

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

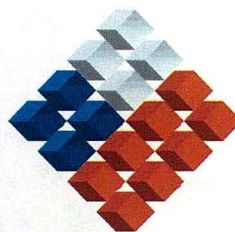
RESUMEN EJECUTIVO

“PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN CALIDAD DE AGUAS Y BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA RIEGO”

Elaborado por el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA)
de la Universidad de Chile



Enero, 2010



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

RESUMEN EJECUTIVO

“PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN CALIDAD DE AGUAS Y BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA RIEGO”

ELABORADO POR:

MIGUEL A. GUZMÁN
Y
SERGIO DE LA BARRERA

PROFESIONALES DE CENMA.



ENERO, 2010

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II	PLANES DE GESTIÓN	3
III.	CURSO Y MANUAL PARA LA GESTIÓN DE CALIDAD DE AGUAS	5
IV.	CAPACITACIÓN EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS DE RIEGO	6
V.	GIRA	7
VI.	SEMINARIO	8
VII.	PERFILES DE PROYECTO	8
VIII.	MANTENIMIENTO UNIDAD TECNOLÓGICA DEMOSTRATIVA (UTD)	9
IX.	GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN RIEGO Y CUIDADO DEL AGUA A NIVEL PREDIAL	11
X.	CARACTERIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA EN UN PUNTO DE MUESTREO	12

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe entrega los principales resultados y la evaluación del Programa de Capacitación en Calidad de Aguas y Buenas Prácticas Agrícolas para Riego, desarrollado por el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA) entre diciembre del año 2007 y diciembre del año 2009¹, en las cuencas de los ríos Cachapoal (2ª y 3ª sección) y Mataquito, ubicados en las Regiones del Libertador General Bernardo O'Higgins y del Maule, respectivamente.

Este programa tuvo dos líneas de trabajo principales: la primera orientada a desarrollar habilidades y competencias en 16 organizaciones de usuarios de agua (OUA), que les permitieran sostener la propuesta de planes o programas de gestión para conservar y/o mejorar la calidad del agua de riego en los canales; la segunda orientada a capacitar a 900 regantes, pertenecientes a 21 OUA, en buenas prácticas agrícolas de riego (BPA-R), como una estrategia para contribuir a la competitividad de la actividad agrícola, promoviendo un uso más racional de los recursos hídricos, disminuyendo la contaminación difusa de origen agrícola.

Los beneficiarios directos del programa corresponden a 900 regantes que participaron del Programa de Capacitación en BPA-R y 21 OUA, de las cuales 16 desarrollaron planes de gestión de calidad de agua y 5 OUA que participaron en el Curso Bases para la Gestión de la Calidad de las Aguas de Riego y/o en las actividades de Capacitación en BPA-R. El detalle de las OUA y el Componente del Programa en que participaron se presenta en la tabla siguiente.

Nº	Organización	Componente *		
		Plan de Gestión	Curso Gestión de Calidad de Aguas de Riego	Capacitación en BPA-R
1	A. C. Doñihue y Parral	X	X	X
2	A. C. Canal El Almendro	X	X	X
3	C.A. Canal Copequén	X	X	X
4	C.A. Canal Punta del Viento	X	X	X
5	J.V. 2ª Sección Río Cachapoal	X	X	x
6	J.V. 3ª Sección Río Cachapoal	X	X	x
7	A. C. Canal Almahue	X	X	X
8	A. C. Canal El Molino	X	X	X
9	A. C. Canal Cocalán	X	X	X
10	A. C. del Pueblo de Larmahue	X	X	X
11	C.A. Canal Majadillas	X	X	X
12	C.A. Canal Palquibudi	X	X	X
13	A. C. Canal Nuevo Los Niches.	X	X	X
14	C.A. Canal Villa Prat	X	X	X
15	J. V. del Estero Carretón	X	X	X
16	A. C. Canal Quillayes	X	X	X
17	C.A. Canal Cerro Colin	-	-	X
18	C.A. Canal Cerro Santelices o del Cerro	-	-	X
19	C.A. Canal El Morro-Higuerillas	-	-	X
20	C.A. Canal Culebra	-	-	X
21	J.V. del Río Mataquito	-	X	X

*X= participación de la OUA.

¹ Fecha en que se completaron todos los productos.

Principales productos del Programa:

1. Diseño de 16 Planes o Programas de Gestión de Calidad de Aguas de Riego, adaptados a las condiciones y capacidades de cada una de las siguientes organizaciones: Comunidad de Aguas Canal Copequén, Asociación de Canalistas Doñihue-Parral, Asociación de Canalistas Canal El Almendro, Comunidad de Aguas Canal Punta del Viento y Junta de Vigilancia de la 2ª Sección del Río Cachapoal; Asociación de Canalistas del Pueblo de Larmahue, Asociación Canal Almahue, Comunidad de Aguas Canal El Molino, Asociación de Canalistas Canal Cocalán y Junta de Vigilancia de la 3ª Sección del Río Cachapoal; Asociación de Canalistas Canal Nuevo Los Niches, Asociación de Canalistas Canal Quillayes y Junta de Vigilancia del Estero Carretón; Comunidad de Aguas Canal Majadillas, Comunidad de Aguas Canal Palquibudi y Comunidad de Aguas Canal Villa Prat.
2. Desarrollo del curso “Bases para la Gestión de la Calidad de las Aguas de Riego”, funcional al desarrollo de los Planes de Gestión de Calidad de Aguas de Riego de las OUA, en donde se abordaron temas como contaminación, aspectos legales e institucionales, estudio de calidad de agua, malas prácticas agrícolas controlables a través de BPA, efecto de los contaminantes en la agricultura, participación, mitigación a nivel predial y tecnologías de tratamiento de aguas residuales. El curso se estructuró en 6 módulos y se desarrolló una versión en cada una de las regiones de origen de los beneficiarios.
3. Capacitación en Buenas Prácticas Agrícolas de Riego, a 900 regantes, pertenecientes a las siguientes organizaciones: Comunidad de Aguas Canal Copequén, Asociación de Canalistas Doñihue-Parral, Asociación de Canalistas Canal El Almendro, Comunidad de Aguas Canal Punta del Viento (todas ellas de la Junta de Vigilancia de la 2ª Sección del Río Cachapoal), Asociación de Canalistas del Pueblo de Larmahue, Asociación Canal Almahue, Comunidad de Aguas Canal El Molino y Asociación de Canalistas Canal Cocalán (de la Junta de Vigilancia de la 3ª Sección del Río Cachapoal), Asociación de Canalistas Canal Nuevo Los Niches (de la Junta de Vigilancia del Río Lontué), Asociación de Canalistas Canal Quillayes, Asociación de Canalistas Canal El Morro, Comunidad de Aguas Canal Cerro Santelices, Comunidad de Aguas Canal Cerro Colin y Comunidad de Aguas Canal Culebra (de la Junta de Vigilancia del Estero Carretón), Comunidad de Aguas Canal Majadillas, Comunidad de Aguas Canal Palquibudi y Comunidad de Aguas Canal Villa Prat (de la Junta de Vigilancia del Río Mataquito). Para complementar la capacitación de regantes con experiencias prácticas, se implementaron cuatro parcelas demostrativas de buenas prácticas agrícolas en riego, con tecnologías sencillas como uso de bandejas de evaporación, tensiómetros, mangas de riego, barrenos y sifones, en las cuales se desarrollaron talleres y días de campo, con una convocatoria abierta.
4. Desarrollo de una gira de captura tecnológica y recopilación de experiencias nacionales en el cuidado del agua de riego, en las Regiones IV y V, con la participación de 23 personas, incluyendo 19 representantes de OUA, 2 de la CNR y 2 de CENMA.
5. Desarrollo de un seminario sobre Calidad de Aguas y Buenas Prácticas Agrícolas en Riego, en la ciudad de Curicó, durante el año 2008, con la asistencia de 163 personas y la participación de seis expositores nacionales y dos extranjeros. En este seminario, de un día

de duración, se abordaron aspectos normativos, legales, tecnológicos, de gestión intra-predial y de manejo de recursos hídricos a nivel de cuencas, como herramientas que contribuyen a disponer de agua de calidad para riego.

6. Elaboración de 13 perfiles de proyectos para contribuir a prevenir o mitigar la contaminación del agua de riego, a nivel intra-predial o extra-predial.
7. Monitoreo y mantención de la Unidad Tecnológica Demostrativa de Tecnologías de Mitigación de la Contaminación por coliformes fecales, presente en la Escuela Agrícola Fundo Quimávida.
8. Elaboración e impresión de 1.000 ejemplares de una Guía de Buenas Prácticas Agrícolas en Riego y Cuidado del Agua a Nivel Predial. Elaboración e impresión de 1.000 ejemplares del Manual "Bases para la Gestión de la Calidad del Agua de Riego".
9. Hacia el final del programa, se caracterizó la contaminación biológica en un punto de un canal, para determinar la variación horaria de Coliformes Fecales; medir el contenido de E. Coli; evaluar si el contenido de Coliformes Fecales se correlacionaba con la DQO y Conductividad Eléctrica, y verificar la posibilidad de determinar Coliformes Fecales por medio de una muestra compuesta.

II PLANES DE GESTIÓN

Se elaboraron Planes o Programas Básicos de Gestión para 16 organizaciones, diferenciándose en planes para Juntas de Vigilancia (J.V.) y planes para OUA de base (Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Agua).

Con las Juntas de Vigilancia, el énfasis estuvo presente en que se integraran de una manera efectiva al desarrollo y revisión de las Normas Secundarias de Calidad de Agua, en un trabajo sistemático y persistente tendiente a generar información de la calidad de las aguas en las bocatomas y, en base a estos datos, propender a un cuidado del agua para su uso como riego a nivel de cuenca. Consistente con esta visión, se acompañó a estas organizaciones en sus procesos de desarrollo:

- Analizando información de calidad de agua.
- Promoviendo su participación en consultas de Norma Secundaria de Calidad de Agua.
- Promoviendo su rol articulador de los Planes Transversales (generación de información de calidad de agua para la SISS y la Norma Secundaria, evaluación de costos al sector agrícola por contar con agua de mala calidad para riego).

En relación a las Asociaciones de Canalistas (A.C.) y Comunidades de Agua (C.A.), los ejes del trabajo se orientaron a instalar capacidades para:

- Disponer de datos propios de calidad de agua (monitoreo de tendencia).
- Recabar información sobre los problemas de contaminación.
- Sistematización de la información en documentos (informes y diagramas).
- Recorridos en terreno para identificar los problemas.

- Institucionalización dentro de la OUA del tema de calidad del agua, mediante presentaciones a directorios y asambleas.

En general, las OUA no realizaron las acciones indicadas por cuenta propia y se las tuvo que acompañar durante el desarrollo del programa, para alcanzar los avances que se registraron en los programas durante el período 2008 – 2009. Los problemas identificados de calidad de aguas quedan reflejados en los 16 Programas o Planes de Gestión y que se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Uso de aguas de fuentes contaminadas; integración de esfuerzos con su Junta de Vigilancia para aportar información.
- Potencial aporte de aguas de viviendas y animales; catastro fotográfico y registro de descargas en temporada de canales sin agua, monitoreo aguas arriba y abajo de la zona con potenciales descargas, mecanismos de seguimiento.
- Descargas de Planta de Tratamiento de Aguas; monitoreo, inspecciones, indicaciones para generar protocolo de autorización de descarga considerando el control de variables de operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento.
- Retorno de aguas de riego (derrames de riego); diagrama de sectores con presencia de descargas a los canales.

a) Conclusiones

- Las OUA que participaron activamente están en mejor pie para seguir desarrollando sus Planes de Gestión.
- Los avances en los planes, requirieron de un fuerte trabajo de apoyo del equipo CENMA.
- Las OUA tienen claro que su accionar sólo se sostiene en base a información sistematizada y de calidad.
- En general no se observa en las OUA una experiencia en desarrollar gestión en su accionar diario, sino más bien de administración básica.
- Se requiere que las OUA busquen asociatividad para abordar el tema de la contaminación de sus fuentes de agua para riego.
- Se requiere institucionalizar el cuidado de la calidad del agua en las OUA y que su desarrollo no sea el resultado exclusivo del interés personal que pueda tener algún miembro de la organización.
- En la mayoría de las OUA se instaló una capacidad básica para que en su quehacer diario incorporen acciones de protección de la calidad del agua.

b) Recomendaciones

- Generar una metodología para establecer el grado de madurez de las organizaciones y su capacidad para iniciar el proceso de elaboración e implementación de planes de gestión de calidad del agua.

- Se requiere desarrollar un modelo de dirección para que las OUA aborden con eficiencia y eficacia el problema de contaminación de las aguas, modelo que debería permitir estimar la magnitud del esfuerzo financiero, en el tiempo, en que debe incurrir la organización para enfrentar los problemas en sus canales.

III. CURSO Y MANUAL PARA LA GESTIÓN DE CALIDAD DE AGUAS

Los canales de riego se ven enfrentados a problemas de contaminación, cuya solución involucra un conjunto de actores, procedimientos y acciones, los cuales deben ser conocidos por los representantes de las OUA. Para capacitar a los representantes de las OUA en estas materias, se diseñó un curso de 6 módulos, de 15 horas en total, el cual abordó los siguientes temas:

- Contaminantes antrópicos de interés para la agricultura y su comportamiento en los canales (Módulo 1).
- Aspectos legales pertinentes para la protección del recurso hídrico (Módulo 2).
- Metodología participativa (Módulo 3).
- Institucionalidad y protección del recurso hídrico (Módulo 3).
- Aplicabilidad de las BPA para el control de la contaminación (Módulo 4).
- Principios Generales del Funcionamiento de Tecnologías de Tratamiento de Aguas Residuales (Módulo 4).
- Componentes de un estudio de la calidad del agua (Módulo 5).
- Tecnologías de Mitigación Validadas por la CNR (Módulo 6).

Al curso asistieron representantes de 7 organizaciones vinculadas al río Mataquito y 10 organizaciones vinculadas al río Cachapoal.

A lo largo del curso, con una frecuencia de asistencia diferenciada, participaron 19 representantes del río Mataquito y 24 del río Cachapoal, totalizando 46 y 69 asistencias registradas para cada cuenca, respectivamente.

El porcentaje de participación de las OUA en el curso, considerando la asistencia de algún representante de la organización a cada sesión, es el que se indica a continuación:

1. C.A. Canal Copequén, A.C. Canal Majadillas, A.C. Palquibudi, A.C. Canal Majadillas (100%).
2. A.C. El Almendro, A.C. Doñihue Parral, A.C. Canal Cocalán y A.C. Pueblo de Larmahue (83%).
3. J.V. 3ª Sección Río Cachapoal y A.C. Almahue (67%)
4. C.A. Canal Punta del Viento, J.V. Estero Carretón y J.V. Río Mataquito (50%).
5. A.C. El Molino y A.C. Canal Quillayes (33%)
6. J.V. 2ª Sección Río Cachapoal y A.C. Villa Prat (17%).

La participación en los módulos estuvo condicionada por la profundidad con que se abordaron los contenidos y por la importancia que le asignaban los participantes a los temas a tratar, en función de la experiencia o aproximación que tenían a éstos. Es por esta razón, que la presentación de los módulos se desarrolló de manera secuencial conjuntamente con el avance de los Planes de Gestión.

En base a la experiencia de este curso, se elaboró el Manual **“Bases para la Gestión de la Calidad del Agua de Riego**, el cual aborda parte de los temas tratados en el curso, ajustando la profundidad de los contenidos para facilitar su comprensión, con una orientación hacia el desarrollo de Planes de Gestión.

a) Conclusiones

- Se debe dejar claro, que el curso se orientó para que las OUA diseñaran e implementaran sus propios Planes de Gestión y no para que el programa de capacitación les resolviera todos los problemas.
- Hay que ajustar los contenidos de los módulos, pensando que los participantes deben avanzar lentamente en el desarrollo de capacidades, y no esperar un salto cualitativo a partir del curso.
- Se debe desarrollar una evaluación previa de los participantes para ajustar los contenidos en función de sus capacidades y expectativas.
- Los contenidos generales son los apropiados, pero hay que mejorar y simplificar su forma de presentación.

b) Recomendaciones

- Seguir la línea de capacitación de las OUA incorporando visitas a terreno como parte de las actividades.
- Generar una metodología para establecer el grado de desarrollo de las organizaciones y en base a eso establecer los niveles y alcance de la capacitación.
- Comenzar a trabajar con aquellas OUA que presentan mayores niveles de desarrollo y gestión.

IV. CAPACITACIÓN EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS DE RIEGO

La metodología de capacitación desarrollada con los regantes, recogió la experiencia adquirida por CENMA en la etapa de sensibilización desarrolla durante la ejecución del Programa de la CNR “Validación y Difusión de Tecnologías para la Prevención y Mitigación de la Contaminación de las Aguas de Riego”, complementado con sugerencias realizadas por un Sociólogo que participó en la fase inicial de este programa.

En total, 900 regantes fueron asesorados en terreno, 401 regantes participaron de los 34 talleres realizados y 175 personas asistieron a los 17 días de campo programados en las cuatro parcelas demostrativas implementadas. Estos regantes pertenecen a 17 comunidades de aguas y asociaciones de canalistas de las cuencas de los ríos Mataquito y Cachapoal.

Los contenidos desarrollados en la capacitación en BPA de riego, se fundamentaron a partir de los resultados de un diagnóstico de prácticas de riego realizado al comienzo del Programa. A manera de síntesis, la metodología comprendió un trabajo individual con cada agricultor(a) en su predio y

posterior participación en un taller grupal. Como complemento a lo anterior, para dar una visión más práctica de los contenidos tratados, se le invitaba a visitar alguna de las cuatro parcelas demostrativas de BPA en Riego que se instalaron. Esta metodología se fue adaptando permanentemente en el tiempo en función de las particularidades que presentaron los agricultores. El alcance de la capacitación, y de los contenidos tratados, tuvo una buena acogida por parte de los agricultores(as), quienes manifestaron interés y/o preocupación por la calidad de las aguas y por mejorar las técnicas de riego.

a) Conclusiones

- Los regantes lograron entender la importancia de contar con agua de buena calidad y la importancia de las BPA de Riego para prevenir la contaminación de origen agrícola.
- La metodología empleada permitió crear relaciones e instancias de diálogo entre las OUA y los regantes.
- La metodología brinda suficiente flexibilidad para adaptarse a las características socio-culturales de diferentes tipologías de agricultores.

b) Recomendación

- Seguir la línea de capacitación a regantes pero apuntando a un menor número para permitir un seguimiento a las actividades.

V. GIRA

La gira de captura tecnológica, con una duración de cuatro días, permitió conocer experiencias de gestión desarrolladas por la Asociación de Canalistas Canal Camarico, y la Junta de Vigilancia del Río Grande, Limarí y sus Afluentes, en la Provincia de Ovalle; la Junta de Vigilancia del Río Choapa y el INIA en la Provincia del Choapa, todas ellas en la Cuarta Región, más la Asociación de Regantes del Embalse Lliu-Lliu, en la Comuna de Limache, Quinta Región. La metodología utilizada en cada lugar visitado, consistió en una presentación inicial, sesiones de preguntas y respuestas, seguido de una visita guiada a terreno. Los participantes conocieron diferentes experiencias para abordar el problema de la contaminación de las aguas de riego por parte de las OUA, estrategias de negociación para dirimir conflictos relacionados al uso de agua para fines productivos y como cuerpo receptor de efluentes de la actividad industrial y minera, de tecnologías para la regulación y control del caudal, además de formarse una visión de diferentes modelos de gestión de fuentes de agua en condiciones de déficit hídrico.

a) Conclusiones

- La actividad permitió a los regantes entender que el problema de la contaminación de las aguas a escala mayor, y darse cuenta de que hay organizaciones que han desarrollado acciones concretas para hacer frente al problema, en respuesta a la demanda de los usuarios.

- Los participantes conocieron diferentes experiencias en relación a la gestión de la calidad de las aguas de riego y la resolución de conflictos por contaminación, lo cual les permite tener elementos de juicio para enfrentar situaciones similares.
- Los regantes lograron entender la importancia de contar con agua de buena calidad y la importancia de las BPA de Riego para prevenir la contaminación agrícola.

b) Recomendación

- Continuar con actividades de este tipo, incorporando a nuevos actores.

VI. SEMINARIO

El Seminario se realizó el día 25 de septiembre de 2008, en el Club La Unión de Curicó, y contó con la asistencia de 163 personas registradas, entre agricultores, profesionales del agro, representantes de organismos públicos, consultores y autoridades invitadas. Los temas tratados permitieron dar una visión general de los aspectos relacionados con la problemática de calidad del agua, tanto a nivel territorial como predial, la importancia de las BPA de Riego para el uso eficiente y sustentable del agua de riego, conocer el marco legal aplicable a la gestión e calidad de aguas, identificar las tecnologías de mitigación y sus principales características, además de la importancia de realizar un muestreo adecuado.

a) Conclusiones

- Fue una actividad exitosa que permitió difundir a escala nacional y regional aspectos relevantes relacionados con la calidad del agua de riego.
- Los contenidos tratados permitieron dar una visión general de los aspectos relacionados con la problemática de calidad del agua, tanto a nivel territorial como predial.

b) Recomendación

- Continuar con actividades de este tipo, incorporando nuevos contenidos.

VII. PERFILES DE PROYECTO

Como parte de la solución para enfrentar los problemas de contaminación de los canales, se elaboraron 13 perfiles de proyectos orientados a prevenir o mitigar la contaminación de las aguas de riego. Del total de perfiles, 8 son de tipo extra-predial y 5 de carácter intra-predial. En el caso de los 5 perfiles intra-prediales ellos consideran la implementación de sistemas de tratamiento UV para el control de coliformes fecales, mientras que en los extra-prediales se considera la implementación de rejas periféricas, rejas en el lecho y abovedamiento de tramos de canal para prevenir la contaminación por sólidos.

a) Conclusiones

- Existe dificultad en las OUA para invertir en proyectos de mitigación o prevención de la contaminación, tanto por falta de recursos como de información adecuada.
- El que no exista un reconocimiento formal por parte de la Autoridad Sanitaria para permitir el uso de aguas tratadas con tecnologías de mitigación, dificultó la implementación en proyectos de los perfiles elaborados.

b) Recomendaciones

- Las OUA deben validar en su interior, líneas de acción basadas en información concreta que permita justificar las inversiones en proyectos de mitigación o prevención de la contaminación.
- Se debe impulsar un diálogo con la Autoridad Sanitaria para lograr la autorización de predios regados con aguas de riego tratadas.

VIII. MANTENIMIENTO UNIDAD TECNOLÓGICA DEMOSTRATIVA (UTD)

El accionar que en este ámbito desarrolló CENMA se enmarca en dos hechos significativos y de gran trascendencia, el primero es que la CNR con la Escuela Agrícola Quimávida firmaron un convenio de traspaso en comodato de los equipos de descontaminación, en donde la segunda puede hacer uso, con una proyección de a lo menos 3 años, del agua descontaminada que produce la línea de UV; a la vez que se la consolida como un centro piloto de transferencia tecnológica y capacitación. El segundo aspecto relevante es que el uso del agua descontaminada sienta un precedente para actores públicos y privados, sobre la viabilidad técnica del uso de la tecnología de UV validada, a la hora de establecer un marco para su aprobación por la SEREMI de Salud o empresas de certificación en BPA.

En este contexto, CENMA realizó acciones e inversiones para continuar con la evaluación de las 3 tecnologías (UV, Ozono y Microfiltración). En el campo de las acciones, se continuó con el muestreo de las aguas a la salida de los equipos, disponiéndose de 25 muestras para el análisis de Coliformes fecales. Esta tarea se vio potenciada por un acuerdo con un tesista de la Universidad de Santiago de Chile, que en su desarrollo práctico contempló el análisis de 97 muestras, de las cuales 22 las realizó al sistema UV, 22 a Microfiltración y 16 a Ozono. Se desconoce el diseño de las pruebas, pero los resultados de los análisis ratifican que el UV cumple holgadamente con la necesidad de tratamiento de menos de 1.000 Coliformes fecales/100 ml. Las tecnologías de ozono y Microfiltración presentan resultados erráticos.

En la temporada de riego 2008-2009 se convino con el Sr. Santiago Novajas la realización de su tesis, basada en el estudio de las tecnologías, con el compromiso de compartir la información de los resultados del muestreo. En la tabla a continuación se entregan los resultados de 97 muestras.

Registro de Muestras de Coliformes Fecales (NMP/100 ml) de la UTD
Escuela Agrícola Quimávida Analizadas por LABSER y CENMA

Fecha	Parámetros de entrada	Salida filtro	Salida UV	Salida Microfiltro	Salida ozono	Laboratorio
29/10/2008	5.000	5.000	4	200		LABSER
05/11/2008	1.300	2.300	<2	40		
11/11/2008	800	300	2	50		
14/11/2008	3.000	700	<2	300		
21/11/2008	3.000	800	4	300		
27/11/2008	3.000	3.000	30	1.300		
05/12/2008	5.000		50	500	700	
09/12/2008	1.100	500	13	500	900	
17/12/2008	8.000	13.000	<2	110	300	
18/12/2008	2.200	8.000	8	230	3.000	
19/12/2008	5.000	2.300	<2	1.300	500	
22/12/2008	8.000	5.000	<2	300	300	
06/01/2009	5.000	1.700	<2	300	1.700	
09/01/2009	2.800	500	<2	170	130	
13/01/2009	1.300	1.300	<2	130	700	
15/01/2009	800	500	<2	500	230	
20/01/2009	1.300		50	130	23	
22/01/2009	1.700		13	800	2.300	
26/01/2009	2.300		700	300	130	
27/01/2009	5.000		17	2.200	13.000	
29/01/2009	13.000		300	500	3.000	
18/02/2009	5.000		13	23	300	
04/03/2008		19.000	23	5.400	3.500	CENMA
12/02/2008		4.900	<2	790	1.400	
24/06/2008	92.000	17.000	<2	35.000	13.000	

Este convenio permitió liberar recursos en muestreo destinados al seguimiento de las tecnologías, para ser usados en el fortalecimiento de los Programas de Gestión.

Para orientar las acciones e inversiones en la línea de tratamiento del Ozono se gestionó que el FIA financiara una consultoría especializada, en la cual el consultor fue el proveedor de la tecnología de ozono instalada en la UTD. En su visita a la UTD planteó varias modificaciones y prácticas operacionales, las cuales se implementaron en su mayoría. Se realizó una prueba de abatimiento de Coliformes fecales en el reactor de ozono, en la cual no se succionó agua desde el canal alimentador, sino que se recirculaba el agua dentro del sistema mientras se inyectaba ozono, tomándose muestras cada cierto tiempo.

Esta prueba reflejó que si bien hay generación de ozono, la remoción de Coliformes fecales requiere de dosis mayores de desinfección, esto es más gamos de ozono y/o más tiempo de contacto, o menores caudales. Esta situación se ve reflejada en la siguiente tabla.

Capacidad de Remoción de Coliformes
a partir de la Curva de Abatimiento de Ozono

Caudal (l/s)	Volumen Aparente (l)	Capacidad remoción (NMP/100 ml)	Concentración Inicial Máxima (NMP/100 ml)
0,08	1225	3920	4920
0,5	196	627	1627
1	98	314	1314
2	49	157	1157
3	33	106	1106
4	25	80	1080

Para superar las limitaciones del equipo de ozono se requiere nuevas inversiones (secador y/o generador de ozono de mayor tamaño), que representan mayores gastos de inversión y operación, haciéndola poco viable, si se compara con los costos asociados a la Tecnología de UV. Los resultados a la fecha muestran que para el riego, la tecnología de ozono no es competitiva frente a la de UV, no haciendo recomendable la aprobación por parte de la CNR de proyectos que incluyan esta tecnología.

a) Conclusiones

- El ozono se ha mostrado poco competitivo frente a la tecnología UV.
- La Tecnología UV evaluada por terceros, incluido otro laboratorio, sigue demostrando su eficacia en la remoción de coliformes fecales.

b) Recomendaciones

- En relación al Ozono se sugiere realizar una Gira Tecnológica para ver su eficiencia y eficacia en terreno.
- En relación a la tecnología UV, los datos disponibles y el uso de sus aguas tratadas deben impulsar un diálogo con la SEREMI de Salud y/o Empresas Certificadoras.
- Probar tecnologías que remuevan coliformes fecales a un costo equivalente al de Ultravioleta, o que a un costo mayor, permitan remover este contaminante junto con otros de interés para la agricultura, como es el caso de los plaguicidas.

IX. GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN RIEGO Y CUIDADO DEL AGUA A NIVEL PREDIAL

En este documento se abordan temas relacionados con el manejo de eficiencia de riego, calidad y sustentabilidad en el uso del recurso hídrico, además de anexos donde se incluyen recomendaciones para usos del agua diferentes al riego, tecnologías y sistemas de mitigación de la contaminación, así como normas de calidad de aguas de riego.

Se diseñó como una guía de campo, que utilizada como guía y lista de auto-chequeo, permita evaluar, verificar y mejorar el manejo de los recursos hídricos a nivel intra-predial. En ella se abordan temas relacionados con el manejo de eficiencia de riego, calidad y sustentabilidad en el uso del recurso, además de anexos donde se incluyen recomendaciones para usos del agua diferentes al riego, tecnologías y sistemas de mitigación de la contaminación, y normas de calidad de aguas de riego.

a) Conclusión

- La Guía se constituye en un documento que llena un vacío existente, por cuanto sistematiza la información relacionada con calidad de aguas y BPA en Riego que se encontraba dispersa en fuentes muy diversas.

b) Recomendación

- Difundir la guía entre extensionistas, certificadores y profesionales del Agro para que les sirva como elemento de consulta y capacitación.

X. CARACTERIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA EN UN PUNTO DE MUESTREO

Se tomaron 12 muestras de agua en un punto del canal Doñihue-Parral, en el sector de Lo de Cuevas, entre las 08:00 y 19:00 horas del 19 de octubre de 2009. A todas las muestras se les midió: Conductividad eléctrica, DQO y Coliformes fecales; a 8 muestras se les analizó también *Escherichia Coli*. Además, se prepararon 3 muestras compuestas de coliformes fecales.

El trabajo desarrollado tuvo los siguientes objetivos:

- Determinar la variación horaria de Coliformes Fecales.
- Verificar la media geométrica de 5 muestras para *E. Coli*, parámetro utilizado en los análisis de riesgo propuestos por la OMS.
- Evaluar si el contenido de Coliformes Fecales correlaciona con la DQO y Conductividad Eléctrica.
- Verificar el error asociado en la determinación de Coliformes Fecales al realizar una muestra compuesta.

a) Conclusiones:

- En el canal se puede apreciar 3 momentos de alta contaminación de Coliformes Fecales, el primero a las 09:00 horas, el segundo a las 12:00 horas y el último a las 16:00 horas.
- De las pruebas realizadas se pudo demostrar que el parámetro Coliformes Fecales esta compuesto principalmente por el grupo *E. Coli*. Esto permitiría, a partir del contenido de Coliformes Fecales, evaluar de manera indirecta el contenido de *E. Coli*, parámetro que es empleado en análisis de riesgo propuestos por la OMS..
- No se encontró correlación entre el valor de Coliformes fecales y el de DQO o Conductividad Eléctrica.

- En las muestras compuestas los valores medidos de Coliformes fecales son sustancialmente diferentes a las muestras individuales.
- b) Recomendación:**
- No es posible utilizar los indicadores de terreno Conductividad Eléctrica y DQO para estimar el contenido de coliformes fecales en el agua.

