguas

Esta modificación, para efectos de la gestión de calidad de aguas, incorpora tres asuntos relevantes que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2

Modificaciones más relevantes relacionadas con la gestión de la calidad de las aguas incluidas en la reforma del Código de aguas de 2018

| LEY 21.064 ENERO 2018 | |
|-----------------------|---|
| ARTÍCULO | DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN |
| ARTÍCULO 92 | Establece responsabilidad de Organizaciones de Usuarios de Agua - OUA y Municipios ante eventos de contaminación que afecten calidad de aguas. |
| ARTÍCULO 173 BIS | Establece criterios de incremento de multas en caso de realización de obras que deterioren la calidad de las aguas (letra d). |
| ARTICULO 299 | Responsabilidad de la Dirección General de Aguas - DGA de monitorear calidad de aguas (letra b) y ejercer la policía y vigilancia de las aguas (letra c). |

Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar la modificación al artículo 92, que entrega responsabilidades y facultades a municipios y organizaciones de usuarios, obligando a un trabajo coordinado. En el Capítulo 2 del manual se analiza en mayor profundidad.

Publicación de la Ley 21.435 (abril 2022) que modifica el Código de Aguas. Esta modificación del Código de Aguas incorpora 4 elementos relevantes para la gestión de calidad de aguas los que se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 3

Modificaciones más relevantes relacionadas con la gestión de la calidad de las aguas incluidas en la reforma del Código de aguas del 2022

| ARTÍCULO | DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN |
|---------------------------|---|
| ARTICULO 55 TER | Establece que cuando se realicen actos u obras en el suelo o subsuelo que puedan menoscabar la disponibilidad de las aguas subterráneas o deterioren su calidad en contravención a la normativa vigente, serán plenamente aplicables las facultades de la policía y la vigilancia de la Dirección General de Aguas, aunque estos actos u obras no tengan por finalidad aprovechar aguas subterráneas. |
| ARTICULO 66 BIS | Establece que sin perjuicio de otros permisos regulados en el Código, previo informe favorable de la Dirección General de Aguas sobre la no afectación a extracciones de agua para consumo humano y aspectos relativos a la calidad de las aguas, cualquier persona podrá ejecutar obras para recargar artificialmente un acuífero. |
| ARTICULO 129 BIS 2 | Paralización de obras que afecten calidad de aguas en cauces naturales. |
| ARTICULO 129 BIS 3 | Establece el concepto de calidad para el Código de Aguas, limitándolo a parámetros físicos y químicos. Determina también responsabilidad de red de monitoreo DGA. |
| ARTICULO 293 BIS | Establece obligatoriedad de Plan Estratégico de Recursos Hídricos a nivel de cuenca y de recuperación de acuíferos considerando calidad físico - química cuando sea pertinente (punto 3). Además, determina la implementación de plan quinquenal de inversiones en red de monitoreo de calidad (punto 5). |

Fuente: Elaboración propia.

- **LA INCORPORACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.**
- **LA DEFINICIÓN DE RESPONSABILIDADES Y FACULTADES DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA) EN EL MONITOREO.**
- **LA INCLUSIÓN DE UNA DEFINICIÓN DE CALIDAD DE AGUAS PARA ESTE MARCO NORMATIVO.**



En este contexto surgen variadas oportunidades a través de las distintas herramientas de planificación y gobernanza que indica la Ley. Para efectos específicos de la calidad del agua se destacan al menos tres elementos.

Publicación de la Ley Marco de Cambio Climático - Ley 21.455 (junio 2022).

Este nuevo marco normativo, aun en implementación y generación de reglamentos, busca integrar la regulación y gestión de distintas materias ambientales, entre ellas la gestión del agua.

Tabla 4
Normativa relevante Ley Marco Cambio Climático del 2022

| LEY 21.455, JUNIO 2022 | |
|------------------------|---|
| ARTÍCULO | DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN |
| ARTICULO 3 | Establece definición de seguridad hídrica integrando cantidad y calidad (letra s) |
| ARTICULO 9 | Elaboración de planes sectoriales de adaptación al cambio climático en recursos hídricos, delegando responsabilidad en Ministerio de Obras Públicas (punto 1, letra b) |
| ARTICULO 13 | Elaboración de planes estratégicos de recursos hídricos en cuencas, delegando responsabilidad en MOP en coordinación con Ministerio de Agricultura, Ministerio de Medio Ambiente y Ciencia y Tecnología, incorporando Calidad de Aguas. |

Fuente: Elaboración propia.

Asegurar la calidad del agua nos involucra a todos

Nuestra legislación no es del todo clara en la entrega de herramientas y facultades de fiscalización para asegurar la calidad del agua en el territorio. Asimismo, es poco exigente en relación a lo establecido en otros países.

En el siguiente capítulo revisaremos una manera de abordar la protección de las fuentes de agua para la producción de alimentos que, si bien supera los límites del predio, es fundamental para afrontar la premisa: “asegurar la calidad del agua nos involucra a todos”.

CAPÍTULO
02





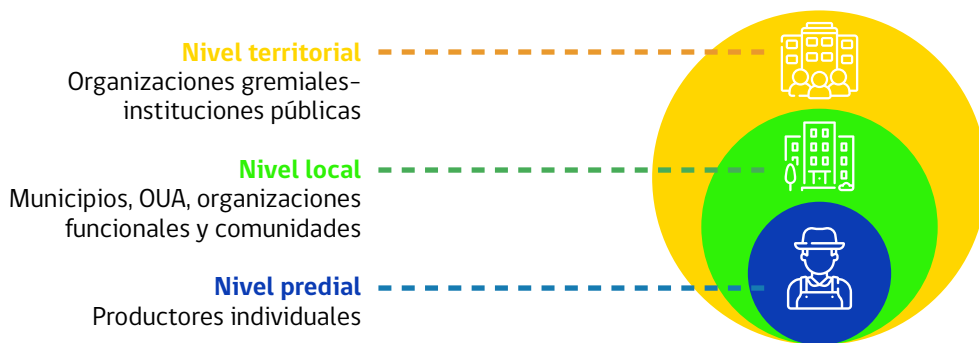
**LA CALIDAD DE AGUAS
PARA PRODUCIR ALIMENTOS
ES RESPONSABILIDAD DE TODOS**

LA CALIDAD DE AGUAS PARA PRODUCIR ALIMENTOS ES POSIBLE CON LA RESPONSABILIDAD DE TODA LA COMUNIDAD

El uso y aprovechamiento del agua para la producción de alimentos nos vincula a todos: al que tiene derechos de aprovechamiento y al que no; al que riega con un canal y al que solo convive con él. A los que viven en el campo y a los que viven en la ciudad.

Si se quiere asegurar su calidad se debe involucrar a toda la comunidad, independiente de que se trate de agua superficial o subterránea, Distintas experiencias de productores agrupados en organizaciones de usuarios de agua (OUA) demuestran que proteger el agua “nos involucra a todos”. En este sentido, se deben realizar acciones tanto a nivel predial como a nivel local y territorial.

La gestión de calidad de aguas requiere trabajo coordinado a todo nivel



Fuente: CNR, 2020.

¿Qué hacer entonces?

Ya quedó establecido que la normativa chilena sobre calidad de agua no es del todo clara y, por tanto, la actuación de los organismos públicos no es siempre eficiente. Acá surge el liderazgo de las Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA). La ley faculta a las Asociaciones de Canalistas, Comunidades de Agua y Juntas de Vigilancia a liderar procesos que promuevan el aseguramiento de la calidad del agua o la prevención de eventos de contaminación.

ARTÍCULO 92 DEL CÓDIGO DE AGUAS

“Prohíbese botar a los canales substancias, basuras, desperdicios y otros objetos similares, que alteren la calidad de las aguas”.

“Será responsabilidad de las municipalidades respectivas, establecer las sanciones a las infracciones de este artículo y obtener su aplicación”.

“Dentro del territorio urbano de la comuna las municipalidades deberán concurrir a la limpieza de los canales obstruidos por basuras, desperdicios u otros objetos botados en ellos”.

“La organización de usuarios observará el cumplimiento de la prohibición establecida en el inciso primero de este artículo e informará a la municipalidad correspondiente las infracciones de las que tome conocimiento”.

“Del mismo modo, la organización de usuarios respectiva notificará a la municipalidad, con copia a la Dirección General de Aguas para el cumplimiento de sus funciones, de la obstrucción de canales en los casos a que se refiere el inciso tercero, señalando, al menos, el lugar en que ocurre dicha obstrucción y, de conocerse, los responsables de los hechos”.

“Estas presentaciones se tramitarán por el municipio de conformidad con lo indicado en el artículo 98 de la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, y su omisión podrá ser reclamable de conformidad a los artículos 151 y siguientes del referido texto legal”.





PROMOVER LA APLICACIÓN DE LA LEY DE MANERA ASOCIATIVA EN LAS DIFERENTES OUA

La norma indica que las OUA deben denunciar al municipio los eventos de contaminación para que éste sancione.

Y aunque la aplicación de esta normativa es aún incipiente, para lograrlo se requiere de un trabajo colaborativo y activo con juntas de vecinos, escuelas y la ciudadanía en general, de manera de lograr la denuncia oportuna de los eventos de contaminación.

Las Organizaciones de Usuarios de Agua -OUA- están facultadas para hacerse responsables de la gestión de calidad de agua en los cauces bajo su administración al ejercer las funciones que les asigna el Código de Aguas en el Título III, con objeto de mejorar no sólo el reparto de las aguas, sino también la calidad de los derechos de aprovechamiento de aguas de los titulares.

El artículo 92 del Código de Aguas, modificado en 2018, es probablemente una de las herramientas más prácticas para prevenir eventos de contaminación y sancionar a los que contaminan. Su aplicación requiere de la coordinación de las OUA y los municipios.

Proteger las fuentes de agua de eventos de contaminación y asegurar una calidad optima para la producción de alimentos, requiere que todos se involucren. Las OUA pueden liderar este proceso en sus comunidades.

Agua de riego limpia es bienestar para todos !

Cuidarla está en nuestras manos, por el futuro de nuestros hijos y el medioambiente

1. ¿POR QUÉ DEBEMOS LA CALIDAD DE AGUA DE RIEGO?

- Para cuidar la salud de todos los vecinos
- El agua que está en un canal contaminado (Sobras que muchos agricultores se traen para el agua) como gusarones, coleros, nematodo, hepatitis, entre muchos otros
- Para tener una agricultura limpia, si contaminamos el agua de riego estamos contaminando nuestra alimentación.
- El agua de riego limpia permite obtener productos agrícolas de calidad y elevar la agricultura certificada, lo que beneficia a la economía de la comuna.

2. ¿POR QUÉ ES GRAVE LA CONTAMINACIÓN CON BACTERIAS FECALES?

- Aunque el agua del río Lengua es de muy buena calidad, se ha encontrado contaminación por Bacterias Fecales en los canales de riego, lo que perjudica la agricultura y la salud de todos los vecinos.
- Las Bacterias Fecales son organismos muy pequeños que viven en el excremento humano y animal, pueden sobrevivir en el agua, en la tierra y en los alimentos regados con aguas contaminadas, transmitiendo enfermedades.

3. ¿QUÉ PODEMOS HACER PARA NO CONTAMINAR EL AGUA DE RIEGO?

- Respetar la servidumbre del canal, no construir corrales, viviendas, letrinas, gallineros o cuerdos lejos de desechos. No arrojar basuras, animales muertos ni water aguas servidas en los canales.
- Comunicar a la comunidad de agua y denunciar ante cualquier problema de contaminación.

4. ¿QUIEN ADMINISTRA UN CANAL DE RIEGO?

Los canales de riego son administrados por comunidades de agua, representados por un directorio y un presidente. Su función es repartir el agua y mantener los canales.

5. ¿QUÉ ES LA SERVIDUMBRE DE UN CANAL?

Es una franja reservada para la administración del canal, que mide una distancia igual a la mitad del ancho del canal desde cada orilla y cuyo mínimo 1 metro (Artículo 82 del Código de Aguas).

No se puede producir alimentos sanos con agua sucia.

El agua que circula por los canales regará los alimentos que llegarán a su mesa. No bote basuras, ni vierta líquidos en el agua.

AGUA DE RIEGO LIMPIA: TAREA DE TODOS

Ejemplos de campañas de educación en calidad de agua realizados por OUA. Estas campañas buscan sensibilizar a usuarios y vecinos en la responsabilidad colectiva en la calidad del agua.

CAPÍTULO
03





¿Y QUÉ PUEDO HACER EN MI CAMPO? LA IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN PREDIAL

Existen desafíos normativos importantes. En los últimos años se ha tratado de profundizar la legislación dotando a distintos actores de herramientas para la protección de cuerpos de agua naturales y artificiales para la producción de alimentos.



¿QUÉ PUEDO HACER?

La realización de acciones para la prevención, mitigación y gestión de eventos de contaminación en cuerpos de agua utilizados para la producción de alimentos es aún un desafío, por lo que tomar medidas en cada predio se vuelve fundamental.

La tendencia marcada por la normativa internacional (e.g., FSMA) y por protocolos de certificación en buenas prácticas agrícolas (BPA) exigidos por mercados externos enfatizan que la principal responsabilidad del productor es implementar medidas que le permitan conocer, controlar y minimizar los distintos riesgos a los que se enfrenta el agua utilizada para la producción de alimentos.

Se necesita entonces planificar acciones que aseguren la calidad del agua con la que producimos y poder demostrar que ésta es de calidad óptima. Se debe tener la oportunidad de tomar decisiones respecto al agua con la que regamos y reducir el riesgo de incumplir normativas o afectar a las personas que consumen estos productos.

ACCIONES A SEGUIR

Evaluar el predio e identificar riesgos a nivel predial. Por ejemplo, hay que revisar lo que ocurre en la entrega del canal, bomba, filtros, redes de riego (en caso de riego presurizado) o en la infraestructura predial (bodegas, baños u otros). Recorrer el campo preocupado del agua.

Establecer un programa de monitoreo de calidad de aguas que se mantenga en el tiempo siempre y cuando veamos que nuestra fuente de agua se expone a riesgos de contaminación. En general, se debe poner atención en variables microbiológicas como Coliformes fecales y E. coli.

Gestionar los problemas encontrados implementando soluciones técnicas, tecnológicas u otras.

Esquema del proceso productivo de gestión de la calidad de aguas



Fuente: CNR, 2020.



Toma de muestras en el canal Melozal

DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS

El presente capítulo es una contribución para el diseño y puesta en marcha de estrategias de monitoreo para la gestión de calidad del agua de riego a nivel predial, válida para todos los productores agrícolas enfrentados a este desafío.

Éste incluye aspectos técnicos sobre el levantamiento de información de parámetros considerados como críticos de acuerdo con los antecedentes de calidad de agua registrados en el territorio, el diseño de la estrategia como tal e información necesaria para la toma de decisiones, considerando la normativa nacional vigente y algunas recomendaciones de la normativa internacional.

El diseño de un plan de monitoreo siempre debe tener en cuenta los riesgos que enfrentan nuestras aguas, es importante indicar que las fuentes de contaminación más comunes de los canales de riego de la zona centro sur del país y que generan deterioro principalmente en la calidad microbiológica, son las siguientes:

- Contaminación por **aguas servidas domésticas** procedentes de viviendas sin conexión a red de alcantarillado.
- Contaminación por residuos sólidos, que ocasionan también problemas de operación en obras de conducción y **distribución del agua**.
- Contaminación por residuos **líquidos industriales** y **particularmente agroindustriales**.
- Contaminación por **mal uso de servidumbres de canales** de riego debido a la construcción de infraestructura como acueductos, habilitación de abrevaderos o uso como desagüe de aguas residuales.

ACCIONES PARA UNA ESTRATEGIA DE MONITOREO

La gestión de la calidad de agua para riego a nivel intrapredial requiere de la implementación de acciones conducentes a conocer, controlar y minimizar los distintos factores que la afectan.

Identificación de puntos críticos

Es indispensable conocer el origen del agua utilizada, su recorrido hasta el predio y en su interior. En general, la calidad del agua que se usa para riego es buena en los cauces naturales, pero se deteriora en el trayecto a los predios.

Los canales son abiertos y al pasar por poblados y ciudades reciben diversas fuentes de contaminación puntual y difusa, además de que originan otras actividades productivas. Estos elementos deben considerarse a la hora de identificar puntos críticos y evaluar riesgos que pueden estar afectando la calidad del agua de riego.

Las bacterias y otros posibles patógenos presentes en las fecas representan una gran problemática para los agricultores que producen alimentos que se consumen frescos como frutas y hortalizas.

Es importante conocer el origen del agua, la calidad en su bocatoma y considerar eventuales puntos de muestreo, filtros, y líneas de riego, en caso de contar con sistemas de riego presurizado.





ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE MONITOREO

A partir de la identificación de los puntos críticos es posible establecer la cantidad de estaciones y los parámetros a monitorear. Es importante destacar que, aunque la normativa chilena no determina una frecuencia de monitoreo, algunas normas internacionales, como la propuesta por la Food Safety Modernization Act-FSMA, establecen una frecuencia de 5 muestreos por año.

Se debe considerar que en Chile existe una temporada de riego acotada. El agua que distribuyen los canales no se usa a lo largo del todo el año calendario. La temporada está definida entre mediados de septiembre y fines de abril o mayo, según la zona.

Es importante monitorear la temperatura, la conductividad/salinidad, el pH y el contenido de sólidos presentes; parámetros básicos que funcionan como centinelas de calidad.

Un seguimiento acucioso permite identificar cambios repentinos de estos parámetros, que puede indicar un posible detrimento en la calidad del agua, en cuyo caso se recomienda hacer un análisis fisicoquímico completo de acuerdo a lo que recomienda la NCh 1.333.

Instrumentos

En el mercado existen varias opciones de instrumentos para hacer el monitoreo in situ de los parámetros básicos mencionados que son económicos y de fácil manejo y mantención. En el marco de este proyecto, se entregaron a las OUA atendidas este tipo de medidores (Hanna HI 98129).

Para la implementación de este plan de monitoreo se sugiere hacer un seguimiento de la calidad del agua en la fuente de agua (entrada de predio o pozo).

En el caso de contar con sistema de riego presurizado, se sugiere también muestrear después de sistema de filtrado y en las líneas de riego.

La periodicidad del monitoreo dependerá también de los puntos críticos identificados, pero se recomienda realizar al menos 2 monitoreos por temporada de riego.

CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS DEL PROGRAMA DE MONITOREO

Las muestras para el monitoreo de la calidad del agua deben ser tomadas según la norma chilena de muestreo NCh 411/3 Of 96 Calidad de agua - Muestreo - Parte3: "Guía sobre la preservación y manejo de muestras", teniendo en cuenta que estas muestras son susceptibles a cambios entre el momento del muestreo y su análisis debido a reacciones químicas, físicas y/o biológicas.

Esta norma se aplica al tipo de agua que se usa para riego (agua cruda proveniente de aguas superficiales sin tratamiento de potabilización) y entrega las directrices para una correcta toma de muestras (incluidas las microbiológicas), su preservación y transporte al laboratorio donde se realizaran los análisis, cuándo éstas no pueden ser medidas en terreno.



Con base en los antecedentes de calidad que se tienen, se hace especial énfasis en la contaminación microbiológica. Se sugiere evaluar de manera frecuente los parámetros que permiten su cuantificación (e.g., análisis de coliformes totales y fecales).

PRECAUCIONES GENERALES

Llenado de los recipientes

En el caso de parámetros fisicoquímicos se recomienda llenar completamente el recipiente (excepto en aquellas muestras que se deban congelar) para evitar interacciones con la fase gaseosa y la agitación. Esto evita la oxidación de la muestra y/o su reacción con el CO₂ atmosférico.

Uso de recipientes apropiados

Es importante que tanto el recipiente como su tapa no sea causa de contaminación, ni que adsorban o absorban los constituyentes de la muestra ni reaccionen con ellos. Para esto se recomienda solicitar los recipientes en laboratorio que analizará las muestras y seguir sus recomendaciones.

Enfriamiento o congelamiento de las muestras: En la mayoría de los casos, el enfriamiento (temperatura menor que la in situ) y almacenamiento en oscuridad, son suficientes para preservar la muestra por un tiempo corto. El congelamiento permite extender este periodo; sin embargo, debe tenerse certeza que este procedimiento no afecta la composición de la muestra.

Es difícil generalizar sobre los procedimientos adecuados para la preservación de las muestras por lo que se recomienda seguir las indicaciones del laboratorio encargado de cada análisis.

MUESTRAS PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Las muestras para análisis microbiológico deben ser tomadas en frascos “estériles” de borosilicato (500 mL) y tapa rosca, proporcionados por el laboratorio que realizará el análisis.

La toma de muestra se realiza en forma aséptica evitando la contaminación externa. En el caso de tomar la muestra con balde, este debe estar limpio, lavado con alcohol yodado y enjuagado con agua potable. Lo primero que se debe hacer es cebar 2 veces el balde con la muestra a tomar, eliminándola fuera del canal.

Tomar la muestra y verter el agua como si fuera una llave abierta, abrir el frasco bajo el chorro y tomar 400 mL de muestra, cerrar bajo el chorro dejando aire dentro

del frasco de manera de permitir el intercambio gaseoso. Colocar la muestra a un cooler con agua-hielo a una temperatura de 2° a 5°C y trasladar al laboratorio para su análisis antes de 20 horas.

Dentro del cooler se debe colocar un testigo de temperatura para controlar la refrigeración de las muestras. En el laboratorio se toma la temperatura de traslado en el envase testigo y se procesan las muestras según normas de análisis acreditada.



NORMAS DE ANÁLISIS ACREDITADAS

Determinación de coliformes

En el caso de determinación de Coliformes fecales para agua de riego, se utilizan los Standard Methods 9221E - Métodos de tubos múltiples Número Más Probable por 100 mL de muestra (NMP/100 mL), y para *Escherichia coli*, se usa el método de Filtración por Membrana, el cual se reporta como Unidades Formadoras de Colonia por 100 mL de muestra (UFC/100mL), ISO 9308/1:2014.

Filtración por membrana

En el caso de filtración por membrana existen las siguientes normas aplicables para cumplir con la FSMA: Standard Methods 9222B Coliformes por filtración por membrana seguido por 9222G MF Partition Procedures, EPA 1103.1, Standard Methods 9213D, ASTM 5392-9, Método EPA 1604 y Metodo Hach 10029 (Asoex, 2017).



GESTIÓN Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS ENCONTRADOS

Según sea el tipo de problemáticas que se identifiquen, se debe tomar diferentes medidas relacionadas con la naturaleza del problema, resaltando que cuando están asociados a cambios en las condiciones fisicoquímicas regulares del agua establecidas a través del programa de monitoreo, la primera acción debe ser preventiva y en la medida de lo posible se debe detener el riego hasta que se tenga certeza de los factores que están afectando la calidad del agua y su causa.



Alternativas

Por el contrario, existen diversas alternativas para minimizar los problemas asociados con la carga microbiológica a nivel intrapredial.

Estas contemplan la incorporación de tecnologías y la implementación de protocolos de mantenimiento de las líneas de riego, de existir sistemas de riego presurizado.

En este contexto, el uso de tecnologías limpias como la decantación de sólidos suspendidos, el ozono y la luz UV han demostrado ser bastante efectivas para el control microbiano.

Es fundamental evitar la relación aguas de consumo humano y productivo con aguas servidas. Se ha documentado la presencia de altas concentraciones de bacterias fecales en punteras usadas para la producción de alimentos y bebida.



Mejor Riego
para Chile

yo
cuido
el agua

ORDENAMIENTO PREDIAL

Es fundamental conocer las eventuales fuentes de contaminación y la calidad del agua que recibimos. Otra acción fundamental es proteger la calidad del agua en nuestro predio, cuidándola del impacto de nuestra actividad productiva, pero también de la infraestructura habitacional.

Es importante resaltar que aguas superficiales y subterráneas están conectadas, por lo que debemos evitar la contaminación entre nuestras fuentes de agua destinadas a consumo y riego con aguas servidas.

Según la recomendación de la OMS, la fosa séptica debe ubicarse en el punto más alejado del predio, al menos a 25 metros de pozos y canales destinados a consumo humano y usos productivos. Asimismo, es importante resguardar su correcta operación, limpiándola regularmente y supervisando el funcionamiento de sus drenes.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que cualquier posible fuente de contaminación, como por ejemplo una fosa séptica, debe ubicarse al menos a 25 metros de cualquier fuente de agua.



PREDIOS PEQUEÑOS

En el caso de predios pequeños, es importante conocer la ubicación de la infraestructura sanitaria del predio vecino para proteger las fuentes de agua propias, de acuerdo con la distancia mínima recomendada (i.e., 25 metros).

Se debe tener en cuenta en el ordenamiento del predio la ubicación de corrales, gallineros y galpones, siempre con la consideración de proteger la calidad de las fuentes de agua para bebida y producción de alimentos. Este tipo de medidas, siempre serán necesarias y son complementarias a la implementación de soluciones tecnológicas como las que presentamos a continuación.

ALGUNAS ALTERNATIVAS DE TECNOLOGÍAS DE DESINFECCIÓN DE AGUA DE RIEGO

Para la sanitización de agua de riego existen variadas alternativas, que van desde aplicaciones tecnológicas hasta soluciones basadas en la naturaleza.

En el marco del programa: *Transferencia calidad de aguas y buenas prácticas agrícolas, regiones de O´Higgins y Maule*, ejecutado por la Comisión Nacional de Riego, se desarrollaron unidades demostrativas utilizando las siguientes tecnologías de desinfección o control microbiológico:

- Luz ultravioleta
- Inyección de ozono
- Decantación

¿Cómo elegir?

Para determinar las dimensiones y seleccionar el equipo adecuado, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos en el agua a tratar:

- Caudal máximo y mínimo.
- Calidad microbiológica (densidad bacteriana).
- Contenido de sólidos suspendidos.

Este aspecto es relevante ya que los sólidos presentes en el agua inhiben la acción de la luz y determinan la frecuencia de limpieza de la lámpara, que es un elemento crítico de la operación.

DESINFECCIÓN CON LUZ ULTRAVIOLETA (UV)

En esta tecnología el flujo de agua es sometido a una irradiación de luz ultravioleta, mediante lámparas que emiten luz en el rango de 200 a 400 nanómetros (nm). Estos equipos pueden poseer varias lámparas UV en su interior, además de tiempos y potencia de irradiación variables, que dependerán del caudal de agua a tratar. La eficiencia de eliminación de patógenos de esta tecnología es del 99% aproximadamente (USEPA, 1996).

El efecto

El efecto de la luz UV depende de la absorción de la radiación por las proteínas, y por los ácidos nucleicos (ARN y ADN) de un microorganismo. La absorción de altas dosis de UV por las proteínas presentes en las membranas celulares lleva a la ruptura de esas membranas y, consecuentemente, a la muerte de la célula (Bolton, 1999).



Lámparas UV implementadas por el programa.

La instalación

Se compone de elementos eléctricos e hidráulicos que permiten incorporar el equipo al sistema de riego y asegurar su buen funcionamiento. Es importante destacar que este tipo de equipos son complementarios a un sistema de riego presurizado.

Proveedores

En el mercado existen varios proveedores de esta tecnología. Para la instalación de las parcelas desarrolladas en este programa se seleccionó un proveedor con base en las factibilidades de instalaciones ofertadas. En el apartado anexos del manual se presenta ficha técnica de equipo instalado.

Financiamiento por Ley de Fomento al Riego

Esta tecnología ya fue probada por la Comisión Nacional de Riego (CNR) durante 2007 y 2008 en programas de Calidad de Aguas y Buenas Prácticas Agrícolas, con excelentes resultados en la relación eficiencia-eficacia, lo que permite incluso financiarla mediante los concursos de "Calidad de Aguas" de la Ley de Fomento al Riego y Drenaje N° 18.450.



Unidades de Ozono instaladas en el programa.



DESINFECCIÓN CON INYECCIÓN DE OZONO (O_3)

La molécula de ozono (O_3) genera una reacción denominada explosión oxidativa que afecta la pared celular de las bacterias.

Esta reacción se repite innumerables veces en una atmósfera abundante en ozono, por lo que la célula se ve seriamente afectada hasta perder su viabilidad y/o capacidades reproductivas.

Esta reacción se repite innumerables veces en una atmósfera abundante en ozono a células diferentes, por lo que las células se ven seriamente afectadas hasta perder su viabilidad y/o capacidades reproductivas.

Para la implementación de esa tecnología se utiliza un equipo generador de ozono, que es inyectado directamente a la red de alimentación del agua de riego. Este generador inyecta una cantidad fija de ozono a la red, que se determina según las características del agua y las necesidades requeridas.

Para el dimensionamiento del equipo y su correcta operación se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

Alternativa Ozono

Esta tecnología fue probada por primera vez para uso agrícola por la Comisión Nacional de Riego durante los años 2007-2008, con resultados que no mostraron un impacto evidente en los caudales utilizados.

No obstante, al cabo de una década, se ha avanzado en su desarrollo e implementación, siendo una alternativa disponible en el mercado y con resultados muy positivos respecto del control microbiológico.

En el mercado existen varios proveedores de esta tecnología, y al igual que para el sistema de UV, se escogió el proveedor que presentaba la mejor propuesta para el servicio de instalación.

- Caudal máximo y mínimo.
- Calidad microbiológica (densidad bacteriana).
- Humedad del ambiente. La cual debe ser menor al 80%.
- Temperatura ambiente. La cual debe ser menor a 40°C.
- Lugar libre de polvo en suspensión y debidamente ventilado.

Respecto a la instalación, esta se compone de elementos eléctricos e hidráulicos que permiten incorporar el equipo al sistema de riego y asegurar su buen funcionamiento. La alternativa recomendada es con un sistema tipo Venturi.

MÉTODO DE DECANTACIÓN

La decantación es un procedimiento que consiste en la separación del componente más denso presente en el agua de riego (que pueden ser sólidos o líquidos) por acción de la gravedad.

Para ello, se debe disponer de un depósito grande (sobre 1.000 litros) que puede ser un estanque de polietileno o una excavación, en donde se deja reposar la mezcla. De esta forma, el componente más denso desciende por acción de la gravedad hacia la parte inferior del depósito decantador, mientras que el componente menos denso, en este caso el agua que se utilizará para el riego, permanece en la parte superior.

En este depósito el nivel de agua debe ser constante, porque la salida de agua es por rebalse a través de tuberías ubicadas en su parte superior y desde donde se alimenta el sistema de descontaminación de agua antes de pasar al sistema de riego.

Limpieza del estanque

Es recomendable que el depósito decantador tenga una tapa (cubierta de geomembrana u hormigón) para evitar la suciedad, la proliferación de microalgas y para evitar accidentes.

Si el agua que pasa por el decantador trae una gran cantidad de sedimentos, es recomendable hacer la limpieza del decantador una vez al mes.



Si la carga de sedimentos es baja, se recomienda realizar una limpieza antes que empiece la temporada de riego, y al menos otra en la época de más calor. Este procedimiento es para evitar la putrefacción de los sedimentos, que añadirían problemas al agua.

Para aguas con sedimentos

El procedimiento de decantación por sí solo no es una técnica para descontaminar agua. Se usa la decantación en aguas que poseen un alto grado de sedimentos, siendo el complemento de otras tecnologías de descontaminación, como es el de luz UV, ya que para tener un resultado óptimo el agua debe estar lo más cristalina posible para que los rayos UV puedan atravesar completamente el caudal de agua tratada.

El agua debe entrar sin provocar demasiada turbulencia al depósito decantador para que no mueva los sedimentos decantados anteriormente.



Decantador de polietileno de 1500 litros



EXPERIENCIAS DE USO DE TECNOLOGÍAS EN LA PEQUEÑA AGRICULTURA

En el marco de la ejecución del programa Transferencia Calidad de Aguas y Buenas Prácticas Agrícolas Regiones de O´Higgins y Maule, se desarrollaron 12 unidades demostrativas de las tecnologías descritas, que fueron seleccionadas en base a criterios validados por la Comisión Nacional de Riego.

La ubicación de éstas requirió de la opinión de diversos actores territoriales relevantes como las OUA profesionales de entes gubernamentales ligados al agua y a la producción agrícola y agricultores, entre otros.

La ubicación de las 12 Unidades Demostrativas fue muy importante debido a la gran extensión del territorio comprendido en el programa, que incluye las comunas de Rancagua, Rengo, Malloa, San Vicente de Tagua-Tagua, Teno y Linares.

Esta zona de estudio se caracteriza por poseer una gran diversidad productiva con diferencias en términos de disponibilidad del recurso hídrico y en los mecanismos de gestión de aguas del territorio.

Es así como después de numerosas visitas a terreno con los actores relevantes del territorio se determinó la mejor ubicación para establecer las parcelas demostrativas.

Trabajo con las OUA y otros actores del territorio de influencia del programa

Se efectuaron reuniones de trabajo con todas las OUA de nivel superior de la zona de ejecución del programa.

Asimismo, se realizó un extenso trabajo de análisis de los sectores de interés de las OUA para definir los beneficiarios con los cuales se iban a trabajar en función de los cultivos a los que se dedican.

Este trabajo se realizó inicialmente con las Direcciones regionales y las Áreas de INDAP de ambas regiones, y luego con profesionales de PRODESAL (Programa de Desarrollo Local) y SAT (Servicios de Asesoría Técnica) de las comunas involucradas en el programa.

ZONIFICACIÓN DEL TERRITORIO Y SELECCIÓN PRELIMINAR DE ZONAS PRIORITARIAS A NIVEL DE RÍO Y CANAL

A partir de los antecedentes expuestos por cada uno de los actores presentes en ambas regiones, se propuso trabajar con los canales que se ubicaban en los sectores más propensos a tener problemas de contaminación en las comunas objetivo del programa.

Se procedió entonces a realizar, en cada uno de los canales definidos por las OUA, la zonificación del territorio donde se identificaron previamente las zonas prioritarias a estudiar y redes de canales donde era pertinente la instalación de una estación demostrativa para la difusión y transferencia de las alternativas tecnológicas de descontaminación de agua de riego propuestas.

La zonificación preliminar

Permitió escoger sectores del territorio que considerando los antecedentes, requerían de la implementación de los sistemas de tratamiento de aguas incluidos en la iniciativa (UV, ozono y decantación, orientados a la descontaminación microbiológica).

De esta forma, se definió la siguiente matriz validada por la CNR para la selección de los sitios en donde se establecieron las parcelas demostrativas:

| Criterio | Descripción |
|-------------------------------------|--|
| Definición de zonas críticas | En base a la experiencia de las OUA del territorio se definieron lugares en donde la contaminación de los canales es más evidente (paso por poblaciones, sectores industriales, presencia de animales) |
| Capacidad de riego instalada | Posibles beneficiarios con instalaciones de riego habilitadas y en buenas condiciones |
| Derecho sobre tierra y agua | Posibles beneficiarios con dominio vigente sobre la tierra y agua de riego |



Punto de vertimiento de aguas desde relleno sanitario a canal



Basura domiciliaria en el canal San Pedro. Cachapóal.



Punto de acumulación de basura en canal.



Uso del canal abrevadero de animales, comuna de Teno, Región del Maule.



Caseta de baño al lado del canal, comuna de San Vicente de Tagua Tagua, Región de O'Higgins.

UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DEMOSTRATIVAS

Con la identificación de los puntos críticos se pudo determinar que en la zona de estudio hay focos de contaminación que provocan que el agua destinada a riego no cumpla con los estándares que fija la Norma Chilena de Agua para Riego (NCh 1.333) en términos de cantidad de coliformes fecales permitidos.

Con estos antecedentes se identificaron pequeños y medianos agricultores en cuyos predios se pudieran instalar las tecnologías propuestas. Así, se establecieron 12 unidades demostrativas, de las que 5 contaron con las dos tecnologías que son complementarias, como se describe en el siguiente cuadro:

Plano de localización de cada una de las parcelas implementadas en el territorio involucrado

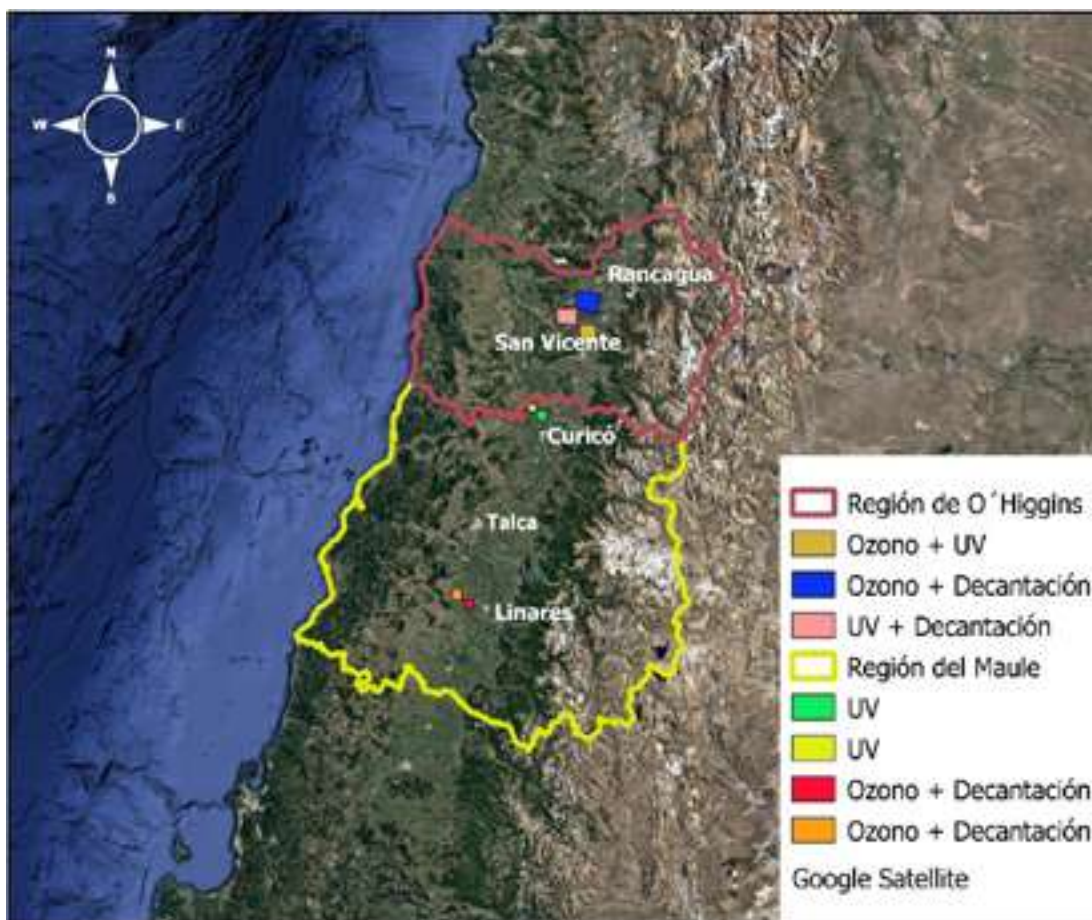


Tabla 5
Ubicación y tecnologías instaladas asociadas a cada tipo de cultivo

| Tecnología instalada | Cultivo asociado | Coordenadas UTM (19s) | | Comuna | Región |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------|----------------------------|-----------|
| | | Norte | Este | | |
| Ozono y decantación | Cultivo de hortalizas | 6192615 | 304706 | San Vicente de Tagua-Tagua | O´Higgins |
| UV y decantación | Cultivo de hortalizas | 6195019 | 307015 | San Vicente de Tagua-Tagua | O´Higgins |
| UV y Ozono | Cultivo de hortalizas hidropónicas | 6184252 | 318371 | San Vicente de Tagua -agua | O´Higgins |
| UV | Cultivo de duraznos y cerezas | 6140807 | 290907 | Teno | Maule |
| UV | Cultivo de hortalizas en invernadero | 6142074 | 288591 | Teno | Maule |
| Ozono y decantación | Cultivo de cerezos | 6035546 | 255776 | Linares | Maule |
| Ozono y decantación | Cultivo de hortalizas en invernadero | 6037387 | 248448 | Linares | Maule |



CAPÍTULO 04



LAS PERSONAS Y SU EXPERIENCIA EN EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS

María Isabel Serrano, productora de hortalizas en invernadero.

“AHORA ES OTRA CALIDAD EN HORTALIZAS, LOS PIMENTONES ME DIERON MUCHO MEJOR QUE OTROS AÑOS”



¿Conocía esta tecnología?

“No. Me parece una tecnología muy avanzada, para mí es algo nuevo y muy interesante porque acá por lo menos nunca había tenido la oportunidad. Eso de la tecnología de la lámpara a mí me sirvió mucho porque voy a tener mejor calidad de verduras, no voy a tener contaminación de nada”

¿Le ha servido utilizarla?

“Claro pues, se nota el mejoramiento en cuanto al agua ahora es otra calidad en hortalizas, yo me he fijado en los pimentones me dieron mucho mejor que otros años y la lechuga, bueno hay un dicho que dice “crece como la lechuga”, la lechuga en veinte días ya la tengo lista y como le digo todo es orgánico”



Jaime Iturriaga, productor de cerezas y duraznos.

“ESTO ME AYUDA CON LA CERTIFICACIÓN. AHORA PUEDO EXPORTAR”

¿Por qué decidió implementar la tecnología?

“Principalmente por buscar la certificación, esto me ayuda en eso. Ahora puedo exportar y si no tuviera la certificación tendría que vender en el mercado nacional, no más. En cambio, con la certificación uno exporta directo para afuera.

Antes de la certificación, uno vendía en mercado local nomás o alguien nos compraba y yo creo que ellos ponían su código o a lo mejor ellos vendían por aquí también, una cosa así... Igual por la certificación de los huertos exigen aguas purificadas, y en eso también beneficia al agricultor”.

¿Recomienda implementar esta tecnología?

“Yo lo recomendaría por lo que les estoy diciendo, uno por el tema de la certificación. A la larga, la importadora exige aguas puras para regar los frutales y entre más pura esté, mejor. Para eso está el purificador, de hecho, para purificar el agua de pozo, de noria, para tomar uno en la casa, también es bueno, porque sé que hay gente que lo ha colocado en casa. ... Ahora como que el fruto se dio más grande, una cosa así, este año se dio más grande que el año pasado”.

Rubén Tapia, productor de cerezas.

“ME VA A SERVIR MUCHO PARA ENTREGAR FRUTA A EXPORTADORAS”



¿Cómo ha sido su experiencia con el equipo de ozono?

“Ha sido positiva de todas maneras. Yo lo recomiendo porque he visto resultados buenos y de hecho a mí me va a servir mucho porque este año voy a entregar fruta a exportadoras. Además, lo usé para las fumigaciones, porque yo cuando hacía las fumigaciones antes de prender los turbos, le echaba el ozono para desinfectar el agua para aplicar agua desinfectada, no contaminada. Porque, ¿qué pasa si yo este año certifico y no tengo el ozono? No puedo fumigar con esa agua porque viene contaminada pero ahora con el ozono yo la descontaminó”

¿Conocía el ozono? ¿Se debe difundir esta tecnología en otros pequeños productores?

“Nunca la había escuchado, primera vez, a pesar de que soy técnico, no tenía conocimiento de esos equipos. Es importante enseñarle a la gente, a la gente que vive por acá, a toda a la cabrería, es bueno incentivarlos, enseñarles para que ellos en el futuro tengan conocimiento que es un implemento necesario para los campos”

Tabla 6

Nombre de agricultoras y agricultores, ubicación y rubro donde se instaló tecnología

| Tecnología instalada | Cultivo asociado | Nombre productor | Comuna | Región |
|----------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------|
| Ozono y decantación | Cultivo de hortalizas | Aníbal Arce | San Vicente de Tagua Tagua | O´Higgins |
| UV y Ozono | Cultivo de hortalizas hidropónicas | Edson Escobedo | San Vicente de Tagua Tagua | O´Higgins |
| Ozono y decantación | Cultivo de cerezos | Rubén Tapia | Linares | Maule |
| Ozono y decantación | Cultivo de hortalizas en invernadero | Claudio Bobadilla | Linares | Maule |

EXPERIENCIAS DE USO DE TECNOLOGÍAS EN LA PEQUEÑA AGRICULTURA

En el presente apartado se presentan experiencias reales en la utilización de las tecnologías implementadas, en la propia voz de los productores atendidos. Se consideran los testimonios entorno al uso de ozono y UV, pues la decantación es un procedimiento complementario. Las fichas técnicas y proveedores de estas tecnologías se presentan en el apartado Anexos. 5

Irradiación ultravioleta

En el marco de este programa, se instalaron 4 equipos de irradiación UV: 2 en la región del Maule y 2 en la región de O`Higgins.

Tabla 7

Nombre de agricultores, ubicación y rubro donde se instalaron Unidades Demostrativas

| Tecnología instalada | Cultivo asociado | Nombre productor | Comuna | Región |
|----------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------------|-----------|
| UV y decantación | Cultivo de hortalizas | Alejandro Jerez | San Vicente de Tagua-Tagua | O`Higgins |
| UV y Ozono | Cultivo de hortalizas hidropónicas | Edson Escobedo | San Vicente de Tagua- Tagua | O`Higgins |
| UV | Cultivo de duraznos y cerezas | Jaime Iturriaga | Teno | Maule |
| UV | Cultivo de hortalizas en invernadero | María Serrano | Teno | Maule |



VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

Ventajas del UV

- Es eficiente en el control bacteriano y en la desactivación de virus, esporas y quistes.
- Es un proceso físico por lo que no genera productos químicos, ni sustancias tóxicas, subproductos cancerígenos, peligroso o corrosivos.
- No requiere almacenamiento o transporte.
- No tiene efectos residuales.
- Fácil instalación.

Desventajas del UV

- En bajas dosis no genera el efecto deseado de desinfección.
- El equipo requiere de un mantenimiento preventivo para controlar la acumulación de sólidos en la parte externa de las lámparas, las que son extremadamente delicadas.

Recomendaciones

- Los sistemas de filtros deben mantenerse limpios de manera de evitar la saturación de éstos con sedimentos que puedan afectar el equipo de UV.
- El equipo debe ser instalados después del sistema de filtros y antes del sistema de fertirriego, de manera de que el agua tenga pocos sólidos suspendidos y la acción de la radiación UV no sea afectada.
- Al estar instalados antes del sistema de fertirriego, los equipos permiten descontaminar el agua de riego que se utiliza en la preparación y aplicación de los fertilizantes a los cultivos.
- Para aumentar la eficiencia en el tratamiento del agua de riego, los equipos deben ser utilizados de manera constante. Con esto se disminuye la presencia de microorganismos en las líneas y su proliferación.
- Se recomienda realizar la mantención especificada por el fabricante para prolongar la vida útil del equipo.



“Puedo decir que a largo plazo termina siendo mucho más económico invertir en un equipo que puede durar cinco, diez años, versus un tarro de un producto químico que vale lo mismo y que dura quizás, seis meses”.



Edson Mitchel Escobedo, productor de hortalizas hidropónicas, San Vicente de Tagua-Tagua.

“INVERTIR EN ESTA TECNOLOGÍA ACABA SIENDO MUCHO MÁS RENTABLE PARA EL PEQUEÑO AGRICULTOR”

¿Qué ventajas tiene implementar esta tecnología?

“Lo primero es mejorar la calidad del agua que se utiliza para el cultivo. Vamos a comenzar a evaluar el mismo equipo para utilizar el agua en la sanitización de los productos, en la sala de procesos, para hacerlo de una forma más orgánica.

Además, los sistemas, los estanques están mucho más limpios. Eso nos reduce los tiempos de limpieza de formación de algas que siempre es un tema en la hidroponía. Se ha producido un ahorro en tiempo de limpieza y en costo de mano de obra que era mucho para la limpieza”

¿Conocía estas tecnologías antes del programa?

“Las había sólo escuchado, jamás visto y no había evaluado implementarlas porque las desconocía. Pensaba que eran algo que estaban al alcance de las grandes empresas y que no existía al alcance de los pequeños, por eso no lo había considerado. Entonces, lo que tenía siempre eran las alternativas químicas que podía ofrecerme cualquier distribuidor agropecuario. Pero, es al contrario. Están más que al alcance de un pequeño productor, con el apoyo también de las instituciones como la CNR, también INDAP, para que mejoremos la calidad del uso del agua”

¿Le parece oportuna para pequeños productores?

“Esta alternativa falta mostrarla más. De hecho, puedo decir que a largo plazo termina siendo mucho más económico invertir en un equipo que puede durar cinco, diez años, versus un tarro de un producto químico que vale lo mismo y que dura, quizás, seis meses. Obviamente al largo plazo es mucho más rentable”

¿Cómo ve el interés de los agricultores por invertir en estas tecnologías?

“Lo que pasa es que la gente del campo somos a veces reacios a la nueva tecnología, a la innovación, pero porque no lo vemos, porque no lo vemos en un compañero, y por eso ésta parcela está disponible, para que todos puedan verlo y vean que no es nada de otro mundo. La gente piensa que va a ser más caro y se dan cuenta que termina siendo más económico al largo pazo”

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

Ventajas del Ozono

- Es un desinfectante eficiente en corto tiempo.
- Es de fácil producción a partir del aire o de oxígeno.
- Reacciona con compuestos orgánicos e inorgánicos por su alta reactividad y potencial de reducción.
- Reduce el color, olor y turbidez del agua tratada.
- Es un oxidante de Hierro (Fe), Manganeseo (Mn) y Sulfuro (S).
- Es más efectivo que el Cloro (Cl)
- No contaminan como el Cloro (Cl).

Desventajas del ozono

- Es altamente corrosivo y tóxico.
- El consumo de energía es mayor en comparación con UV para un caudal menor.
- Debe ser generado in situ por problemas de almacenaje y traslado.
- La literatura indica que se forman residuos de la desinfección en presencia de Bromuro (Br⁻), Aldehídos (R-CHO) y Cetonas (R-CO-R').

Recomendaciones

- Los sistemas de filtros deben mantenerse limpios para evitar la saturación con sedimentos que puedan afectar la acción bactericida del ozono.
- El equipo debe ser instalados después del sistema de filtros y antes del sistema de fertirriego, de manera de que el agua tenga pocos sólidos suspendidos y la acción del ozono no sea afectada.
- Los equipos al estar instalados antes del sistema de fertirriego permiten descontaminar el agua de riego que se utiliza en la preparación y aplicación de los fertilizantes a los cultivos.
- Para aumentar la eficiencia en el tratamiento del agua de riego, los equipos deben ser utilizados de manera constante. Con esto se disminuye la presencia y proliferación de microorganismos en las líneas de riego.



CAPÍTULO
05





FICHAS TÉCNICAS / ANEXO

Ozono

Para el caso del Ozono, se utilizaron 3 tipos de equipos diferentes, en donde la diferencia es la cantidad de ozono que puede generar cada uno. Así, se utilizaron equipos de 3 galones/hora, 5 galones/hora y 20 galones/hora.



Especificaciones equipo 3 galones/hora

| | |
|---------------------------|------------------------|
| Modelo | OZG-3G |
| Capacidad | 3G/Hr (3 Galones/Hora) |
| Potencia | 60W |
| Para espacios | 20-50m ² |
| Sistema de Enfriamiento | Enfriamiento por Aire |
| Fuente de Poder / Voltaje | 220V/50HZ |
| Procedencia Fabricación | Taiwan |

Especificaciones equipo 5 galones/hora

| | |
|---------------------------|------------------------|
| Modelo | OZG-5G |
| Capacidad | 5G/Hr (5 Galones/Hora) |
| Potencia | 80W |
| Para espacios | 30-70m ² |
| Sistema de Enfriamiento | Enfriamiento por Aire |
| Fuente de Poder / Voltaje | 220V/50HZ |
| Procedencia Fabricación | Taiwan |

Especificaciones equipo 20 galones/hora

| | |
|------------------------------|---------------------------------|
| Modelo equipo | YFC20G |
| Material gabinete | Metálico |
| Caudal máximo | 3,3 lt/s |
| Caudal de oxígeno | PSA 8 LPM |
| Concentración O ₃ | 28,9 - 41,7 mg/l |
| Salida de Ozono | 18,6 - 20 gr/O ₃ /hr |
| Potencia | 1,1 Kw |
| Corriente | 4,5 - 4,7 A |
| Alimentación eléctrica | 220 volts |
| Peso neto | 92 kg. |

Ultravioleta (UV)

Equipo de desinfección con lámpara Ultravioleta para un caudal máximo de 10 m³ por hora.



| Modelo | | VP950 |
|---|--|--|
| Caudal ¹ | *NSF Clase B Certificada 16 mJ/cm ² @ 70 % UVT | - |
| | Servicio de Salud Pública de EE. UU. 16 mJ/cm ² con 95 % de transmisión de UV | 60 gpm (230 lpm) (13,7 m ³ /h) |
| | VIQUA estándar 30 mJ/cm ² con 95 % de transmisión de UV | 34 gpm (130 lpm) (7,8 m ³ /h) |
| | NSF/EPA 40 mJ/cm ² con el 95 % de transmisión UV | 26 gpm (97 lpm) (5,8 m ³ /h) |
| Dimensiones | Cámara | 114 cm x 8,9 cm (45,2" x 3,5") |
| | Controlador | 22,3 cm x 8,1 cm x 6,4 cm (8,8" x 3,2" x 2,5") |
| Tamaño del puerto de entrada/ salida ² | | MNPT de 1,5" |
| Peso del paquete | | 13,1 kg (29 lb) |
| Eléctrico | Voltaje ³ | 100V--240 V~/ 50Hz/60Hz |
| | Corriente máxima | 1,5 A |
| | Consumo de energía | 110 W |
| | Vatios de la lámpara | 90 W |
| Tiempo total de funcionamiento | | Sí |
| Presión máxima de funcionamiento | | 125 psi (861 kPa) |
| Presión mínima de funcionamiento | | 15 psi (103 kPa) |
| Temperatura del agua | | 2-40 °C (36-104 °F) |
| Tipo de lámpara | | HO (alta potencia) |
| Encendido visual | | Sí |

DECANTACIÓN

Para el caso de la decantación, se utilizaron estanques tipo fosa de 1200 litros.

| | |
|---------------|-------------------|
| Altura | 1.050 mm aprox |
| Ancho | 900 mm aprox |
| Largo | 1680 mm aprox |
| Volúmen útil | 1.000 Lts |
| Volúmen total | 1.200 Lts |
| Material | Polietileno LLDPE |



Decantador de 30.000 litros realizado con excavación





ANEXO DISTRIBUIDORES

II PROVEEDORES UTILIZADOS EN EL PROGRAMA PARA EQUIPOS DE OZONO, ULTRAVIOLETA Y DECANTADORES

Dentro del mercado cada vez son mayores los distribuidores de este tipo de equipos. Sin embargo, el presente programa adquirió los equipos con los siguientes distribuidores de equipos en el país, con buen soporte técnico y rapidez en el despacho. A continuación, se presenta el listado de proveedores para los equipos utilizados por el programa:

a) Ozono y UV

- Aguaplanet.cl
 - Dirección tienda física: Las Carabelas 12, Concón, Región de Valparaíso
 - Teléfonos: +56 32 3245335, +56 9 40054640
 - Sitio web: www.aguaplanet.cl
 - Mail de contacto: contacto@aguaplanet.cl

- Filtración industrial
 - Dirección tienda física: Costa Rica 8858-B, La Florida, Santiago
 - Teléfonos: +562 22852071, +562 22960592
 - Sitio web: www.filtracionindustrial.cl
 - Mail de contacto: marcelom@filtracionindustrial.cl

b) Ozono

- Greywater ingeniería
 - Dirección tienda física: Ñuble 1034, oficina 213, Santiago, Región Metropolitana
 - Teléfono: +56 9 78569430, +56 9 99346160
 - Sitio web: www.greywater.cl
 - Mail de contacto: comercial@greywater.cl, ventainternet@greywater.cl

c) Decantación

- Bioplastic
 - Dirección tienda física: Poseen una amplia red de sucursales entre Antofagasta a Castro.
 - Teléfono: +562 27155200
 - Sitio web: www.bioplastic.cl
 - Mail de contacto: info@bioplastic.cl



PROGRAMA TRANSFERENCIA CALIDAD DE AGUAS Y BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS REGIONES O´HIGGINS Y MAULE, EJECUTADO POR LA COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO ENTRE 2021 Y 2023.



**Mejor Riego
para Chile**

yo
cuido
el agua