



PROYECTOS DE INNOVACIÓN RUBRO HORTÍCOLA

PROYECTO PYT-2011-0108

**Habilitación de aguas de riego por tratamientos de radiación UV
para uso en hortalizas**

10 septiembre de 2014

OFICINA DE PARTES 3.º P. RECEPCIONADO	
Fecha	15 SEP 2014
Hora	11:41
Nº Ingreso	15939

INFORME DE AVANCE N°1

Proyecto : **HABILITACIÓN DE AGUAS DE RIEGO POR TRATAMIENTOS DE RADIACIÓN UV PARA USO EN HORTALIZAS (PYT-2011-0108)**

Evento : **PROYECTO DE INNOVACION RUBRO HORTICOLA**

Institución : **INIA**

Director del Proyecto: **JORGE GABRIEL SAAVEDRA DEL REAL**

Director Alterno : **CARLOS BLANCO MORENO**

Fecha : **12 de Julio de 2013**

Introducción

El proyecto "HABILITACIÓN DE AGUAS DE RIEGO POR TRATAMIENTOS DE RADIACIÓN UV PARA USO EN HORTALIZAS" bajo el código FIA PYT-2011-0108 fue aprobado en el mes de enero del año 2013, siendo con fecha 11 de febrero del 2013 el primer ingreso de dinero para la puesta en marcha del proyecto y comienzos de trabajos.

Por sus características de perecibilidad las hortalizas tienden a ser producidas cerca de los centros urbanos donde son consumidas. El problema práctico que se presenta es que estos centros urbanos son a su vez contaminadores de las aguas que se utilizan para el regadío, situación que se ha resuelto sanitariamente con la prohibición de cultivar ciertas hortalizas si estas no son regadas con aguas de pozo, creando un daño económico a los productores y encareciendo los productos al restringir los lugares de cultivo y alejarlo de los centros de consumo.

El proyecto busca tratar las aguas de riego superficiales por medio de radiación ultra violeta con el fin de reducir la carga microbiana a los niveles que fija la norma sanitaria, de forma de habilitar a nivel predial estas aguas para el riego de hortalizas que crecen a ras de tierra y se consumen crudas.

La técnica de ultra violeta está suficientemente probada en la reducción efectiva de microorganismos, pero aun no se ha establecido un sistema práctico de utilización que de seguridad a las autoridades de Salud para permitir su utilización en el área que a ellos les compete.

Este proyecto busca integrar la tecnología UV a un sistema de riego cerrado que otorgue plena seguridad a la autoridad sanitaria, entregando los elementos técnicos que definirían cada proyecto y los parámetros que se controlarían para validar su correcto uso por el agricultor y lograr el nivel sanitario que la norma establece.

El proyecto consiste en desarrollar un sistema de riego y tratamiento de aguas a nivel predial, aplicado a cultivos de hortalizas de hoja y raíz, que será regado por goteo. De esa forma se establece un sistema cerrado que va desde el pozo de succión hasta la salida del agua por el gotero, que incluye un equipo de filtrado y una lámpara de radiación UV que realizaría el tratamiento de agua. Para medir la efectividad de sistema de tratamiento se tomaran mensualmente muestras de agua al inicio y al final del tratamiento, realizándole a ambas muestras un análisis de laboratorio para determinar la presencia y concentración de coliformes fecales, a la vez, se recogerá una muestra periódica de los productos vegetales cosechados, realizando un análisis triple de coliformes fecales, *Escherichia.coli* y coliformes totales.

El objetivo, por tanto, es poder demostrar a la autoridad sanitaria que un sistema de riego que incluya un tratamiento de agua con UV, es efectivo en la reducción de la carga microbiana, que la autorización de proyectos de esta índole es factible hacerla bajo parámetros concretos que se pueden predefinir, y que el control posterior es fácil y expedito de realizar. El resultado es lograr que esta técnica pueda ser usada por todo tipo de agricultores, permitiéndoles entrar a los rubros de hortalizas que son intensivas en el uso de mano de obra y de mayor rentabilidad que los cultivos extensivos que hoy pueden ejecutar. Esta herramienta les permitirá usar sus predios durante todo el año con una gama de hortalizas que se adaptan a las distintas estaciones y generan ingresos constantes y superiores a los logrados en las prácticas que hoy en día les posibilitan los cultivos autorizados.

Objetivo general

Desarrollar un tratamiento sanitario previo de aguas de riego en base a radiación UV aplicado a nivel predial que asegure aguas aptas para riego de hortalizas que crecen a ras de tierra y se consumen principalmente crudas.

Objetivos específicos para el período

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Montar un sistema cerrado de riego presurizado que incluya un equipo de radiación UV para tratamiento de agua.
2	Adaptar cultivos hortícolas de hoja y raíz a las condiciones que exige el sistema de riego definido.

Resultado esperado e indicadores para el período

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicadores de RE			Fecha de Cumplimiento
			Indicador de cumplimiento	Línea base (valor actual)	Meta proyecto (valor deseado)	
1	1	Sistema de riego y tratamiento UV	Sistema de tratamiento operando	Sistema de riego actual por surcos	Sistema de riego presurizado con cintas de goteo	Mes 6
2	2	Cultivos de ensayos	Cultivos en desarrollo	Sin cultivos	Cultivos en secuencia de trasplante, primeros cercanos a cosecha	Mes 9

Metodología

Objetivo N° 1	Montar un sistema cerrado de riego presurizado que incluya un equipo de radiación UV para tratamiento de agua.
<p>El sistema se instalará en el predio La Platina de INIA en la Región Metropolitana, comuna de La Pintana. El sistema de riego se iniciará desde un tranque de acumulación de aguas de canal, donde algo de los sedimentos decantarán para mejorar la turbidez del agua, se construirá al lado del tranque un decantador para separar arenas y limos del agua de riego, la cual será transportada vía cañerías de PVC a una cisterna de donde se succionará el agua de riego que ingresa al sistema, esta cisterna acumula el agua que se saca del tranque y logra una decantación secundaria de los sedimentos, a la vez, de formar la cámara de donde la bomba absorberá el agua que entra al sistema de riego.</p> <p>Definida la superficie a regar y los cultivos a evaluar, se calculará la evapotranspiración y las constantes de los cultivos, con esto se determinarán el caudal instantáneo, el que permitirá definir las características de la bomba a utilizar. Por otra parte, el análisis de sedimentos del agua, traducida en su parámetro de transmitancia, indicará la necesidad del uso de filtros, para lograr una transmitancia superior al 50% luego del paso por estos filtros. El contenido inicial de microorganismos que presente el agua indicará la dosis de radiación UV que debe entregar el equipo, fijando con ello la potencia de la, o las lámparas, que se deben utilizar. Posterior a este el agua tratada es conducida en un sistema de cañerías y válvulas y entregada con goteros o cintas al pie de la plantas, mientras que otro sistema entregará agua sin tratar directamente a las parcelas testigos.</p> <p>El sistema de riego y tratamiento es un solo elemento presurizado, donde existe un único ingreso de agua cruda y un solo sistema de impulsión, que da la presión para pasar los filtros y el equipo ultravioleta, y mantener la presión que se requiere para que operen los goteros.</p>	

Objetivo N° 2	Adaptar cultivos hortícolas de hoja y raíz a las condiciones que exige el sistema de riego definido
<p>Se desarrollara una secuencia continua de producción de lechuga y zanahoria durante la duración del proyecto. Estas serán cultivadas en mesas de un ancho de 35 centímetros, dejando pasillos de 40 centímetros entre cada platabanda. Sobre cada mesa se tenderán una líneas de cintas de riego. Lateralmente se establecerán las plantas de lechuga, distanciándola 10 centímetros a ambos lados de la cinta, y 33 centímetros de separación sobre la línea entre ellas y las zanahorias en dos hileras. De esta forma se establece un tipo de cultivo donde sólo se puede regar por el sistema original de cintas, evitando que se pueda cambiar el sistema de riego en el cultivo establecido, al estar los surcos existentes a tal distancia y profundidad, que no permitiría un aporte adecuado de aguas si se quiere utilizar los pasillos como surcos de riego. Se utilizará fertirrigación para el suministro de nutrientes a las plantas.</p>	

Actividades asociadas con los resultados esperados del proyecto para el período

N° OE	N° RE	Actividades	Fecha de inicio	Fecha de término
1	1	Cotización final, compra de equipos y contratación de trabajos	01/01/2013	15/02/2013
1	2	Construcción de obras e integración de equipos	20/01/2013	30/03/2013
1	3	Preparación de terreno e instalación de elementos de riego	01/04/2013	15/04/2013
2	1	Trasplante de cultivo e inicio de riego. Seguimientos ensayos lechuga y zanahoria	30/04/2013	15/05/2014
2	2	Levantamiento de muestras de agua	15/03/2013	15/05/2014
2	3	Levantamiento de muestras de cultivo	30/07/2013	15/05/2014

Hitos críticos asociados al proyecto para el período

Nº RE	Hitos críticos	Fecha de Cumplimiento
1	Tener instalado y en operación el sistema de riego y tratamiento UV	Mes 4
2	Tener los cultivos y poder levantar las muestras para el análisis	Mes 8

Carta Gantt

Nº OE	Nº RE	Actividades	Mes ejecución Proyecto																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	Cotización final, compra de equipos y contratación de trabajos	x	x																
	2	Construcción de obras e integración de equipos		x	x	x														
	3	Preparación de terreno e instalación de elementos de riego					x	x												
2	1	Trasplante de cultivos e inicio de tratamientos de riego. Seguimientos ensayos lechuga y zanahoria.							x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	2	Levantamiento de muestras de agua			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	3	Levantamiento de muestras de agua y cultivo durante ensayos de lechuga y zanahoria							x	x	x	x	x	x	x	x	x			

Detalle de las actividades asociadas al proyecto.

1.1 Cotización final, compra de equipos y contratación de trabajos

Sistema de riego: la puesta en marcha del proyecto durante los primeros tres meses (enero a marzo del 2013) estuvo orientada a la instalación del sistema de riego y obras hidráulicas que involucra la investigación.

Se realizaron cotizaciones de tres empresas con sus respectivas propuestas para el diseño e instalación del sistema de riego de acuerdo a la exigencia técnica que requiere la tecnología de tratamiento de agua por medio de radiación UV. Se adjudicó la Empresa OASIS Riego para ejecutar la obra.

1.2 Construcción de obras e integración de equipos

La empresa OASIS Riego llevó a cabo la instalación del sistema de riego durante los meses programados considerando sus respectivas matrices y sectores donde se aplican los tratamientos a las lechugas y zanahorias con agua desinfectada por medio de radiación UV y agua sin tratamiento UV. Además instaló la caseta de control de bombas y el equipo de fertirrigación.

1.3 Preparación de terreno e instalación de elementos de riego

Considerando los criterios básicos que requiere la tecnología de aguas por medio de desinfección UV, es relevante mencionar que la utilización de aguas superficiales provenientes de canal en la Región Metropolitana tienen una elevada cantidad de sedimentos y turbidez, estos son puntos críticos en la eficiencia de la tecnología de tratamientos de aguas mediante radiación UV. Para tal efecto, se debe considerar un sistema de decantador o desarenador de acuerdo a los L/seg que requiere el sistema de riego, además de un tranque acumulador de donde se extrae el agua que será expulsada por las bombas de riego previo paso por filtros de arena y anilla. Esta agua es dirigida por las matrices que involucra los tratamientos con filtro UV y sin filtro UV hacia cultivos de lechuga y zanahoria que fueron establecidos a partir de mayo del presente año y se pretende continuar hasta término del proyecto bajo un diseño experimental de Bloques al Azar considerando 3 repeticiones.

Diseño y construcción del desarenador: para la construcción del desarenador fue necesario realizar un levantamiento topográfico del sector donde iba a ser construido. Se solicitó un caudal de 8 l/seg de acuerdo al rendimiento de las bombas que fueron instalados en la caseta de control. Finalmente, se estimó en su construcción un caudal máximo de 12 l/seg.

Fue necesario la evaluación de la turbidez que trae el agua de canal de La Platina de manera de estimar la velocidad de sedimentación necesario para llegar a una claridad de agua que mejorara la transmitancia de la lámpara UV (la transmitancia es la capacidad de la luz UV de pasar por la lamina de agua y generar un control sobre los microorganismos bacteriológicos de

las aguas). Se realizaron otros cálculos como velocidad crítica y velocidad de traslación para determinar el rendimiento del desarenador de sección transversal rectangular y profundidad constante.

Los resultados determinaron que las dimensiones del desarenador necesarias para los cubrir los requerimientos de riego fueron los siguientes: largo 80 metros desde la entrada y ancho en 2,5 m a la entrada y al final (para facilitar limpieza) otorgando un espejo de 200 m². Este espejo permite decantar parte del limo en suspensión. El tiempo de retención se acerca a las 16,5 horas, cifra aceptable para los objetivos.

Diseño y construcción de tranque acumulador: se calculó la necesidad de acumular 400 m³ de agua de acuerdo a la demanda de evapotranspiración de los cultivos en evaluación y asumiendo una reserva en caso crítico de escasez de agua.

Impermeabilización de tranque acumulador: para mantener disponible el agua de canal en el acumulador fue necesario impermeabilizar el tranque debido a que está ubicado en un suelo de origen aluvial con alta presencia de pedregosidad que favorece la percolación del agua. Su textura es franco-arenosa y con un perfil de suelo que varía entre los 80 - 1,0 m de profundidad.

Excavación de zanjas: para la instalación del riego se realizó la construcción de zanjas para enterrar la tubería de pvc que conforman las matrices principales y secundarias de riego.

Diseño de riego: fue aprobado de acuerdo a exigencias técnicas de funcionamiento de riego, equipo UV, demanda hídrica del cultivo y diseño experimental asociado a la investigación.

Caseta de control de bombas: la caseta de control de bombas fue instalada en una bodega tipo contenedor de 5X3 m. En su interior contempla las bombas de succión, sistemas de filtros, bombas inyectoras y soplante además del equipo de desinfección de aguas por medio de radiación UV.

Empalme corriente trifásica: para la automatización del centro de control de bombas se requiere de corriente considerando los HP requeridos para un perfecto funcionamiento de las bombas y filtros.

Interconexión entre decantador y tranque acumulador: obra de menor envergadura pero necesaria para el abastecimiento y relleno de aguas del canal bajo un sistema controlado de descargas.

2.1 Trasplante de cultivos e inicio de tratamientos de riego. Seguimientos ensayos lechuga y zanahoria

Durante el mes de mayo se establecieron los cultivos de lechuga y zanahoria para ser evaluados posteriormente a la cosecha con los tratamientos aplicados que consideran riego con agua tratada con desinfección UV y riego con agua sin tratamiento UV. Para cumplir con el establecimiento de las distintas especies fue necesario en el caso de lechugas realizar almácigos durante el mes de abril y para zanahorias se realizó como siembra directa.

Las especies fueron establecidas bajo en diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Cada repetición en caso de la lechuga comprende una población promedio de 2.000 plantas. En caso de la zanahoria cada repetición tiene en promedio 19.000 zanahorias. La superficie de cada repetición comprende 350 metros cuadrados aprox. El total del ensayo en relación a la superficie evaluada para las dos especies es cercano a 5.000 metros cuadrados para cada ciclo productivo.

La dimensión del ensayo y el número de plantas consideradas le otorga a la investigación una respuesta esperada muy parecida a la realidad productiva comercial, y desde el punto de vista estadístico le otorga una robustez importante al ensayo, por tanto, los resultados obtenidos no son alterados por variaciones pequeñas que alteran el resultado de los ensayos y los coeficientes de error.

Actualmente se están aplicando los riegos de acuerdo a la demanda hídrica que requieren cada especie y tratamientos.

2.2 Levantamiento de muestras de aguas.

Durante los meses de mayo y junio se han tomado muestras de aguas que han sido analizadas por el Instituto de Salud Pública (ISP).

Las muestras analizadas se toman en forma mensual donde se mide la cantidad de coliformes totales que tienen estas aguas en las distintas etapas. Se han considerados los siguientes puntos de muestreos previas conversaciones con el ISP:

- 1.- Toma de muestra en el decantador.
- 2.- Toma de muestra en el acumulador.
- 3.- Toma de muestra después de filtrado físico (filtros de arena y anilla).
- 4.- Toma de muestra después de desinfección UV.

Además se está tomando análisis de turbiedad de agua en:

1.- Decantador

2.- Posterior al filtrado físico (filtros de arena y anilla).

El método realizado para Coliformes Fecales es Numero Más Probable de acuerdo a Standard Methods and Waste Water 2010, límite de detección 1.8 NMP/100 mL.

De acuerdo a los requisitos bacteriológicos establecidos por la Norma Chilena 1333 del Instituto Nacional de Normalización (INN), relativa a los requisitos de calidad de agua para diferentes usos, se establece que el contenido de coliformes fecales en aguas de riego destinadas al cultivo de verduras y frutas que se desarrollan a ras de suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo, debe ser menor o igual a 1.000 coliformes fecales por 100 ml de agua de manera de cumplir con la normativa específica vigente establecida en el Código Sanitario y Decreto N°1775 de 1995, independiente de la fuente de agua de que se trate y el mercado de destino de dichos vegetales y frutos.

El Decreto Ley N°1775, que establece normas para la aplicación del artículo 75 del Código Sanitario, y que es el que aplica actualmente, permite el cultivo de hortalizas a ras de suelo previa supervisión de una autoridad de la Servicio Nacional de Salud. Fija como límite máximo permisible un contenido de 1000 coliformes fecales por 100 mililitros de agua. Es la media geométrica de los valores de las determinaciones del contenido de coliformes fecales por 100 mililitros, de al menos 5 muestras del curso o masa de agua en cuestión. De superar los niveles se considera como no apto. Las muestras deberán tomarse dentro de un lapso no mayor a dos meses, durante la temporada de riego de los cultivos. En este mismo decreto se deja constancia de los vegetales y frutos que presentan un riesgo epidemiológico significativo dada su forma de cultivo y consumo, entre los que se encuentran todas las especies de lechugas, achicorias, cilantro, perejil, rábanos y rabanitos, fresas y fresones, frutillas, apio, repollo y espinacas.

2.3 Levantamiento de muestras de agua y cultivo durante ensayos de lechuga y zanahoria.

Para el levantamiento de muestras en el cultivo se debe esperar el ciclo de cultivo de ambas especies que para el caso de lechuga es 90 días post-transplante y zanahoria 140 días post-siembra.

Con respecto al análisis de aguas realizados a la fecha en las distintas etapas del proceso se puede observar en el cuadro 1 que en ambas fechas el número de coliformes fecales evaluados en las aguas que provienen de acequias y que llenan el desarenador tienen un número más probable (NMP) por 100 mL que sobrepasan los límites permitidos de acuerdo a la legislación vigente.

Para la muestra tomada en el mes de mayo (15 de mayo del 2013) los valores detectados fueron de 5.400 NMP de coliformes fecales y para el mes de junio (17 de junio 2013) estas se elevaron a 16.000 sobrepasando significativamente los límites permitidos.

Para el mes de mayo, el otro punto analizado fue el acumulador de agua posterior al paso del desarenador, para el mes de mayo los valores detectados fueron de 49 NMP/100 mL y a la salida del filtro UV el agua muestreada no arrojó valores de coliformes fecales siendo el valor detectado el valor mínimo de análisis < 1.8 NMP de coliformes fecales.

Cuadro 1. Número más probable de coliformes totales detectados en diferentes puntos de muestreos en sistema de riego ubicado en CRI La Platina. 2013

Ubicación/Fecha	15 mayo 2013 Coliformes fecales NMP/100 mL	17 junio 2013 Coliformes fecales NMP/100 mL
Decantador	$5,4 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$
Acumulador	49	<1,8
Salida Filtro UV	<1,8	<1,8
Salida Filtros Arena-Anilla	-----	<1,8

Con respecto al mes de junio los análisis realizados a los puntos muestreados que corresponden al acumulador, salida de filtro UV y salida del filtro de arena-anilla no detectaron contaminación por coliformes fecales, siendo el valor de detección el mínimo con < 1.8 NMP de coliformes fecales.

La baja presencia de coliformes fecales en algunas etapas del proceso e incluso a la no detección en el mes de junio en los puntos de acumulador y salida de filtros arena-anilla siendo ambas etapas con presencia de agua sin haber pasado por el filtro UV, se puede explicar a una disminución considerable y significativa por medio de un sistema pasivo de decantación y filtración.

La decantación en una primera etapa como es el desarenador puede acarrear una baja en la presencia de bacterias ayudado del tiempo de reposo que permanece este. Al mismo tiempo la carga de materia orgánica también tiende a decantar logrando obtener una agua contaminada de buena turbidez que ayuda a la transmitancia y eficiencia de desinfección de la luz ultravioleta.

Posteriormente, el agua es trasladada al acumulador donde actúa como un gran decantador mejorando aún más la turbidez y debido al volumen el agua tiende a bajar su temperatura lo que malogra la proliferación de bacterias. Al mismo tiempo el agua en reposo es sometida a la luz y temperatura ambiente que favorece el control y la reducción de carga de bacterias en esa etapa.

El siguiente paso es conducir el agua del acumulador al sistema de bombeo donde pasa por los filtros de arena y anilla. Acá se asegura la limpieza de partículas que hayan quedado en suspensión en los pasos previos.

Todas estas etapas y tiempo de reposo para esta época favorece la disminución de coliformes fecales en las aguas. Se estima y espera que a medida que aumenta la temperatura y entrada del período estival la contaminación de coliformes fecales aumente significativamente en las aguas y se exprese en las distintas etapas del proceso.

Conclusiones etapa parcial de desarrollo

Hasta la fecha se han cumplido los objetivos y la programación de las actividades. Los hitos críticos han sido cumplidos para el objetivo 1 y parcialmente al objetivo 2, sin embargo, las especies de lechuga y zanahorias se encuentran establecidas y esperando la cosecha para continuar con la plantación secuencial. La carta Gantt avanza de acuerdo a lo planificado.

A partir de agosto se espera comenzar con la evaluación de la desinfección de aguas en el agricultor de Calera de Tango replicando la experiencia en CRI La Platina.

Con respecto al sistema de riego está funcionando correctamente y se está aplicando los tratamientos de acuerdo a lo planificado.

Los resultados de las aguas indican un resultado altamente eficiente sobre el control de la contaminación microbiológica por medio de los sistemas de decantación y filtrado de las aguas superficiales.

Adjunto links de información relacionada con el proyecto.

<http://www.inia.cl/platina/reunion-de-coordinador-alterno-de-proyecto-fia-de-la-platina-con-personeros-seremia-de-salud-rm-isp-y-fia-en-inia-la-platina/>

<http://www.inia.cl/platina/visita-integrantes-comite-directivo-externo-de-inia-la-platina-a-proyecto-habilitacion-de-aguas-de-canal-por-medio-de-filtros-uv-en-recinto-de-la-platina/>

INFORME DE AVANCE N°2

Proyecto : HABILITACIÓN DE AGUAS DE RIEGO POR TRATAMIENTOS DE
RADIACIÓN UV PARA USO EN HORTALIZAS (PYT-2011-0108)

Evento : PROYECTO DE INNOVACION RUBRO HORTICOLA

Institución : INIA

Director del Proyecto: JORGE GABRIEL SAAVEDRA DEL REAL

Director Alterno :CARLOS BLANCO MORENO

Fecha :15 de Enero de 2014

Objetivos del proyecto

Objetivo general

Desarrollar un tratamiento sanitario previo de aguas de riego en base a radiación UV aplicado a nivel predial que asegure aguas aptas para riego de hortalizas que crecen a ras de tierra y se consumen principalmente crudas

Objetivos específicos

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Montar un sistema cerrado de riego presurizado que incluya un equipo de radiación UV para tratamiento de agua.
2	Adaptar cultivos hortícolas de hoja y raíz a las condiciones que exige el sistema de riego definido.
3	Evaluar biológicamente el agua antes de ser tratada y después de su tratamiento, y las hortalizas cosechadas.
4	Desarrollar una metodología de autorización y fiscalización que sea expedita y de fácil control por parte del organismos regulador.
5	Evaluar técnica y económicamente la viabilidad de implementar el sistema de tratamiento de aguas superficiales a nivel predial
6	Realizar charlas y publicaciones con los resultados y antecedentes recogidos en la operación del sistema

Resultado esperado e indicadores

N° OE	N° RE	Resultado Esperado (RE)	Indicadores de RE			Fecha de Cumplimiento
			Indicador de cumplimiento	Línea base (valor actual)	Meta proyecto (valor deseado)	
1	1	Sistema de riego y tratamiento UV	Sistema de tratamiento operando	Sistema de riego actual por surcos	Sistema de riego presurizado con cintas de goteo	Mes 6
2	2	Cultivos de ensayos	Cultivos en desarrollo	Sin cultivos	Cultivos en secuencia de trasplante, primeros cercanos a cosecha	Mes 9
3	3	Toma de muestras	Primeros análisis de aguas y hortalizas realizado	Sobre 100.000 coliformes por 100 ml de agua en agua de riego y sin muestra de hortalizas	Menor a 1.000 coliformes por 100 ml de agua y 3 de 5 muestras sin presencia de <i>E.coli.</i> , muestras realizadas a agua y hortalizas	Mes 14
4	4	Manual de diseño y control	Redacción del texto.	Sin datos de referencia	Antecedentes suficientes para definir procedimiento, parámetros de operación, dimensión de equipo y procedimientos y datos de control	Mes 16
5	5	Evaluación técnica y económica	Propuesta técnica y económica	Sin datos de referencia	Antecedentes técnicos y económicos suficientes para determinar la puesta en marcha del sistema de tratamientos de aguas por parte del productor	Mes 16
6	6	Difusión	Día de campo, charlas y publicaciones	Beneficiarios sin antecedentes del tema	Tener realizada 2 charlas a técnicos y usuarios, y un texto para ser publicado.	Mes 12 y 18

Metodología

Objetivo N° 1	Montar un sistema cerrado de riego presurizado que incluya un equipo de radiación UV para tratamiento de agua.
<p>El sistema se instalará en el predio La Platina de INIA en la Región Metropolitana, comuna de La Pintana. El sistema de riego se iniciará desde un tranque de acumulación de aguas de canal, donde algo de los sedimentos decantarán para mejorar la turbidez del agua, se construirá al lado del tranque un decantador para separar arenas y limos del agua de riego, la cual será transportada vía cañerías de PVC a una cisterna de donde se succionará el agua de riego que ingresa al sistema, esta cisterna acumula el agua que se saca del tranque y logra una decantación secundaria de los sedimentos, a la vez, de formar la cámara de donde la bomba absorberá el agua que entra al sistema de riego.</p> <p>Definida la superficie a regar y los cultivos a evaluar, se calculará la evapotranspiración y las constantes de los cultivos, con esto se determinarán el caudal instantáneo, el que permitirá definir las características de la bomba a utilizar. Por otra parte, el análisis de sedimentos del agua, traducida en su parámetro de transmitancia, indicará la necesidad del uso de filtros, para lograr una transmitancia superior al 50% luego del paso por estos filtros. El contenido inicial de microorganismos que presente el agua indicará la dosis de radiación UV que debe entregar el equipo, fijando con ello la potencia de la, o las lámparas, que se deben utilizar. Posterior a este el agua tratada es conducida en un sistema de cañerías y válvulas y entregada con goteros o cintas al pie de la plantas, mientras que otro sistema entregará agua sin tratar directamente a</p>	

Objetivo N° 2	Adaptar cultivos hortícolas de hoja y raíz a las condiciones que exige el sistema de riego definido
<p>Se desarrollara una secuencia continua de producción de lechuga y zanahoria durante la duración del proyecto. Estas serán cultivadas en mesas de un ancho de 35 centímetros, dejando pasillos de 40 centímetros entre cada platabanda. Sobre cada mesa se tenderán una líneas de cintas de riego. Lateralmente se establecerán las plantas de lechuga, distanciándola 10 centímetros a ambos lados de la cinta, y 33 centímetros de separación sobre la línea entre ellas y las zanahorias en dos hileras. De esta forma se establece un tipo de cultivo donde sólo se puede regar por el sistema original de cintas, evitando que se pueda cambiar el sistema de riego en el cultivo establecido, al estar los surcos existentes a tal distancia y profundidad, que no permitiría un aporte adecuado de aguas si se quiere utilizar los pasillos como surcos de riego. Se utilizará fertirrigación para el suministro de nutrientes a las plantas.</p>	

Objetivo N° 3	Evaluar biológicamente el agua antes de ser tratada y después de su tratamiento, y las hortalizas cosechadas
<p>Mensualmente se tomarán las muestras de las aguas que ingresan al sistema de riego con y sin tratamiento. Se recogerán en envases estériles y se llevarán a análisis antes de 12 horas de su colecta, indicando en el análisis el contenido de coliformes fecales.</p> <p>Conjuntamente se tomarán muestras de tres plantas de cada cultivo y tratamiento, las que se someterán a análisis en los mismos plazos sobre su contenido de <i>E. coli</i>, coliformes fecales y coliformes totales.</p>	

Objetivo N° 4	Desarrollar una metodología de autorización y fiscalización que sea expedita y de fácil control por parte del organismos regulador.
<p>Con la información producida en la operación del sistema, desde su diseño inicial, las correcciones incorporadas y los datos y experiencias recogidas en su operación diaria, se procederá a realizar un manual que sirva de base para la autorización y control de un sistema de riego con tratamiento de ultravioleta a las aguas liberadas, el que pueda ser utilizado por el organismo del Ministerio de Salud quien además deberá cumplir función de contraparte durante la marcha del proyecto supervisando e interactuando con el equipo técnico de manera de autorizar y controlar esta utilización, siendo un marco de referencia de los que se debe requerir a los futuros solicitantes de este tipo de tratamiento de aguas, a la vez, que entregará las prácticas y parámetros que deben controlar en terreno para verificar la correcta utilización de esta técnica, y los análisis que deben solicitar para complementar la información con la eficiencia del sistema de tratamiento.</p>	

Objetivo N° 5	Evaluar técnica y económicamente la viabilidad de implementar el sistema de tratamiento de aguas superficiales a nivel predial
<p>Desde la puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas se iniciará los estudios de la factibilidad técnica y económica de implementar el sistema de tratamientos de aguas a nivel predial para cualquier tipo de agricultor hortícola. Durante la ejecución del proyecto se considerarán todas las mejoras realizadas al sistema desde insumos necesarios en la implementación, levantamiento de proyecto, sistema de operación, variables técnicas y de muestreo necesarias para cumplir con el tratamiento de aguas, etc. Finalmente se entregará a los agricultores los antecedentes necesarios y básicos que se requieren para la puesta en marcha de sistema.</p>	

Objetivo N° 6	Realizar charlas y publicaciones con los resultados y antecedentes recogidos en la operación del sistema
<p>Los antecedentes y experiencias recogidas en este proyecto se traspasaran a técnicos que asesoran agricultores, ya sea que tengan el carácter de funcionarios de Indap, o de consultores que trabajen con la Institución. Del mismo modo se programaran para agricultores charlas y visitas a terreno para mostrar las instalaciones y responder las dudas, o preguntas que presenten respecto al tema.</p> <p>Se preparará materia para poder ser publicado en al menos una revista de difusión técnica, que incluya un relato, gráficos y fotografías. El mismo material será subido a la web para que se difunda por ese medio.</p>	

Actividades asociadas con los resultados esperados del proyecto

N° OE	N° RE	Actividades	Fecha de inicio	Fecha de término
1	1	Cotización final, compra de equipos y contratación de trabajos	01/01/2013	15/02/2013
1	2	Construcción de obras e integración de equipos	20/01/2013	30/03/2013
1	3	Preparación de terreno e instalación de elementos de riego	01/04/2013	15/04/2013
2	1	Trasplante de cultivo e inicio de riego. Seguimientos ensayos lechuga y zanahoria	30/04/2013	15/05/2014
2	2	Levantamiento de muestras de agua	15/03/2013	15/05/2014
2	3	Levantamiento de muestras de cultivo	30/07/2013	15/05/2014
3	1	Revisión y recopilación de antecedentes	30/07/2013	30/03/2014
3	2	Integración de datos generados en el proyecto	01/03/2014	30/03/2014
4	1	Recopilación de datos recogidos y antecedentes bibliográficos	01/01/2014	30/03/2014
4	2	Redacción del manual de Diseño y Control	01/02/2014	30/05/2014
5	1	Entrega de evaluación técnica y económica de la implementación del sistema de tratamiento de aguas a los agricultores	01/04/2013	01/05/2014
6	1	Realizar charlas a técnicos y agricultores.	01/10/2013	30/05/2014
6	2	Desarrollar material escrito para publicación en revista y web	01/05/2014	30/06/2014

Hitos críticos asociados al proyecto

Nº RE	Hitos críticos	Fecha de Cumplimiento
1	Tener instalado y en operación el sistema de riego y tratamiento UV	Mes 4
2	Tener los cultivos y poder levantar las muestras para el análisis	Mes 8
3	Estar en práctica con el sistema de muestreo y análisis de laboratorio	Mes 9
4	Borrador de manual redactado con análisis técnico y económico	Mes 14
5	Día de campo, charlas y publicación aceptada por una revista.	Mes 12 y 18

Carta Gantt

N° OE	N° RE	Actividades	Mes ejecución Proyecto																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	Cotización final, compra de equipos y contratación de trabajos	x	x																
	2	Construcción de obras e integración de equipos		x	x	x														
	3	Preparación de terreno e instalación de elementos de riego					x	x												
2	1	Trasplante de cultivos e inicio de tratamientos de riego. Seguimientos ensayos lechuga y zanahoria.							x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	2	Levantamiento de muestras de agua			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	3	Levantamiento de muestras de agua y cultivo durante ensayos de lechuga y zanahoria							x	x	x	x	x	x	x	x	x			
3	1	Revisión y recopilación de antecedentes							x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	2	Integración de datos generados en el proyecto																x		
4	1	Recopilación de datos recogidos y antecedentes bibliográficos														x	x	x		
	2	Redacción del manual de Diseño y Control															x	x	x	
5	1	Entrega de evaluación técnica y económica de la implementación del sistema de tratamiento de aguas a los agricultores				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
6	1	Realizar charlas a técnicos y agricultores.																	x	
	2	Desarrollar material escrito para publicación en revista y web																	x	

Estado de avance actual del proyecto

Para este segundo informe técnico se detalla las labores realizadas entre los meses de agosto a enero del presente año.

Con respecto a los grados de avance para este período las labores realizadas se relacionan con el objetivo específico 2, 3, 5 y 6 cuyas actividades se detallan a continuación:

OE 2. Actividad 1. Trasplante de cultivos e inicio de tratamientos de riego. Seguimientos ensayos lechuga y zanahoria

Durante los meses de agosto a diciembre se continuó con el seguimiento de los ensayos en los cultivos de lechuga y zanahoria analizando la calidad microbiológica de las aguas de riego y producto cosechado.

Lechugas

Durante el mes de octubre del 2013 y enero del 2014 se procedió al trasplante de plantines de lechuga de variedad Gallega de Primavera tipo milanese lo que significo el segundo y tercer ciclo de cultivo de la especie en las dependencias de INIA La Platina. El tiempo de cultivo para esta variedad y época es de aproximadamente 70-80 días para esta época, lo que significo la cosecha durante el mes de diciembre para el segundo ciclo de producción y se espera que para fines de febrero se realice la cosecha del tercer ciclo de producción.

Paralelamente, se está realizando la primera etapa de producción de lechuga, enero del 2014, con el agricultor asociado al proyecto ubicado en Calera de Tango. Se está evaluando lechuga del mismo tipo y se espera la cosecha durante el mes de febrero del presente año.

Zanahoria

En caso de la zanahoria durante el mes de octubre del 2013 se estableció el segundo ciclo de cultivo en dependencias del INIA CRI La Platina. La variedad utilizada es una zanahoria corriente tipo chantenay. El ciclo de cultivo de esta variedad puede llegar a los 120 a 140 días lo que proyecta una cosecha durante el mes de febrero del 2014. Durante el presente mes se proyecta la siembra del tercer ciclo de producción en IINIA CRI La Platina y además se incorporara la primera siembra en el agricultor asociado al proyecto ubicado en Calera de Tango.

OE 2. Actividad 2. Levantamiento de muestras de aguas.

Durante este período se continuó con el muestreo de aguas en las distintas etapas del proceso. Las muestras analizadas miden la cantidad de coliformes fecales que tienen estas aguas en las distintas etapas del proceso las cuales han sido analizadas por Instituto de Salud Pública (ISP).

Se continúa con los siguientes puntos de muestreos:

- 1.- Toma de muestra en el decantador.
- 2.- Toma de muestra en el acumulador.
- 3.- Toma de muestra después de filtrado físico (filtros de arena y anilla).
- 4.- Toma de muestra después de desinfección UV.

Además se está tomando análisis de turbiedad de agua en:

- 1.- Decantador
- 2.- Después de filtrado físico (filtros de arena y anilla).

OE 2. Actividad 3. Levantamiento de muestras de agua y cultivo durante ensayos de lechuga y zanahoria.

Análisis de aguas superficiales en distintas etapas

Los resultados a la fecha obtenidos de las muestras de aguas en las distintas etapas de proceso de desinfección de aguas superficiales por medio de radiación UV aplicadas a los cultivos de lechuga y zanahoria se presentan en el cuadro 2.

En relación al muestreo realizado para la detección de coliformes fecales en muestras de aguas, es necesario recordar que la Norma 1333. Of 78/97 de Calidad de Aguas y el Decreto Ley 1775 mencionan que los límites de coliformes fecales no deben sobrepasar las 1000 UFC/100 ml. De agua. Valores superiores indican que estas aguas no pueden ser utilizadas para riego de hortalizas que crecen a ras de suelo y se consumen crudas y se debe aplicar un sistema de tratamiento, depuración y desinfección el cual debe ser recomendado por la autoridad sanitaria. De lo contrario valores inferiores permitirían la utilización de las aguas previa autorización del Servicio Nacional de Salud.

Cuadro 2. Resultados de análisis microbiológico a muestras de aguas superficiales en distintas etapas del proceso de desinfección con radiación UV aplicados al cultivo de lechuga y zanahoria. INIA La Platina 2013.

Fechas	Identificación muestra	Decantador	Acumulador	Salida Filtro Arena- Anilla	Salida Filtro UV
15-May-13	Col. fecales	5,4 E ⁺³	49	----	<1,8
17-Jun-13	Col. fecales	1,6 E ⁺⁴	<1,8	<1,8	<1,8
17-Jul-13	Col. fecales	1,6 E ⁺⁴	<1,8	< 1,8	<1,8
20-Ago-13	Col. fecales	2	<1,8	<1,8	<1,8
26-Sep-13	Col. fecales	63	<1,8	<1,8	<1,8
22-Oct-13	Col. fecales	1,3 E⁺³	45	45	<1,8
20-Nov-13	Col. fecales	540	<1,8	<1,8	<1,8
18-Dic-13	Col. fecales	24	7,8	<1,8	<1,8

(*) = Coliformes fecales, NMP/100 mL. Límite Detección: 1,8NMP/100mL

Método cuantitativo de enumeración por serie de tubos múltiple NMP Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21 st Edition 2005

Durante los tres primeros meses la tendencia de contaminación microbiológica expresada en número más probable (NMP) de coliformes fecales/100 ml en las aguas de riego demuestra una notoria tendencia al incremento, obteniendo para las distintas fechas niveles sobre la norma. Este muestreo corresponde a la etapa primaria denominada etapa de decantador en donde la muestra se toma al ingreso del decantador y corresponden a aguas de canal que son conducidas por una acequia (la discusión de probable disminución fue detallada en informe anterior). Posteriormente, en las siguientes etapas de muestreos tales como acumulador, salida filtro de arena-anilla y salida de filtro UV los valores disminuyeron significativamente alcanzando valores permitidos por la norma.

Con respecto, al análisis de los meses comprendidos entre agosto a diciembre del 2013 que corresponden a la discusión del presente informe, se puede visualizar en el cuadro 2 que en la etapa del decantador, la presencia de coliformes fecales en las muestras de agua ha tenido un comportamiento variable (la muestra es obtenida a inicios del decantador donde hay flujo continuo y representa la condición del canal).

Es importante recalcar que los niveles de contaminación es notoriamente mayor en la etapa de decantación en donde ingresa el agua proveniente del curso superficial o canal al compararlas con las siguientes etapas. Estos valores que pueden ser bastante variables y que incluso pueden llegar en algunos meses a estar en los valores aceptados por la legislación (<1000 NMP coliformes fecales/100 ml de agua) pueden estar afectados por distintos factores que inciden en los resultados obtenidos tales como:

- Coloides en suspensión (arena, arcilla y limos)
- Materia orgánica
- Temperatura
- Radiación
- Predadores
- Caudal de canal (dilución)
- Obras de artes en los canales (muros, canalización en algunas etapas)
- Labores de faenas (limpieza)
- Barridos de las aguas lluvias (aceites, hidrocarburos, metales pesados, etc.)

Durante el mes de agosto a diciembre con la excepción del mes de octubre los valores medidos de coliformes fecales fueron en todas las mediciones menores al máximo permitido por la legislación. Esto puede haber sido fuertemente influenciado por el aumento de los caudales en los cursos superficiales de aguas debido al incremento por deshielos en la cordillera.

Hay que considerar que el curso superficial que abastece de agua de riego al predio del INIA La Platina corresponde a un ramal del Canal San Carlos Viejo que nace en el sector de Las Vizcachas en la comuna de Puente Alto y este último nace de la bocatoma del Río Maipo ubicado en el sector de La Obra, por tanto, la calidad de estas aguas en términos microbiológicos es bastante mejor que otros cursos superficiales del sector poniente de la Región Metropolitana.

El hecho de acceder a aguas más cercanas al sector precordillerano permite en muchas oportunidades alcanzar valores superiores de caudales en los canales lo que favorece la dilución de microorganismos contaminantes reflejándose en un comportamiento variable durante los meses de muestreos.

Asociado a lo anterior, el aumento de la temperatura provoca un cambio significativo en la supervivencia de las bacterias en los coliformes fecales y aun más el aumento de la radiación solar favorece la eliminación y la baja supervivencia de estas en las aguas. De importancia es considerar que el muestreo de las aguas se realiza de la parte superficial la cual muchas veces de acuerdo a la condición climática está sometida a los factores anteriormente mencionados.

La excepción del mes de octubre (22 de octubre del 2013) que refleja un incremento puntual en comparación al mes anterior y meses siguientes, es difícil de explicar, sin embargo, puede estar asociada a una contaminación puntual como verter percolados o desechos fecales muy cercanos a la fecha de muestreo aguas más arriba del curso superficial. Para esta misma fecha de muestreo en las etapas siguientes como son el acumulador y salida de filtro arena-anilla se obtiene 45 NMP de coliformes fecales/100 ml. Para la etapa final del proceso y posterior a la utilización de filtro de desinfección UV los valores son mínimos detectando la ausencia de

coliformes fecales en las aguas lo que se indica con valores $< 1,8$ NMP de coliformes fecales según análisis del Instituto de Salud Pública (ISP).

Con respecto al análisis de las otras etapas de muestreos, los resultados obtenidos de NMP de coliformes fecales en el acumulador, salida de filtro arena-anilla y salida filtro UV en general demuestran una tendencia a la baja en la concentración de contaminación microbiológica para los meses de agosto a diciembre en comparación a la muestra obtenida en la etapa de decantador. Se debe considerar y de gran relevancia en los resultados es la disminución de coloides principalmente arena que disminuye en las etapas del acumulador y posterior salida de sistema de filtrado arena y anilla lo cual permite obtener una calidad de agua que permite la mejor eficiencia del filtro UV y que finalmente se reflejan en la mayoría de las mediciones la ausencia de coliformes fecales con valores $< 1,8$ NMP/100 ml.

Análisis de la turbidez de las aguas en etapas de decantación

Otro punto de importancia considerar y que tiene mucha relación con la presencia y permanencia de coliformes fecales en las aguas superficiales es la presencia de coloides en suspensión presentes en las aguas. El parámetro que mide la calidad del agua asociada a la presencia de partículas en suspensión es la "turbiedad".

La Norma 1333 Of. 78/97 de Calidad de Aguas no especifica parámetros para la turbiedad relacionados con agua de riego, sin embargo, es de gran importancia tener una calidad de agua con la mayor claridad o menor turbiedad de manera de mejorar la eficiencia del filtro de desinfección UV. Se debe mencionar que el sistema de desinfección emite luz ultravioleta que traspasa la lamina de agua "transmitancia" por tanto la efectividad en el control de microorganismos contaminantes, bacterias y otros, depende de la claridad de estas aguas.

En el cuadro 3, se observa las muestras realizadas en la etapa de decantación y acumulador previo pasos por los filtros de arena y anilla.

Para este período se observa que a partir del mes de octubre los niveles de turbiedad tienen una tendencia al aumento significativa debido al aumento de los caudales en los cursos superficiales producto de los deshielos, acarreo de sedimentos y contaminación física. Esto se aprecia en las aguas provenientes de las acequias o cursos superficiales evaluadas en el decantador que es la primera etapa del proceso y que refleja la condición normal de las aguas del canal. Los niveles de turbidez durante los meses de agosto y septiembre fueron similares con 13,1 y 17,5 NTU, sin embargo, para los meses de octubre y noviembre aumentaron en un 125% con valores que fueron de 158 y 356 NTU respectivamente. Posteriormente, durante el mes de diciembre la turbiedad logró disminuir siendo aun bastante alta con valores de 216 NTU.

Posteriormente por medio del proceso de reposo de las aguas de canal en el decantador los sedimentos más grandes como arena tienden a bajar a la parte inferior del decantador. Esta agua después de un tiempo de reposo alimenta el acumulador. Según las necesidades hídricas de los cultivos se utiliza agua del acumulador por medio del sistema de bombeo y distribución por las cintas. Al bajar el nivel de este, inmediatamente el agua que ha estado en reposo en el decantador alimenta el acumulador para lograr reponer el agua utilizada como riego en los cultivos de lechuga y zanahoria. En este proceso y debido a la capacidad de reserva de agua en el acumulador este actúa en forma importante como un segundo “decantador” asegurando una mejor calidad física de agua para ser succionadas por las diferentes bombas de riego hacia los cultivos en evaluación. De acuerdo a las muestras analizadas la calidad de turbidez obtenida en esta etapa ha resultado de excelente claridad lo que refleja los resultados obtenidos no superando las 5,52 NTU que fue para el mes de agosto en esta etapa del proceso y manteniendo valores inferiores en los otros meses.

Cuadro 3. Análisis de turbiedad realizado en distintas etapas en el proceso de desinfección de aguas por medio de radiación UV en cultivos de lechuga y zanahoria. INIA La Platina 2013.

Fechas	Identificación muestra	Decantador	Acumulador
15-May-13	Turbiedad	---	---
26-Jun-13	Turbiedad	4,34	5,52
17-Jul-13	Turbiedad	73,3	2,52
20-Ago-13	Turbiedad	13,1	5,52
26-Sep-13	Turbiedad	17,5	2,6
22-Oct-13	Turbiedad	158	3,5
20-Nov-13	Turbiedad	356	2,7
18-Dic-13	Turbiedad	216	3,08

(**) = Turbiedad, NTU. Límite Detección: 0,1 NTU

Nefelométrico - 2130-B Standard Methods, 21 st Edition

La disminución en la turbidez en esta etapa favorece la disminución de la carga microbiológica expresada en coliformes fecales. Se puede corroborar con la significativa disminución que se observa en el cuadro 2 para algunos meses entre muestreos realizados en el decantador y otras etapas del proceso.

Análisis de contaminación microbiológica en producto fresco: lechugas y zanahorias.

Durante este período se han realizado análisis de contaminación microbiológica en producto fresco basado en la aplicación del Reglamento Sanitario de los Alimentos 977/1996 referidos al Artículo 173 punto 14 Frutas y Verduras tabla 14.1. En cada análisis la detección microbiológica estuvo enfocada a la presencia de *Escherichia coli* a cargo del Instituto de Salud Pública (ISP)

Evaluación de lechugas

El análisis de lechugas establecidas en el INIA CRI La Platina ha sido realizado en los dos ciclos de cultivo que han permitido llegar a la cosecha a la fecha.

El primer ciclo de cultivo de lechuga permitió la cosecha durante el mes de octubre del 2013. Para el análisis se muestrearon 3 lechugas por repetición que en laboratorio finalmente formaron una muestra donde se analizó la presencia de *E. coli*. para cada repetición. Se consideró los tratamientos que contemplaban riego con agua desinfectada y agua no desinfectada.

En el cuadro 4 se pueden observar los resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados a lechugas para la detección de *E.coli*.

Cuadro 4. Resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados al primer cultivo de lechugas para la detección de *E.coli* en tratamientos de aguas de riego superficiales con desinfección UV y agua de riego sin desinfección UV. Instituto de Salud Pública. Octubre del 2013.

Tratamiento	<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3	< 10

Método cuantitativo recuento en placa en profundidad, BAM online Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. Chapter 4. September 2002. Límite de detección 10 ufc/g. Norma de Referencia: Reglamento Sanitario de Alimentos D.S. 977, 1996; artículo 173 Límite máximo permitido o rango: De acuerdo al RSA Dto. N°977/96 D.OF. 13/05/97.

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio para los distintos tratamientos y repeticiones analizadas no se encontró presencia de *E.coli* en las lechugas analizadas a las diluciones realizadas.

Para el segundo ciclo de cultivo de lechugas en las dependencias del INIA CRI La Platina la cosecha fue realizada durante el mes de diciembre del 2013. Para este análisis se considero un aumento en el número de muestras por repetición de manera de obtener un análisis más robusto. Para cada repetición se evaluaron 9 lechugas que finalmente en laboratorio fueron juntadas en grupos de 3 unidades para la obtención de 3 análisis (sub muestra) por repetición para ambos tratamientos.

En el cuadro 5 se pueden observar los resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados a lechugas para la detección de *E.coli* en el segundo ciclo de cultivo.

Los resultados obtenidos en laboratorio para el análisis de lechugas del segundo cultivo no detecto la presencia de *E. coli* en todas las muestras analizadas independiente del tratamiento aplicado y diluciones analizadas en cada muestra y tratamiento.

Cuadro 5. Resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados al segundo cultivo de lechugas para la detección de *E.coli* en tratamientos de aguas de riego superficiales con desinfección UV y agua de riego sin desinfección UV. Instituto de Salud Pública. Diciembre del 2013.

Tratamiento	<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 1.	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 2.	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 3.	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 1.	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 2.	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 3.	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 1.	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 2.	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 3.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 1.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 2.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 3.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 1.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 2.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 3.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 1.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 2.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 3.	< 10

Método cuantitativo recuento en placa en profundidad, BAM online Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. Chapter 4. September 2002. Limite de detección 10 ufc/g. Norma de Referencia: Reglamento Sanitario de Alimentos D.S. 977, 1996; artículo 173 Limite máximo permitido o rango: De acuerdo al RSA Dto. N°977/96 D.OF. 13/05/97.

Evaluación en zanahorias

Para esta hortaliza se ha realizado solo un análisis en laboratorio para la detección de *E. coli* en el producto fresco. Los resultados obtenidos corresponden al primer ciclo de cultivo que permitió la cosecha en octubre del 2013 y se pueden observar en el cuadro 6.

Para el análisis se muestrearon 3 zanahorias por repetición que en laboratorio finalmente formaron una muestra donde se analizó la presencia de *E. coli*. Se consideró los tratamientos que contemplaban riego con agua desinfectada y agua no desinfectada.

Cuadro 6. Resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados al primer cultivo de zanahorias para la detección de *E.coli* en tratamientos de aguas de riego superficiales con desinfección UV y agua de riego sin desinfección UV. Instituto de Salud Pública. Octubre del 2013.

Tratamiento	<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1	<1000
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2	<1000
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3	2,5 ⁺³
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1	<1000
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2	<1000
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3	4 ⁺⁴

Método cuantitativo recuento en placa en profundidad, BAM online Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. Chapter 4. September 2002. Límite de detección 10 ufc/g. Norma de Referencia: Reglamento Sanitario de Alimentos D.S. 977, 1996; artículo 173 Límite máximo permitido o rango: De acuerdo al RSA Dto. N°977/96 D.OF. 13/05/97.

Para esta hortaliza el criterio de análisis en laboratorio fue más estricto llegando a diluciones mayores en la metodología aplicada (<1000). En general se aprecia que las repeticiones que presentaron resultados de <1000 *E. coli* independiente del tratamiento aplicado no presentan contaminación de esta bacteria, por tanto, el producto es inocuo desde el punto de vista de contaminación microbiológica.

La excepción fue del tratamiento con desinfección UV repetición 3 y tratamiento sin desinfección UV repetición 3 donde se detectaron 2,5⁺³ y 4⁺⁴ ufc/g de *E. coli*. Al respecto, se puede mencionar que la presencia en el producto de la bacteria está en directa relación con la presencia de esta en el suelo y la posible contaminación por diversos factores tales como: salpicado de aguas lluvias, contaminación por fecas de aves, etc.

El comportamiento de los patógenos en el suelo depende de la relación de tres tipos de factores:

- Condiciones ambientales.
- Condiciones del suelo.
- Condiciones del propio microorganismo.

Condiciones ambientales: las que más influyen en el comportamiento de los microorganismos son la radiación ultravioleta, la temperatura y la lluvia. La temperatura ambiental alta puede producir, por ella misma, el aumento de la supervivencia de las bacterias. También produce un descenso de la humedad del suelo, factor negativo para la vida de las bacterias. Este descenso de la humedad favorece la aparición de grietas en la superficie del suelo, las cuales facilitan el movimiento de suspensiones de microorganismos hacia capas más profundas. La lluvia favorece la supervivencia de patógenos en el suelo porque aumenta el grado de humedad. A su vez facilita el movimiento de los patógenos ya que aporta el vehículo de transporte de los microorganismos y, la aportación de agua produce el descenso de la concentración de cationes, favorece la desorción de los organismos previamente adsorbidos e impide la inmovilización por una nueva adsorción.

Condiciones del suelo: la textura define la superficie global de contacto, la cual se relaciona íntimamente con:

- La capacidad de retención de agua.
- La capacidad de retención de sales y nutrientes.
- La capacidad de retención de sustancias antagonistas o tóxicas para los patógenos.
- La capacidad de retención de bacterias y virus.

Las tres primeras afectan a la supervivencia de los patógenos, la última afecta al movimiento.

En suelos arcillosos, con mucha superficie específica, se favorecerá la supervivencia de los organismos mediante la retención de agua y de nutrientes que se produce y porque el suelo, en adsorber microorganismos, los protegerá de la desecación y de los rayos ultravioletas. Por otra banda, el movimiento será difícil a causa de la adsorción de los microorganismos a las partículas de arcilla.

Los suelos arenosos no favorecerán la supervivencia, pero incrementarán el movimiento.

Según la estructura del suelo habrá espacios vacíos dentro y fuera del agregado. En estos espacios se puede retener una cierta cantidad de agua; cuando esta desaparezca por infiltración o desecación será sustituida por aire; aerobiosis o anaerobiosis más o menos estrictas condicionan la supervivencia de determinados organismos.

El pH del suelo, además de seleccionar los organismos adaptados a vivir en este pH concreto, determina la carga neta de sustancias anfóteras y condiciona la adsorción de los organismos al complejo adsorbente del suelo.

La microflora autóctona puede originar modificaciones del micromedio, competencia por el alimento, síntesis de sustancias beneficiosas o tóxicas para los patógenos, predación, parasitismo, simbiosis y comensalismo. La macroflora favorece el movimiento, facilitando canales a los organismos.

Condiciones del propio microorganismo: Producción de formas de resistencia, características de la capa externa. En condiciones óptimas los coliformes pueden sobrevivir en el suelo muchos meses. En los climas calurosos, especialmente en los áridos, la supervivencia es limitada a 2-3 meses. Las salmonelas pueden sobrevivir hasta un año si el suelo es húmedo y rico en materia orgánica (por ejemplo, si ha estado abonado). La supervivencia es más grande a temperaturas bajas: se han descrito supervivencias de hasta 3 meses en tiempos calurosos, aumentan a unos 5 meses en las condiciones de tiempo de invierno en Europa.

En los vegetales la supervivencia de los patógenos se reduce si las condiciones ambientales prevalentes son clima árido, radiaciones ultravioletas, baja humedad y calor. El tipo de cultivo también afecta la supervivencia; en hierbas densas y frondosas ésta aumenta porque les confiere mayor protección.

OE 3. Actividad 1. Revisión y recopilación de antecedentes.

De acuerdo al funcionamiento del sistema y relacionado al requerimiento técnico para un óptimo funcionamiento todo ha funcionado sin problemas. La información técnica y asistencia técnica disponible ha permitido cumplir satisfactoriamente con el funcionamiento a la fecha.

OE 5. Actividad 1. Entrega de evaluación técnica y económica de la implementación del sistema de tratamiento de aguas a los agricultores.

Durante este período se ha realizado la recopilación de los antecedentes de inversiones, y costos de operación del sistema de filtrado mediante lámpara UV.

Paralelamente se han establecido tres sistemas productivos hortícolas asociados a los 21 sectores de riego considerando la capacidad de desinfección del filtro UV (21 m³/hr) proyectando un capacidad de operación para 8 hectáreas. En estos tres sistemas se han elegido especies hortícolas en su mayoría limitadas por la actual normativa sobre las cuales se simulará una evaluación económica, con el propósito de medir la rentabilidad y capacidad de recuperación de la inversión del sistema.

Los resultados en su primera etapa fueron entregados en una reunión con productores quienes opinaron acerca de las ventajas de la utilización de un sistema con esta tecnología, pero es necesario considerar el monto de las inversiones asociadas, la rotación de los cultivos hortícolas para maximizar el uso de la tierra y el capital de trabajo requerido para su puesta en marcha a escala comercial.

Durante este período se ha recopilado información sobre los costos de inversión asociado al proyecto UV, en lo que a infraestructura de operación se refiere. Los datos preliminares se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 7. Valores asociados a la inversión del sistema de riego con cita para el módulo de desinfección UV.

Ítem	Valor
Obra Gruesa	10.000.000
Empalme trifásico	1.200.000
Caseta de control	1.600.000
Matriz PVC y fitting:	7.955.449
Equipo eléctrico:	6.404.253
Sistema de filtrado:	2.714.519
Equipo fertirrigación:	740.000
Válvulas y piezas de acero caseta	938.000
Proyecto	
Fletes y montaje	1.294.000
Unidad de UV (desinfección)	3.800.000
Estabilizador de voltaje	150.000
Sub Total	37.878.221
Plástico recubrimiento tranque	1.600.000
Cinta Riego	5.496.624
Total	44.974.845

El valor del monto de la inversión asciende a casi 45 millones de pesos, para una superficie a regar de unas 8 hectáreas. Esto representa una inversión por hectárea equivalente a \$5.621.855 para el sistema UV. Esta información es relevante al considerar por una parte, el requerimiento de las inversiones necesarias para poner el sistema en producción, y por otra el tiempo requerido para la recuperación de la inversión y la rentabilidad asociada a esta en función de la rotación de los cultivos necesarios para la producción hortícola la cual permite en la mayor parte de los casos, obtener más de un cultivo por hectárea y año.

Los análisis que se encuentran en carpeta para los próximos informes consisten en la elección de sistemas productivos hortícolas, principalmente basados en aquellos que se encuentran bajo la normativa de la prohibición de su cultivo que no sea con agua de pozo y las condiciones de mercado que enfrentan.

OE6. Realizar charlas y publicaciones con los resultados y antecedentes recogidos en la operación del sistema.

Este objetivo no presenta una calendarización para este período en la Carta Gantt, sin embargo, se encuentra como un hito crítico al mes 12 y 18 de ejecución del proyecto donde se compromete difusión de la investigación.

Al respecto se puede mencionar las siguientes actividades que se han realizado y donde se ha dado a conocer el proyecto y la tecnología UV en busca de una solución para el uso de aguas superficiales en riego de hortalizas que crecen a ras de suelo y se consumen crudas.



XXVI Convención Nacional de Productores de Frutas y Hortalizas

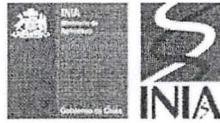
8 y 9 OCTUBRE / 2013/
ESPACIO RIESCO - SANTIAGO - CHILE

Lugar : Espacio Riesco, Santiago.

Fecha : 8 y 9 de octubre 2013.

SALÓN: Manejo Técnico Hortícola	
15:30 - 16:00	Manejo Integrado de Plagas, una herramienta efectiva para disminuir el uso de plaguicidas. Sra. Patricia Estay P. Ingeniero Agrónomo M.Sc. INIA
16:00 - 16:30	Biofumigación: alternativa al bromuro de metilo para la desinfección de suelos. Sr. Arturo Correa B. Ingeniero Agrónomo M. Sc. INIA
16:30 - 17:00	Desinfección de cursos superficiales de agua de riego mediante radiación UV. Proyecto FIA- GORE RM. Sr. Carlos Blanco M. Ingeniero Agrónomo M.Sc. INIA
17:00 - 17:30	CAFÉ
17:30 - 18:00	Control de virus mediante exclusión en hortalizas Sra. Claudia Rojas B. Ingeniero Agrónomo, INIA
18:00 - 18:30	Mejorando la rentabilidad productiva mediante la adecuada mantención y calibración de maquinaria Sr. Dr. Jorge Riquelme S. Ingeniero Agrónomo. INIA

Asistencia: Alrededor de 120 asistente entre productores y empresarios.



SEMINARIO

MANEJO AGRONÓMICO DE HORTALIZAS

Lugar : Frontera Country Club Temuco

Fecha : 15 de octubre de 2013.

09:00–10:00 Registro de asistentes.

10:00–10:30 Palabras de Bienvenida.

10:30–11:15	Desinfección de cursos de aguas superficiales por medio de radiación UV para riego de hortalizas. Proyecto FIA- GORE RM Ing. Agr. Magister en Ciencias Sr. Carlos Blanco, INIA La Platina.
11:15-11:45	Café
11:45–12:45	Cosecha de agua lluvia para riego de hortalizas. Ing. Agr. Dr. Jorge Carrasco, INIA Rayentue.
12:45–13:30	Manejo integrado de plagas en horticultura. Ing. Agr. M.S. Patricia Estay
13:30 14:30	Almuerzo
14:30–15:00	Uso de coberturas o mulch en hortalizas. Ing. Agr. PhD. Gabriel Saavedra, INIA La Platina
15:00–15:30	Experiencia productiva beneficiario Nodo Hortícola.
15:30–16:00	Presentación resultados del Proyecto “Nodo Hortícola de La Araucanía” Pilar Díaz R., Directora Proyecto, INIA Carillanca.
16:00–16:30	Mesa Redonda. Ing. Agr. M.S., Elizabeth Kehr, INIA Carillanca

Lista de asistencia



Nómina de Asistentes Seminario y Ceremonia de Cierre Nudo Hortícola, DIA. 15 de octubre 2013



N°	Nombre	RUT	Cargo Institución/empresa	Email	Dirección	Teléfono	FIRMA
1	Agnes Ewert N.		Encar. OFINIA				
2	Alberto Melivilu C.		NODO Hortícola				
3	Alejandro Palma		PDII Manudache				
4	Ana Teresa Cosimino Espinace		NODO Hortícola				
5	Angelica Antilef		PDII Manudache				
6	Angelina Parra Trucosa		<i>Andexol</i>				
7	Anita Leighton		SAG				
8	Antonio Chicahua P.		NODO Hortícola				
9	Beatriz Levimán P.		PDII Mun Chichal				
10	Braulio Sandoval		Operario				



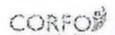
Nómina de Asistentes Seminario y Ceremonia de Cierre Nudo Hortícola, DIA. 15 de octubre 2013



N°	Nombre	RUT	Cargo Institución/empresa	Email	Dirección	Teléfono	FIRMA
11	Carlos Blanco		Expositor				
12	Carlos Inostroza G.		CDR INIA Curilanca				
13	Carlos Patiño B.		Prodesa Municipalidad				
14	Carolina Gutiérrez Segui		Prodesa				
15	Cirilo Quidel S.		NODO Hortícola				
16	Claudia Arias Cabezas		Técnica Prodesa Manuida mapu				
17	Claudia Vargas Baler		Jefe Técnico U.O. Cy Gestión				
18	Claudio Valderrama V.		NODO Hortícola				
19	Cristian Ramirez Campos		<i>Tec. Andexol</i>				
20	Cristian Rodríguez L.		Jefe técnico PDII Mun Temuco				
21	Daniel Castro Fernández						
22	David Contreras C.		Técnico PDII				
23	<i>Julia Rosas S.</i>		<i>Jefe Tec PDII</i>				



N°	Nombre	RUT	Cargo Institución/empresa	Email	Dirección	Teléfono	FIRMA
24	Edith Aravena M.						
25	Elias Wladimir Painemal Huircapan		NODO Hortícola				
26	Elizabeth Kehr M.		Directora INIA Carilanca				
27	Elvira Aravena						
28	Elvira Elira Aravena Salgado		NODO Hortícola				
29	Ema Zambrano		Prodesal Municipalidad				
30	Ernestina Ladino Callejo						
31	Esteban Morales C.		NODO Hortícola				
32	Federica Riosco G.		Julia Sepúlveda				
33	Felipe Alvarez W.		Apoyo Técnico U.O. Consultora CV				
34	Fernando Castro		Ejecutiva Corto Proyecto Nodo				
35	Fernando Contreras						
36	Francisco Greve		NODO Hortícola				
37	Francisco Muñoz Flores.		Prodesal				



N°	Nombre	RUT	Cargo Institución/empresa	Email	Dirección	Teléfono	FIRMA
38	Gabriel Mercado E.		Enc. Desarrollo Econ.Rural				
39	Gabriel Muñoz Topa						
40	Gabriel Saavedra		Expositor				
41	Gabriela Chahín A.		INIA Carilanca				
42	Gloria Araneda		<i>Agricultura</i>				
43	Gregorio Javier Castro Leiva		NODO Hortícola				
44	Hans Rodrigo Michael Castro		<i>Prodesal</i>				
45	Héctor Chicanual		Tec. PDTI Munc. Chol				
46	Hortizlas Huichanue <i>Celso González</i>		NODO Hortícola				
47	Hugo Queupul C.		Agríc Mun.Chol/Chol				
48	Isidro Antiquera G.		Tec. PDTI Millelone freite				



N°	Nombre	RUT	Cargo Institución/empresa	Email	Dirección	Teléfono	FIRMA
49	Jacqueline Valenzuela Paredes.		Prodesal				
50	Jaime Aguilera C.		Jefe Técnico D.P. Mun Temuco				
51	Joaquín Rosendo Painemal Huirca		NODO Hortícola				
52	José Alejandro Paliacura Painama		NODO Hortícola				
53	José Horacio Huenchufir Manqueñ		NODO Hortícola				
54	José Luis Velasco G.		Director Corfo				
55	Juan F. Narváez T.		PDTI Matibache				
56	Juan Huenteman Coñoespan		NODO Hortícola				
57	Juan Narváez		PDTI Matibache				
58	Juan Quezada Z.		Prodesal Antunapu				
59	Karin Rodríguez		PDTI M. Chol Chol				
60	Kateryn Hoff Lefenda		PDTI Mun. CholChol				
61	Lorena Curtinac		PDTI Mifelche				
62	Luis Gutiérrez Marríquez		Tec. PDTI Marañhemun,Chol				



N°	Nombre	RUT	Cargo Institución/empresa	Email	Dirección	Teléfono	FIRMA
63	Manuel Bravo Soto		Prodesal Mun Chol Chol				
64	Manuel Manqueñir C.		NODO Hortícola				
65	Marcelo Alcámán		PDTI Matibache				
66	Marcelo Herráquez A.		Chol Chol				
67	Marcelino Traipe C.		Mun.CholChol				
68	María Ramírez R.		Jefe Tec.PDTI				
69	María Teresa Malus Provoste		Prodesal				
70	Marilyn Lara S.		Un.Opr.Prodesal Mun.Temuco				
71	María Beraud Fernández.		Prodesal Mun.Villarica				
72	Mario Collo Catrin		NODO Hortícola				
72	Mary Cecilia Leyton Epuñan		Prodesal				
74	Mariys Segovia P.		Jefe Tec. ProdesalMun.Temuco				
75	Marta Díaz R.		Secretaria				
76	Miguel Angel Ilurra M.		Asesor Técnico PDTI				



N°	Nombre	RUT	Cargo Institución/empresa	Email	Dirección	Teléfono	Firma
77	Nayadeth Alvarez						
78	Nicolás Donzé		Ramirez				
79	Olegario Marinoo Painequeo		NODO Hortícola				
80	Faola Solís L. (1)						
81	Patricia Estay		Expositora				
82	Patricia Fuentesalba		Técnica Prodesal Municipalidad				
83	Patricia Iturra P.		Prodesal Villarrica				
84	Pedro Cayuqueo Buines		NODO Hortícola				
85	Pilar Díaz R.		Directora Proyecto				
86	Raimunda Robles		FOM Mun. Chaitén				
87	Rainald Heriberto Painemal Huide		NODO Hortícola				
88	Ricardo Mege Rivas		Indap				
89	Roberto Rodríguez Cisterna		Prodesal				
90	Rodrigo Acuña L.		Fon.Cs. Agrarias LACH				
91	Rodrigo Hurtado Ercoli		Tec. Prodesal (Mun. P. Las Casas				
92	Rodrigo Narco		NODO Hortícola				
93	Rosa María Alcaman N.		Jefa Técnica Territorial				



N°	Nombre	RUT	Cargo Institución/empresa	Email	Dirección	Teléfono	Firma
94	Samantha Tropa cestita		INA Las Reñ				
95	Sergio Cravera M.		Prodesal Mun. De Corahué				
96	Teresa Del Carmen Gallin A.		NODO Hortícola				
97	Teresa Hueche		NODO Hortícola				
98	Tili Doube						
99	Viviana Muñoz Topa		Prodesal Antumapu				
100	Ximena Fernández C.		NODO Hortícola				
101	Yovana Leal A.		Apoya Proyecto				



N°	Nombre	RUT	Cargo Institución/empresa	Email	Dirección	Teléfono	Firma
102	Jaime Borgeval G		Proctor				
103	Moritz Redel		Tec Agriícola				
104	Domitja Krause SM		Jefe Tec PDT				
105	Victor Peillsteff		Agri.				
106	Roberto Christmann		Agri.				
107	Román Christmann		Agri.				
108	Francisco Peillsteff		Agri.				
109	José Venegas		Tec PDT				
110	Pablo Luppicini		Jefe de Ayuda.				
111	Juan Torres C.		Tec Agri.				



Reunión Mensual Equipos Técnicos PRODESAL
28 OCTUBRE 2013
PROGRAMA

Lugar: Auditorium INIA La Platina, La Pintana

OBJETIVO: CAPACITAR A TECNICOS DE INDAP Y PRODESAL

10:00 – 10:30 Café

10:30 – 11:15 Desinfección de cursos superficiales de agua de riego mediante radiación UV. Proyecto FIA- GORE RM. Carlos Blanco M. Ing. Agr. M.Sc.

11:15-11:30 Concurso de Riego INDAP. María José Paredes L. Ing. Agr.

11:30 – 12:30 Visita Unidad Experimental Desinfección de agua mediante radiación UV. Carlos Blanco M. Ing. Agr. M.Sc.

12:30 – 14:30 Almuerzo de camaradería

Listado de asistencia

CONVENIO INDAP PRODESAL-INIA		
FECHA	TEMA	LUGAR
28-oct-13	DESINFECCIÓN DE CURSOS SUPERFICIALES DE AGUA DE RIEGO CON UV	CRI LA PLATINA
ASISTENTE		FIRMA
ADA ULLOA ARMIJO		
ALEJANDRO PANIAGUA		
ALEJANDRO ZAMBRANO R.		
ALEXIS BENEDICTO DE LA FUENTE SOTO		
ALFONSINA ALEJANDRA AGUIRRE VARGAS		
ÁLVARO ALFONSO MIRANDA HERNÁNDEZ		
ANDREA LISSETTE PEREZ FUENTES		
ANGELICA DABANCH PEÑA		
CARLOS ALBERTO MORENO MIRANDA		
CARLOS GALLARDO GEISSE		
CAROLINA BRICEÑO GODOY		
CHRISTIAN ARAYA SANHUEZA		
CLAUDIO ALBERTO FERRADA LIENDOR		
CRISTIAN ANDRÉS ARRAÑO MUÑOZ		
EDUARDO CISTERNAS VELOSO		

ASISTENTE	FIRMA
EDUARDO ENRIQUE GONZALEZ SANTANA	
ELIZABETH MUÑOZ OSSANDON	
ENZO SOLARI MUSA	
ERIKA LAMIG FRITZ	
EVANGELINA PUEBLA SOTO	
FERNANDO CASTILLO HERRERA	
FLOR MARÍA ERICES CRUCES	
FRANCISCO ALLENDES PINTO	
FRANCISCO MANUEL VALENZUELA GONZALEZ	
FRANCISCO PARADA BUSTAMANTE	
GABRIEL RUBIO ACUÑA	
GLORIA FABIOLA GUTIÉRREZ PORTALES	
GUILLERMO CISTERNA VELOSO	
GUMECINDO DEL T. CAMUS PEÑA	
GUSTAVO ADOLFO GATICA MENDOZA	
HECTOR GASTON GONZALEZ NAVARRO	
HERNAN ALEJANDRO SANCHEZ PALMA	
JACQUELINE PETIT-LAURENT STROBE	
JAIME NUÑEZ LEMUS	

ASISTENTE	FIRMA
JAVIERA REYES MARCHANT	
JEAN CARLOS CERDA GAYOSO	
JEAN GUAJARDO QUEZADA	
JORGE ANDRES TAPIA REYES	
JORGE ENRIQUE MORENO MEZA	
JOSÉ VEJAR PIZARRO	
JUAN CHAMORRO VIDAL	
JUAN HUMBERTO PARRA FLORES	
JUAN PATRICIO LEPELEY SEPULVEDA	
JUAN ROBERTO AGUIRRE PINTO	
LEONEL GUTIERREZ CUITIÑO	
LUIS ANGEL JORQUERA ESCANILLA	
LUIS LEIVA CAMPOS	
MANUEL MUÑOZ AMPUERO	
MARIA FERNANDA GONZÁLEZ GONZÁLEZ	
MARIA ISABEL PAPIC AYERDI	
MARÍA JOSÉ PAREDES	
MARÍA SOLEDAD CATALÁN VERA	
MARÍA SOLEDAD DONOSO ARAYA	

ASISTENTE	FIRMA
MARIELLA VILLAVICENCIO GUERRA	
MARIO ALFREDO PINZON GIRALDO	
MARIO ANTONIO FARIAS SEPULVEDA	
MARIO JULIO MORALES CANDIA	
MIGUEL BRAGA DÍAZ	
MONICA SEPÚLVEDA E.	
NANCY CERDA MADRID	
NICOLÁS ARCE MALLEA	
NICOLE ELIZABETH MOGUA FERNÁNDEZ	
ONOFRE SOTOMAYOR DÍAZ	
ORLANDO HERRERA RODRIGUEZ	
ORLANDO NELSON VARGAS BUSTOS	
OSCAR FRANCISCO ARROS MUÑOZ	
OSCAR SEPÚLVEDA BRADANOVIC	
PAULINA CERDA AHUMADA	
PEDRO JOSÉ CANTILLANA ACEVEDO	
RAFAEL ANDRES ALMARZA JEREZ	
RAMON TAPIA TAPIA	
RAUL ERNESTO VALENZUELA VELASQUEZ	

ASISTENTE	FIRMA
RUBEN ALEJANDRO ALARCON RAMIREZ	
RUBEN ORLANDO CORTES CAMPUSANO	
SEBASTIAN CHAILAN MATELUNA	
SEBASTIÁN FRANCISCO MAX MORALES JAUREGUÍZAR	
SEBASTIAN MUÑOZ AZUA	
SEBASTIÁN PINTO PINTO	
SUSANA IGLESIAS CRUZ	
VÍCTOR ARMIJO MALHUE	
Cecilia Fuentes Beten	
Glenn Corjeon Radloff	
Angélica Rosa Urzua	
Avano Bravo Cuana	
Miriam Viviana Lopez	
Osana Cecilia Hidalgo	
Valpi Basán Ruiz	
Sergio Orellana Delgado	
Alex Alvarado T.	
Pablo Ojeda Solar	
Pablo Martínez Cuieres	

Roberto Solinas O	
Carlota Valdez Valenzuela	



DIA DE CAMPO

PROYECTO “HABILITACIÓN DE AGUAS DE RIEGO POR TRATAMIENTOS DE RADIACIÓN UV PARA USO EN HORTALIZAS “

Fecha: 23 Diciembre 2013.

Lugar : INIA LA PLATINA

-
- 09.30 – 09:40 Bienvenida Sr. Patricio Hinrichsen Sub Director Regional de Investigación y Desarrollo.
- 09:40 – 10:20 Desinfección de cursos superficiales mediante radiación UV. Expone: Gabriel Saavedra
- 10.20 – 10.40 Café.
- 10.40 – 11.15 Simulación de evaluación económica para la utilización de la tecnología de desinfección UV en cultivos hortícolas. Expone. Arturo Campos.
- 11.15– 12.00 Visita a supervisar tecnología UV aplicada a sistema de riego en terreno. Coordina. Carlos Blanco
- 12.00 - 13.00 Atención asistentes.
- 14:00 FIN DE PROGRAMA.

Lista de asistencia

REGISTRO ASISTENCIA	
I. ANTECEDENTES	
FECHA	TEMA
23/DICIEMBRE/2013	PROYECTO "HABILITACIÓN DE AGUAS DE RIEGO POR TRATAMIENTOS DE RADIACIÓN UV PARA USO EN HORTALIZAS "
II. ASISTENTES	
• INTEGRANTES	
NOMBRE	FIRMA
1	Marcelo A. P. R.
2	-LEONARDO A HERRERA CARREÑO
3	Leandro B. ...
4	Jose Benin
5	Alejandro Pino
6	Juan Carlos Pino
7	Jose M. Pamiy
8	Carla Pino
9	Salvador Arias R
10	Osumdo Arias R.
11	Paulo Jesus P.
12	IVES VIERA V
13	Victor M. Alvarez R
14	

15	José Guzmán E.
16	LEONARDO CONTRERAS
17	Pedro Amigo
18	Luis Alvarado R.
19	HERNAN LOPEZ
20	Oliver Torres
21	Francisco Pizarro G.
22	Guillermo J.
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	

Consideraciones del avance del proyecto

La evaluación de la tecnología UV está programada para ejecutar la investigación en dos localidades: INIA La Platina y Agricultor Calera de Tango.

Con respecto a la puesta en marcha, ejecución y desarrollo del proyecto este se ha llevado a cabo en forma normal en INIA La Platina, sin embargo, la puesta en marcha en el agricultor de Calera de Tango a comenzado a partir del presente mes, enero del 2014. Hay que mencionar que este agricultor instalo la tecnología de desinfección UV con las distintas etapas que involucra la puesta en marcha del sistema con recursos propios obtenidos de distintas fuentes de financiamiento. No obstante, diversos problemas que presento durante el pasado año no le permitieron comenzar a la fecha con el compromiso acordado.

La ejecución de las unidades demostrativas a evaluar en el agricultor estaba considerada desde el primer semestre contemplando gastos de análisis, manejo de cultivo e insumos que hasta la fecha recién comenzaran a realizarse.

El resto de las actividades se encuentra en la normalidad para la cronología y ejecución de las actividades.

Conclusiones etapa parcial de desarrollo

Los objetivos 2,3 y 5 se encuentran en desarrollo avanzando de acuerdo a lo programado y calendarizado. Se han obtenido los análisis de calidad de agua para las distintas etapas del proceso durante los meses de puesta en marcha de la investigación enfocada a la detección de coliformes fecales. Además se han logrado obtener resultados de materia prima como lechuga y zanahoria por parte del Instituto de Salud Publica donde se evalúa la contaminación microbiológica enfocada a la presencia de *E. coli*.

El objetivo 6 relacionado con la difusión ha logrado avances significativos en este primer año, dando a conocer la investigación y avance de los resultados en 4 actividades de difusión logrando la atención de los participantes como son agricultores, empresarios y profesionales. Además se ha mostrado en varias ocasiones a grupos de horticultores de la RM pertenecientes a Grupos de Transferencia Tecnológica del INIA La Platina.

Con respecto a los resultados esperados se puede mencionar que el cumplimiento ha sido de acuerdo a lo programado para el objetivo específico 2 y 6 que comprometían actividades con fecha de cumplimiento para los meses 9 y 12.

Los hitos críticos comprometidos para el resultado esperado 2,3 y 5 se han cumplido para la fecha comprometida en los meses 8, 9 y 12 respectivamente.

Los ciclos de cultivos ha termino han sido dos a la fecha para lechuga y uno para zanahoria. Se encuentra en crecimiento el tercer ciclo de lechugas en INIA CRI La Platina y el segundo cultivo de zanahorias en la misma dependencia. En el caso de Calera de Tango se estableció el primer cultivo de lechuga y zanahoria lo que permitirá en el corto plazo evaluar y obtener resultados de otra condición de calidad de agua y además se evaluara la presencia de contaminantes en el producto a cosechar.

INFORME DE AVANCE N°3

FINAL PROYECTO

Proyecto : HABILITACIÓN DE AGUAS DE RIEGO POR TRATAMIENTOS DE
RADIACIÓN UV PARA USO EN HORTALIZAS. (PYT-2011-0108)

Evento : PROYECTO DE INNOVACION RUBRO HORTICOLA

Institución : INIA

Director del Proyecto: JORGE GABRIEL SAAVEDRA DEL REAL

Director Alterno : CARLOS BLANCO MORENO

Fecha : 10 de SEPTIEMBRE del 2014

Objetivos del proyecto

Objetivo general

Desarrollar un tratamiento sanitario previo de aguas de riego en base a radiación UV aplicado a nivel predial que asegure aguas aptas para riego de hortalizas que crecen a ras de tierra y se consumen principalmente crudas

Objetivos específicos

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Montar un sistema cerrado de riego presurizado que incluya un equipo de radiación UV para tratamiento de agua.
2	Adaptar cultivos hortícolas de hoja y raíz a las condiciones que exige el sistema de riego definido.
3	Evaluar biológicamente el agua antes de ser tratada y después de su tratamiento, y las hortalizas cosechadas.
4	Desarrollar una metodología de autorización y fiscalización que sea expedita y de fácil control por parte del organismos regulador.
5	Evaluar técnica y económicamente la viabilidad de implementar el sistema de tratamiento de aguas superficiales a nivel predial
6	Realizar charlas y publicaciones con los resultados y antecedentes recogidos en la operación del sistema

Resultado esperado e indicadores

N° OE	N° RE	Resultado Esperado (RE)	Indicadores de RE			Fecha de Cumplimiento
			Indicador de cumplimiento	Línea base (valor actual)	Meta proyecto (valor deseado)	
1	1	Sistema de riego y tratamiento UV	Sistema de tratamiento operando	Sistema de riego actual por surcos	Sistema de riego presurizado con cintas de goteo	Mes 6
2	2	Cultivos de ensayos	Cultivos en desarrollo	Sin cultivos	Cultivos en secuencia de trasplante, primeros cercanos a cosecha	Mes 9
3	3	Toma de muestras	Primeros análisis de aguas y hortalizas realizado	Sobre 100.000 coliformes por 100 ml de agua en agua de riego y sin muestra de hortalizas	Menor a 1.000 coliformes por 100 ml de agua y 3 de 5 muestras sin presencia de <i>E.coli.</i> , muestras realizadas a agua y hortalizas	Mes 14
4	4	Manual de diseño y control	Redacción del texto.	Sin datos de referencia	Antecedentes suficientes para definir procedimiento, parámetros de operación, dimensión de equipo y procedimientos y datos de control	Mes 16
5	5	Evaluación técnica y económica	Propuesta técnica y económica	Sin datos de referencia	Antecedentes técnicos y económicos suficientes para determinar la puesta en marcha del sistema de tratamientos de aguas por parte del productor	Mes 16
6	6	Difusión	Día de campo, charlas y publicaciones	Beneficiarios sin antecedentes del tema	Tener realizada 2 charlas a técnicos y usuarios, y un texto para ser publicado.	Mes 12 y 18

Metodología

Objetivo N° 1	Montar un sistema cerrado de riego presurizado que incluya un equipo de radiación UV para tratamiento de agua.
<p>El sistema se instalará en el predio La Platina de INIA en la Región Metropolitana, comuna de La Pintana. El sistema de riego se iniciará desde un tranque de acumulación de aguas de canal, donde algo de los sedimentos decantarán para mejorar la turbidez del agua, se construirá al lado del tranque un decantador para separar arenas y limos del agua de riego, la cual será transportada vía cañerías de PVC a una cisterna de donde se succionará el agua de riego que ingresa al sistema, esta cisterna acumula el agua que se saca del tranque y logra una decantación secundaria de los sedimentos, a la vez, de formar la cámara de donde la bomba absorberá el agua que entra al sistema de riego.</p> <p>Definida la superficie a regar y los cultivos a evaluar, se calculará la evapotranspiración y las constantes de los cultivos, con esto se determinarán el caudal instantáneo, el que permitirá definir las características de la bomba a utilizar. Por otra parte, el análisis de sedimentos del agua, traducida en su parámetro de transmitancia, indicará la necesidad del uso de filtros, para lograr una transmitancia superior al 50% luego del paso por estos filtros. El contenido inicial de microorganismos que presente el agua indicará la dosis de radiación UV que debe entregar el equipo, fijando con ello la potencia de la, o las lámparas, que se deben utilizar. Posterior a este el agua tratada es conducida en un sistema de cañerías y válvulas y entregada con goteros o cintas al pie de la plantas, mientras que otro sistema entregará agua sin tratar directamente a</p>	

Objetivo N° 2	Adaptar cultivos hortícolas de hoja y raíz a las condiciones que exige el sistema de riego definido
<p>Se desarrollara una secuencia continua de producción de lechuga y zanahoria durante la duración del proyecto. Estas serán cultivadas en mesas de un ancho de 35 centímetros, dejando pasillos de 40 centímetros entre cada platabanda. Sobre cada mesa se tenderán una líneas de cintas de riego. Lateralmente se establecerán las plantas de lechuga, distanciándola 10 centímetros a ambos lados de la cinta, y 33 centímetros de separación sobre la línea entre ellas y las zanahorias en dos hileras. De esta forma se establece un tipo de cultivo donde sólo se puede regar por el sistema original de cintas, evitando que se pueda cambiar el sistema de riego en el cultivo establecido, al estar los surcos existentes a tal distancia y profundidad, que no permitiría un aporte adecuado de aguas si se quiere utilizar los pasillos como surcos de riego. Se utilizará fertirrigación para el suministro de nutrientes a las plantas.</p>	

Objetivo N° 3	Evaluar biológicamente el agua antes de ser tratada y después de su tratamiento, y las hortalizas cosechadas
<p>Mensualmente se tomaran las muestras de las aguas que ingresan al sistema de riego con y sin tratamiento. Se recogerán en envases estériles y se llevaran a análisis antes de 12 horas de su colecta, indicando en el análisis el contenido de coliformes fecales.</p> <p>Conjuntamente se tomaran muestras de tres plantas de cada cultivo y tratamiento, las que se someterán a análisis en los mismos plazos sobre su contenido de <i>E. coli</i> , coliformes fecales y coliformes totales.</p>	

Objetivo N° 4	Desarrollar una metodología de autorización y fiscalización que sea expedita y de fácil control por parte del organismos regulador.
<p>Con la información producida en la operación del sistema, desde su diseño inicial, las correcciones incorporadas y los datos y experiencias recogidas en su operación diaria, se procederá a realizar un manual que sirva de base para la autorización y control de un sistema de riego con tratamiento de ultravioleta a las aguas liberadas, el que pueda ser utilizado por el organismo del Ministerio de Salud quien además deberá cumplir función de contraparte durante la marcha del proyecto supervisando e interactuando con el equipo técnico de manera de autorizar y controlar esta utilización, siendo un marco de referencia de los que se debe requerir a los futuros solicitantes de este tipo de tratamiento de aguas, a la vez, que entregará las practicas y parámetros que deben controlar en terreno para verificar la correcta utilización de esta técnica, y los análisis que deben solicitar para complementar la información con la eficiencia del sistema de tratamiento.</p>	

Objetivo N° 5	Evaluar técnica y económicamente la viabilidad de implementar el sistema de tratamiento de aguas superficiales a nivel predial
<p>Desde la puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas se iniciara los estudios de la factibilidad técnica y económica de implementar el sistema de tratamientos de aguas a nivel predial para cualquier tipo de agricultor hortícola. Durante la ejecución del proyecto se consideraran todas las mejoras realizadas al sistema desde insumos necesarios en la implementación, levantamiento de proyecto, sistema de operación, variables técnicas y de muestreo necesarias para cumplir con el tratamiento de aguas, etc. Finalmente se entregará a los agricultores los antecedentes necesarios y básicos que se requieren para la puesta en marcha de sistema.</p>	

Objetivo N° 6	Realizar charlas y publicaciones con los resultados y antecedentes recogidos en la operación del sistema
<p>Los antecedentes y experiencias recogidas en este proyecto se traspasaran a técnicos que asesoran agricultores, ya sea que tengan el carácter de funcionarios de Indap, o de consultores que trabajen con la Institución. Del mismo modo se programaran para agricultores charlas y visitas a terreno para mostrar las instalaciones y responder las dudas, o preguntas que presenten respecto al tema.</p> <p>Se preparará materia para poder ser publicado en al menos una revista de difusión técnica, que incluya un relato, gráficos y fotografías. El mismo material será subido a la web para que se difunda por ese medio.</p>	

Actividades asociadas con los resultados esperados del proyecto

N° OE	N° RE	Actividades	Fecha de inicio	Fecha de término
1	1	Cotización final, compra de equipos y contratación de trabajos	01/01/2013	15/02/2013
1	2	Construcción de obras e integración de equipos	20/01/2013	30/03/2013
1	3	Preparación de terreno e instalación de elementos de riego	01/04/2013	15/04/2013
2	1	Trasplante de cultivo e inicio de riego. Seguimientos ensayos lechuga y zanahoria	30/04/2013	15/05/2014
2	2	Levantamiento de muestras de agua	15/03/2013	15/05/2014
2	3	Levantamiento de muestras de cultivo	30/07/2013	15/05/2014
3	1	Revisión y recopilación de antecedentes	30/07/2013	30/03/2014
3	2	Integración de datos generados en el proyecto	01/03/2014	30/03/2014
4	1	Recopilación de datos recogidos y antecedentes bibliográficos	01/01/2014	30/03/2014
4	2	Redacción del manual de Diseño y Control	01/02/2014	30/05/2014
5	1	Entrega de evaluación técnica y económica de la implementación del sistema de tratamiento de aguas a los agricultores	01/04/2013	01/05/2014
6	1	Realizar charlas a técnicos y agricultores.	01/10/2013	30/05/2014
6	2	Desarrollar material escrito para publicación en revista y web	01/05/2014	30/06/2014

Hitos críticos asociados al proyecto

Nº RE	Hitos críticos	Fecha de Cumplimiento
1	Tener instalado y en operación el sistema de riego y tratamiento UV	Mes 4
2	Tener los cultivos y poder levantar las muestras para el análisis	Mes 8
3	Estar en práctica con el sistema de muestreo y análisis de laboratorio	Mes 9
4	Borrador de manual redactado con análisis técnico y económico	Mes 14
5	Día de campo, charlas y publicación aceptada por una revista.	Mes 12 y 18

Carta Gantt

Nº OE	Nº RE	Actividades	Mes ejecución Proyecto																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	Cotización final, compra de equipos y contratación de trabajos	x	x																
	2	Construcción de obras e integración de equipos		x	x	x														
	3	Preparación de terreno e instalación de elementos de riego					x	x												
2	1	Trasplante de cultivos e inicio de tratamientos de riego. Seguimientos ensayos lechuga y zanahoria.							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	2	Levantamiento de muestras de agua			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	3	Levantamiento de muestras de agua y cultivo durante ensayos de lechuga y zanahoria							x	x	x	x	x	x	x	x	x			
3	1	Revisión y recopilación de antecedentes								x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	2	Integración de datos generados en el proyecto																x		
4	1	Recopilación de datos recogidos y antecedentes bibliográficos														x	x	x		
	2	Redacción del manual de Diseño y Control															x	x	x	
5	1	Entrega de evaluación técnica y económica de la implementación del sistema de tratamiento de aguas a los agricultores				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
6	1	Realizar charlas a técnicos y agricultores.																	x	
	2	Desarrollar material escrito para publicación en revista y web																	x	

Estado de avance actual del proyecto

Para este tercer informe técnico y final del proyecto se detallan las actividades realizadas entre el mes de enero a julio del presente año.

Con respecto a los grados de avance para este período las labores realizadas se relacionan con el objetivo específico 2, 3, 4, 5 y 6 cuyas actividades se detallan a continuación:

OE 2. Actividad 1. Trasplante de cultivos e inicio de tratamientos de riego. Seguimientos ensayos lechuga y zanahoria

Durante los meses de enero a julio del 2014 se continuó con el seguimiento de los ensayos en los cultivos de lechuga y zanahoria analizando la calidad microbiológica de las aguas de riego y producto cosechado.

Lechugas

En el Centro de Investigación La Platina durante los meses de enero, abril y mayo del 2014 se continuó con el establecimiento de lechuga considerando distintas variedades tales como: milanesa, escarola, costina y canasta. Durante los ciclos productivos se consideraron estas variedades para conocer el comportamiento microbiológico y morfología de planta para distintas variedades de lechuga.

El ciclo de cultivo para las distintas variedades considerando la época de establecimiento fue de 80 a 90 días aproximadamente.

Por otra parte, con el agricultor asociado al proyecto ubicado en Calera de Tango se procedió durante el mes de febrero del 2014 a la cosecha de lechuga variedad escarola siendo su establecimiento en diciembre del 2013. Paralelamente, en febrero se procedió al establecimiento de un nuevo ciclo productivo para finalizar en el mes de mayo con el último.

Zanahoria

En caso de la zanahoria durante el mes de marzo del 2014 se procedió a la cosecha del segundo ciclo de cultivo en dependencias del INIA CRI La Platina. La variedad utilizada es una zanahoria corriente tipo chantenay. El ciclo de cultivo de esta variedad puede llegar a los 120 a 140 días lo que proyecta una cosecha durante el mes de febrero del 2014. Durante el mes mayo se realizó la siembra del tercer ciclo de producción en INIA CRI La Platina.

En el caso del agricultor de Calera de Tango se procedió a la siembra del cultivo durante el mes de enero del 2014 lo que permitió la cosecha en abril del 2014. La última siembra se realizó durante el mes de mayo del presente año.

OE 2. Actividad 2. Levantamiento de muestras de aguas.

Durante este período se continuó con el muestreo de aguas en las distintas etapas del proceso. Las muestras analizadas miden la cantidad de coliformes fecales y turbiedad que tienen estas aguas en las distintas etapas del proceso las cuales han sido analizadas por Instituto de Salud Pública (ISP). (Figura 1).

- 1.- Toma de muestra en el decantador.
- 2.- Toma de muestra en el acumulador.
- 3.- Toma de muestra después de filtrado físico (filtros de arena y anilla).
- 4.- Toma de muestra después de desinfección UV.

Además se está tomando análisis de turbiedad de agua en:

- 1.- Decantador
- 2.- Después de filtrado físico (filtros de arena y anilla).

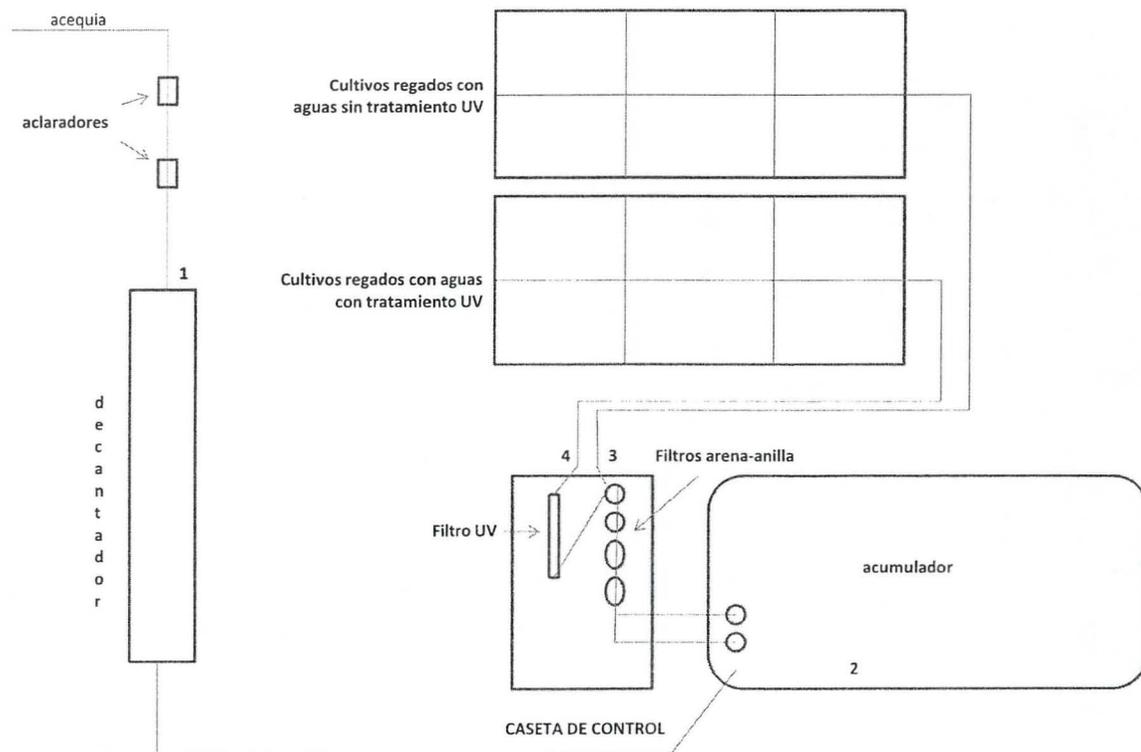


Figura 1. Diagrama de distribución del proceso y puntos de toma de muestras de aguas.

OE 2. Actividad 3. Levantamiento de muestras de agua y cultivo durante ensayos de lechuga y zanahoria.

Ensayos en INIA CRI La Platina, R.M.

Con respecto al recurso hídrico que utiliza el predio para riego de cultivos, frutales y hortalizas proviene de cursos de aguas superficiales (canales) que nacen del sector de la Obra, Las Vizcachas, Puente Alto, Santiago. El canal matriz San Carlos Tronco da origen al Canal Eyzaguirre y deriva en el Canal San José. Este último provee de agua al Centro Regional La Platina. Estos canales se encuentran supervisados y mantenidos por la Sociedad del canal del Maipo (www.scmaipo.cl) cuyo objetivo es extraer aguas del Río Maipo, repartirlas entre sus asociados, así como conservar y mejorar la red de acueductos que administra.

La distancia aproximada desde el origen (Sector de la Obra) al predio CRI La Platina es de aproximadamente 35 km. Durante ese trayecto es importante mencionar que la mayor parte del canal viene abovedado (tapado). Durante junio-julio del 2013 la Sociedad del canal del Maipo realizó el abovedado de un tramo que promovía una gran contaminación al curso de agua. En la actualidad existe un pequeño tramo que se encuentra descubierto de 800 a 1.000 metros aproximadamente a una distancia de 20 km del predio CRI La Platina. Este tramo deja vulnerable el canal para que poblaciones cercanas viertan percolados residuales domésticos y/o contaminantes fecales de diverso origen favoreciendo la contaminación de las aguas sea química como microbiológica.

Con respecto a la condición predial donde se llevó la investigación, la distancia que hubo entre la entrada de agua "compuerta" del canal San José al punto de entrada del desarenador, lugar donde se registraron los primeros muestreos para detección de coliformes fecales es de 1.550 metros aproximadamente. Durante este trayecto el agua es conducida por acequias que están cubiertas con malezas lo que permite en muchos casos disminuir la contaminación ya que actúan como una barrera física y/o biofiltros disminuyendo la cantidad de carga microbiológica en las aguas.

Otro aspecto que hay que considerar en el recorrido de aguas de canal a nivel predial es la presencia de dos aclaradores que se hicieron antes de la entrada de agua al desarenador. Estos fueron realizados en una acequia de 300 metros de longitud que conecta al desarenador y consisten en dos perforaciones de 1,5 x 2,5 x 1,5 metros distribuidos equidistantes en este tramo. Estos aclaradores ayudan a disminuir la velocidad del agua y favorece que decanten parte de los coloides en suspensión que traen las aguas.

Análisis de la turbiedad

La turbiedad es la dificultad del agua, para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos, que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso, etc. Además interfiere con la mayoría de procesos a que se pueda destinar el agua. La turbidez nos da una noción de la apariencia del agua y sirve para tener una idea acerca de la eficiencia de su tratamiento.

La Norma 1333 Of. 78/97 de Calidad de Aguas no especifica parámetros para la turbiedad relacionados con agua de riego, sin embargo, es de gran importancia tener una calidad de agua con la mayor claridad o menor turbiedad de manera de mejorar la eficiencia del filtro de desinfección UV. Se debe mencionar que el sistema de desinfección emite luz ultravioleta que traspasa la lámina de agua fenómeno denominado "transmitancia", por tanto, la efectividad en el control de microorganismos contaminantes, bacterias y otros, depende de la claridad de estas aguas. Como antecedente se puede indicar que la turbiedad máxima que puede tener un agua destinada a consumo "potable" no puede superar 20 NTU (Unidades Nefelométricas) (Norma Chilena Oficial NCh409/1.Of2005). DS735.

En el cuadro 1, se observa las muestras realizadas en la etapa de decantación y posterior paso por los filtros de arena y anilla.

Los valores obtenidos a la entrada del decantador que corresponde a la condición normal del agua de canal durante los distintos meses evaluados fueron variables siendo el valor mínimo de turbiedad de 3,72 NTU y el máximo de 356 NTU para los meses de abril del 2014 y noviembre del 2013. Hay que considerar que la mayoría de los canales son suspendidos en la época invernal para mantención de estos y evitar desbordes debido al incremento de los caudales productos de las lluvias. En el caso particular del curso superficial evaluado en esta investigación permaneció con un caudal mínimo desde junio a septiembre del 2013 en donde la turbiedad no alcanzó valores muy altos a excepción del mes de julio del 2013 con 73,3 NTU. Sin embargo, se aprecia una tendencia al aumento de la turbiedad a medida que comienza la temporada de riego de octubre a marzo llegando a valores superiores a 150 NTU lo que indica aguas con una importante turbiedad. Esto se debe básicamente al aumento de los caudales en los cursos superficiales productos de los deshielos cordilleranos, acarreo de sedimentos y contaminación física facilitando el arrastre de material en suspensión.

Cuadro 1. Turbiedad evaluada en distintas etapas del proceso de desinfección de aguas por medio de radiación UV en cultivos de lechuga. INIA La Platina 2013-2014.

Identificación muestra	Fecha	Entrada Decantador	Post Filtro Arena-Anilla
Turbiedad	17-Jun-13	4,34	2,02
Turbiedad	17-Jul-13	73,3	2,52
Turbiedad	20-Ago-13	13,1	5,52
Turbiedad	26-Sep-13	17,5	2,6
Turbiedad	22-Oct-13	158	3,5
Turbiedad	20-Nov-13	356	2,7
Turbiedad	18-Dic-13	216	3,08
Turbiedad	21-Ene-14	343	14,7
Turbiedad	20-Feb-14	157	2,87
Turbiedad	20-Mar-14	20,1	1,14
Turbiedad	22-Abr-14	3,72	1,75
Turbiedad	19-May-14	10,6	1,55
Turbiedad	19- Jun-14	27,9	1,8

(**) = Turbiedad, NTU. Limite Detección: 0,1 NTU.
 Métodos Estándar para la Examinación de Agua y Aguas de Residuales, 21ª Edición, 2005.

En la etapa del decantador el agua permanece en reposo favoreciendo que los sedimentos más grandes como arena tiendan a bajar. Esta agua después alimenta el acumulador que dependiendo de las necesidades hídricas de los cultivos se va utilizando por medio del sistema de bombeo y distribución de matrices por medio de las cintas. Al bajar el nivel de este, inmediatamente el agua que ha estado en reposo en el decantador alimenta el acumulador para lograr reponer el agua utilizada como riego en los cultivos de lechuga y zanahoria. Debido a la capacidad de reserva de agua en el acumulador este puede actuar como un segundo “decantador” asegurando una mejor calidad física de agua para ser succionadas por las diferentes bombas de riego hacia los cultivos en evaluación. Sin embargo, antes de la distribución de las aguas estas pasan por un sistema de filtrado de arena y anilla. En esta etapa se evaluó la turbiedad de manera de tener un parámetro de que calidad de agua está entrando al sistema de desinfección ultravioleta.

En la columna post filtro de arena-anilla se puede observar la calidad del agua evaluada en relación a la turbiedad previo paso de la desinfección ultravioleta.

Los valores de turbiedad fluctuaron entre 14,7 y 1,14 NTU para los meses enero y marzo del 2014 lo que representa una calidad de agua muy buena desde el punto de vista de turbiedad lo que favorece significativamente la eficiencia del filtro de desinfección ultravioleta. En términos de porcentaje de remoción de la turbiedad esta llego a valores que fluctuaron entre 53 y 99% para los meses de junio y noviembre del 2013.

En esta etapa la turbiedad disminuyó considerablemente llegando incluso a tener una calidad comparable con los parámetros exigidos para "agua potable". Sin duda las etapas previas de reposo de agua otorgadas por el decantador, acumulador y filtrado ayudan significativamente a disminuir la turbiedad.

Análisis de aguas de canal: coliformes fecales

Desde mayo del 2013 hasta junio del 2014 en cultivo de lechugas y zanahorias se tomaron muestras de aguas de riego en distintos puntos de muestreos. Estas muestras fueron derivadas al Instituto de Salud Pública (ISP) para determinación de contaminantes microbiológicas considerando como indicador los coliformes fecales.

En el cuadro 2, se observan los resultados de los análisis de aguas realizados en las distintas etapas del proceso. Los valores que se observan en las distintas etapas del proceso comprendidos entre los meses de mayo a diciembre del 2014 corresponden al resultado obtenido de una muestra de aguas en su respectiva etapa, posteriormente a partir de enero a abril del 2014 los resultados corresponden a un promedio de tres muestras de aguas para cada etapa.

En la entrada del decantador se observó que para todas las fechas evaluadas el agua proveniente de la acequia tiene en una cantidad variable de coliformes fecales.

Los valores máximos de coliformes fecales fueron detectados durante los meses de junio y julio del 2013 con 16.000 NMP/100 ml y el valor mínimo fue para el mes de agosto del 2013 con solo 2 NMP/100 ml. Con respecto a los valores máximos detectados se debe considerar que durante el desarrollo del canal, es decir, desde su origen hasta la entrada al predio, existían algunos tramos que estaban expuestos a la contaminación que realizaban poblaciones cercanas a este, vertiendo percolados sanitarios y materia orgánica de diverso origen. Para el mes de agosto del 2013, el canal comenzó a operar con este tramo abovedado lo que se reflejó significativamente en valores más bajos obtenidos de agosto en adelante. Actualmente queda solo un tramo de 800 a 1000 metros expuesto pero de menor impacto de contaminación.

Cuadro 2. Resultados de coliformes fecales en distintas etapas del proceso de tratamientos de aguas superficiales aplicados al cultivo de lechuga y zanahoria. INIA La Platina. 2013-2014.

Identificación muestra	Fecha	Entrada Decantador	Acumulador	Post Filtro Arena-Anilla	Post Filtro UV
Coliformes fecales	15-May-13	5400	49	----	<1,8
Coliformes fecales	17-Jun-13	16000	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	17-Jul-13	16000	<1,8	< 1,8	<1,8
Coliformes fecales	20-Ago-13	2	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	26-Sep-13	63	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	22-Oct-13	1300	45	45	< 1,8
Coliformes fecales	20-Nov-13	540	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	18-Dic-13	24	7,8	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	21-Ene-14	5033	16	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	20-Feb-14	2677	30	28	<1,8
Coliformes fecales	20-Mar-14	313	323	375	<1,8
Coliformes fecales	22-Abr-14	860	130	130	<1,8
Coliformes fecales	19-May-14	1607	65	30	<1,8
Coliformes fecales	19-Jun-14	1863	20	20	<1,8

(*) = Coliformes fecales, NMP/100 mL. Limite Detección: 1,8 NMP/100mL

De acuerdo a la legislación vigente este canal permanece cerca del 50% del total de los meses analizados con valores que sobrepasan los límites permitidos, es decir, superior a 1.000 coliformes fecales/100 ml de agua no teniendo una tendencia constante en el comportamiento de contaminación del canal según las distintas estaciones del año. Esto se debe a la alta variabilidad que se puede encontrar en los muestreos realizados y por otra parte al control de la contaminación que ejerce la Sociedad de Canal del Maipo en el canal aguas arribas del experimento.

Al analizar los valores obtenidos en la etapa del acumulador se observa que durante todos los meses muestreados la cantidad de coliformes fecales se encuentra dentro del límite permitido por la legislación siendo los valores detectados inferiores a 1000 coliformes/100 ml de agua.

En esta etapa el agua se acumula para ser succionada por parte del sistema de bombeo y posterior filtrado, desinfección y distribución a los distintos sectores con cultivos, por tanto, es una etapa donde el agua permanece en reposo pudiendo decantar aún más y disminuir su contenido de coliformes fecales.

Los porcentajes de remoción variaron entre un 68 y 100% si se compara la contaminación inicial del decantador con la etapa del acumulador.

El porcentaje mínimo de remoción fue para el mes de diciembre del 2013 donde se alcanzó un 68%. La remoción de un 100% se puede observar en los valores que comprenden los meses entre junio – septiembre y noviembre del 2013 donde no hubo detección de coliformes fecales en los muestreos realizados (<1.8 NMP/100 ml). Destaca la disminución significativa que se logró mediante la etapa de decantación y acumulación en los meses de junio y julio del 2013 donde se alcanzaron los valores mayores de contaminación con 16.000 NMP/100 ml en la entrada del decantador.

Caso puntual, se observa en el mes de marzo del 2014 donde los valores obtenidos en el acumulador aumentaron levemente en comparación a la etapa previa que es el decantador (313 a 323 NMP/100 ml). Este pequeño aumento y nula remoción de los coliformes fecales pudo estar influenciada por la limpieza que se realizó en el decantador para extraer el lodo que se deposita en su fondo durante el mismo mes. Posteriormente, fue necesario reanudar los riegos y se comenzó con el llenado del decantador y en forma continua el acumulador. Esto favoreció que gran parte de los coliformes fecales pasaran del decantador a la etapa del acumulador sin haber tenido un tiempo de reposo que permitiera decantar los sólidos en suspensión y materia orgánica que favorece la supervivencia de los coliformes fecales.

Con respecto, a la etapa del filtrado en la cual se analizó el agua post filtrado de arena y anilla, estas mediciones comenzaron en el mes de mayo del 2013. Se puede observar que al comparar el efecto de la filtración con la etapa previa del acumulador desde junio a noviembre del 2013 no se observa un efecto del sistema de filtrado. Esto se debe básicamente a que en estos meses en la etapa del acumulador no hubo detección de coliformes fecales a excepción del mes de octubre del 2013 donde se encontró una baja cantidad con 45 NMP/100 ml, pero se mantuvo en ambas etapas, por lo cual el sistema de filtrado no ejerció una baja de los coliformes fecales. Durante los meses de diciembre del 2013 y enero del 2014 se observó efecto del sistema de filtración disminuyendo la cantidad de coliformes fecales de 7,8 y 16 NMP/100 ml encontrada en la etapa de acumulación a la no detección en la etapa posterior al filtrado (<1.8 NMP/100 ml). En los meses siguientes de febrero a abril del 2014 el efecto de filtrado no ejerce una baja de coliformes fecales al comparar con la etapa previa manteniéndose muy estable los valores detectados en la etapa del acumulador. Destaca los valores detectados en el mes de marzo del 2014 donde la concentración de coliformes fecales aumento de 323 a 375 NMP/100ml en las etapas de acumulador a post filtración arena-anilla. Comportamiento totalmente distinto a los resultados de los meses anteriores. No obstante, este resultado pudo estar influenciado por las labores de limpieza del decantador que se realizó durante marzo del 2014 en donde el agua de canal paso inmediatamente desde las etapas previas al riego del cultivo sin tener el tiempo necesario de reposo que venía dándose en los meses anteriores, provocando una colmatación de los filtros lo que disminuye la eficiencia del filtrado y favoreció el aumento de los coliformes fecales.

La etapa final del sistema evaluado en la investigación corresponde a muestreos realizados en las aguas a la salida del filtro de desinfección UV previa distribución al cultivo. Se observa que para todos los meses evaluados los resultados obtenidos fueron de no detección por parte de los análisis realizados por el ISP obteniendo valores <1.8 NMP/100 ml.

Al observar la etapa previa de filtración arena-anilla se encontró contaminación de coliformes fecales fluctuando entre 28 y 375 NMP/100 ml para los meses de febrero y marzo del 2014 valores que no son elevados por efecto del tratamiento realizado en las etapas previas, sin embargo, reflejan contaminación de las aguas, pero la acción del sistema de desinfección por medio de radiación UV otorga la certeza de disponer agua libre coliformes fecales.

Análisis de contaminación microbiológica en producto fresco: lechugas y zanahorias.

Con el objetivo de analizar el efecto del sistema de tratamiento de aguas para riego de hortalizas se analizaron lechugas y zanahorias al momento de la cosecha. La lechuga fue analizada por ser una hortaliza que de acuerdo a la legislación está prohibida de regar con aguas de canal que no cumplan la calidad microbiológica establecida debiendo aplicar algún tratamiento a estas aguas. En el caso de la zanahoria, es una especie que no está prohibida por la legislación y que puede ser regada con aguas de canal debido a que su consumo es normalmente cocido, sin embargo, la tendencia de los consumidores actualmente es también consumirla en forma cruda existiendo un riesgo de contaminación microbiológica. Además entre ambas especies hay una clara diferencia botánica en relación al órgano de consumo y hábito de crecimiento.

Se realizaron análisis de contaminación microbiológica en producto fresco basado en la aplicación del Reglamento Sanitario de los Alimentos 977/1996 referidos al Artículo 173 punto 14 Frutas y Verduras tabla 14.1. En cada análisis la detección microbiológica estuvo enfocada a la presencia de *Escherichia coli* (*E.coli*) a cargo del Instituto de Salud Pública (ISP). El número de muestras que se consideró en el análisis fue basado en la especificación que otorga este mismo reglamento en el punto anteriormente mencionado.

Evaluación de lechugas

El análisis de lechugas establecidas en el INIA CRI La Platina se realizó en tres ciclos de cultivo.

Los tratamientos aplicados fueron cultivo regado con agua desinfectada (UV) y cultivo regado con agua sin tratamiento de desinfección, en ambos casos el tratamiento fue repetido tres veces.

El primer ciclo de cultivo de lechuga permitió la cosecha durante el mes de octubre del 2013. El número de muestras consideradas en cada evaluación fue de tres lechugas por repetición las que

finalmente en laboratorio formaron una muestra para cada tratamiento. En cada evaluación se analizó la presencia de *E.coli*.

Como se puede observar en el cuadro 3, de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio para los distintos tratamientos y repeticiones analizadas no se encontró presencia de *E.coli* en las lechugas analizadas a las diluciones realizadas.

Cuadro 3. Resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados al primer cultivo de lechugas para la detección de *E.coli* en tratamientos de aguas de riego superficiales con desinfección UV y agua de riego sin desinfección UV. Instituto de Salud Pública. Octubre del 2013.

Tratamiento	<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3	< 10

Limite de detección 10 ufc/g.

Para el segundo ciclo de cultivo de lechugas la cosecha fue realizada durante el mes de diciembre del 2013. Para este análisis se consideró un aumento en el número de muestras por repetición de manera de obtener un análisis más robusto. Para cada repetición se evaluaron nueve lechugas que finalmente en laboratorio fueron juntadas en grupos de tres unidades para la obtención de tres análisis (sub muestra) por repetición para cada tratamiento.

En el cuadro 4 se pueden observar los resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados a lechugas para el segundo ciclo de producción. Los resultados mostrados son resumidos debido a que en todas las submuestras analizadas independiente de la repetición y tratamiento no se detectó presencia de *E. coli* a la dilución analizadas.

Cuadro 4. Resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados al segundo cultivo de lechugas para la detección de *E.coli* en tratamientos de aguas de riego superficiales con desinfección UV y agua de riego sin desinfección UV. Instituto de Salud Pública. Diciembre del 2013.

Tratamiento	<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1.	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2.	< 10
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2.	< 10
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3.	< 10

Limite de detección 10 ufc/g.

Para el tercer ciclo de cultivo de lechugas la cosecha fue realizada durante el mes de marzo del 2014.

En el cuadro 5 se pueden observar los resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados a lechugas para la detección de *E.coli*. El número de muestras analizadas fue el mismo de la cosecha anterior. Se detalla la totalidad de las submuestras por repetición debido a los resultados obtenidos.

En este ciclo de cultivo se detectó la presencia de *E. coli* en una muestra de lechugas regadas con agua desinfectada por medio de radiación UV con una carga de 240 ufc/g. También se detectó la presencia *E.coli* en dos muestras en lechugas regadas con agua sin desinfección mediante radiación UV con valores de 290 y >1100 ufc/g de bacterias.

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos 977/1996 referidos al Artículo 173 punto 14 Frutas y Verduras tabla 14.1 los rangos permitidos de *E.coli* pueden fluctuar entre 100 y 1000 bacterias. Los valores detectados en las muestras de lechugas solo en una muestra sobrepasaron el rango máximo permitido y corresponde al tratamiento sin desinfección por medio de radiación UV.

Cuadro 5. Resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados al tercer cultivo de lechugas para la detección de *E.coli* en tratamientos de aguas de riego superficiales con desinfección UV y agua de riego sin desinfección UV. Instituto de Salud Pública. Marzo del 2014.

Tratamiento	<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 1.	240
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 2.	<3.0
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 3.	<3.0
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 1.	<3.0
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 2.	<3.0
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 3.	<3.0
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 1.	<3.0
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 2.	<3.0
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 3.	<3.0
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 1.	<3.0
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 2.	290
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1. Sub muestra 3.	<3.0
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 1.	<3.0
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 2.	<3.0
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2. Sub muestra 3.	<3.0
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 1.	>1100
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 2.	<3.0
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3. Sub muestra 3.	<3.0

Limite de detección 10 ufc/g.

Evaluación en zanahorias

El análisis de zanahorias establecidas en el INIA CRI La Platina se realizó en dos ciclos de cultivo.

Los resultados del cuadro 6 corresponden al primer ciclo de cultivo que permitió la cosecha en octubre del 2013.

El número de muestras consideradas en cada evaluación fue de tres zanahorias por repetición las que finalmente en laboratorio formaron una muestra para cada tratamiento. En cada evaluación se analizó la presencia de *E.coli*.

Cuadro 6. Resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados al primer cultivo de zanahorias para la detección de *E.coli* en tratamientos de aguas de riego superficiales con desinfección UV y agua de riego sin desinfección UV. Instituto de Salud Pública. Octubre del 2013.

Tratamiento	<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1	<1000
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2	<1000
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3	2.500
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1	<1000
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2	<1000
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3	40.000

Limite de detección 10 ufc/g.

Se puede apreciar que las repeticiones que presentaron resultados de <1000 ufc/g de *E. coli* independiente del tratamiento aplicado no presentan contaminación de esta bacteria, por tanto, el producto es inocuo desde el punto de vista de contaminación microbiológica. La excepción fue del tratamiento con desinfección UV repetición 3 y tratamiento sin desinfección UV repetición 3 donde se detectaron 2.500 y 40.000 ufc/g de *E. coli*.

En un segundo cultivo de zanahorias cosechado en marzo del 2014 se realizó el mismo análisis, sin embargo, de igual forma que en lechuga se aumentó el número de muestras por cada repetición.

Los resultados mostrados en el cuadro 7 son resumidos debido a que en todas las submuestras analizadas independiente de la repetición y tratamiento no se detectó presencia de *E. coli* a la dilución analizada. Se puede observar que todos los valores obtenidos fueron <3.0 ufc/g de *E.coli* lo que indica que no se detectó la presencia de *E.coli* en todas las muestras analizadas independiente del tratamiento aplicado a las aguas.

Cuadro 7. Resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados al segundo cultivo de zanahorias para la detección de *E.coli* en tratamientos de aguas de riego superficiales con desinfección UV y agua de riego sin desinfección UV. Instituto de Salud Pública. Marzo del 2014.

Tratamiento	<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 1.	<3.0
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 2.	<3.0
Agua de riego con desinfección UV. Rep. 3.	<3.0
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 1.	<3.0
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 2.	<3.0
Agua de riego sin desinfección UV. Rep. 3.	<3.0

Limite de detección 10 ufc/g.

Ensayos en Agricultor Calera de Tango, RM.

Con respecto a las evaluaciones realizadas en el agricultor de Calera de Tango, R.M. se debe mencionar que comenzaron las mediciones en marzo del 2014. El recurso hídrico que dispone el agricultor es agua de curso superficial que corresponde al Canal Santa Cruz, perteneciente a la Sociedad de Canalistas de Maipo.

La implementación del sistema de tratamiento de agua para este agricultor fue diseñado con una diferencia al sistema utilizado en CRI La Platina. Básicamente, este agricultor no considero un desarenador en forma independiente en el sistema de tratamiento, sino que esta función de decantar los coloides en suspensión presentes en la aguas son tratados directamente en el acumulador. Posteriormente, el agua es succionada por el sistema de bombeo desde el acumulador pasando por filtros de arena y en caso de desinfección pasa por el filtro UV de lo contrario el agua sigue su curso sin sistema de desinfección.

Análisis de la turbiedad

En el cuadro 8 se observa la turbiedad medida para las distintas fechas de muestreo. En general no se observa una gran turbiedad en las aguas, esto se aprecia en el punto de entrada decantador que permite tener un parámetro de la condición real de calidad de agua del curso superficial. Valor muy bajo de turbiedad se detectó en la primera medición realizada en marzo con 2,55 NTU posteriormente la turbiedad comienza aumentar siendo el valor máximo obtenido en junio con 28,4

NTU. En el caso de la turbiedad post filtro de arena en general se observo un comportamiento de disminución del orden de un 35 a 55% de la turbiedad en todas las fechas de muestreo.

Cuadro 8. Turbiedad evaluada en distintas etapas del proceso de desinfección de aguas por medio de radiación UV en cultivos de lechuga. Calera de Tango. R.M. 2014.

Identificación muestra	Fecha	Entrada Decantador	Post Filtro Arena
Turbiedad	27-Mar-14	2,55	1,12
Turbiedad	06-May-14	16,8	6,31
Turbiedad	09-Jun-14	28,4	12,6
Turbiedad	02-Jul-14	20,5	7,2

(**) = Turbiedad, NTU. Límite Detección: 0,1 NTU.
 Métodos Estándar para la Examinación de Agua y Aguas de Residuales, 21ª Edición, 2005.

Los valores de turbiedad obtenidos post filtro de arena reflejan una muy buena calidad de agua de riego que favorece la eficiencia del filtro de desinfección UV por medio de la transmitancia que ejerce la luz UV al traspasar la lamina de agua al interior del filtro de desinfección. De este modo la luz a la longitud de onda germicida actúa sobre la totalidad de la lámina de agua logrando una acción de desinfección óptima.

Análisis de coliformes fecales

En el cuadro 9 se pueden observar los diferentes puntos de muestreos evaluados desde marzo a julio del 2014 en el sistema de tratamientos de aguas superficiales del agricultor. A la entrada del decantador se observó en los distintos meses la presencia de coliformes fecales lo que indica contaminación microbiológica de las aguas, sin embargo, solo en el mes junio alcanzó niveles sobre la norma con 2.933 coliformes fecales/100 ml de agua. En general se observa que gran parte del período analizado el curso de agua mantiene niveles de coliformes fecales apto para riego hortícola según legislación.

Cuadro 9. Resultados de coliformes fecales en distintas etapas del proceso de tratamientos de aguas superficiales aplicados al cultivo de lechuga y zanahoria. Calera de Tango. R.M. 2014.

Identificación muestra	Fecha	Entrada Decantador	Post Filtro Arena	Post Filtro UV
Coliformes fecales	27-Mar-14	223	140	<1,8
Coliformes fecales	06-May-14	997	112	<1,8
Coliformes fecales	09-Jun-14	2933	37	<1,8
Coliformes fecales	02-Jul-14	337	1,8	<1,8

(*) = Coliformes fecales, NMP/100 mL. Límite Detección: 1,8 NMP/100mL

En las etapas posteriores, es decir, post filtro de arena se mantiene la presencia de coliformes fecales en la aguas a distinta concentración para los meses evaluados, no obstante, la totalidad de los meses indica que el agua tiene una carga microbiológica apta para el riego de hortalizas que crecen a ras de suelo y se consumen crudas. Caso excepcional se observa en el mes de julio donde los valores alcanzados post filtro de arena fueron de no detección lo que indican una remoción de un 100% considerando la etapa anterior de entrada decantador que alcanzo para el mismo mes 337 coliformes fecales/100 ml de agua. Los otros meses evaluados la remoción de coliformes fecales varió entre un 40 y 99%. En el caso de post filtro de desinfección UV durante todos los meses evaluados no se detecto la presencia de coliformes fecales en la aguas, siendo los valores <1,8 NMP de coliformes fecales.

Análisis de contaminación microbiológica en producto fresco: lechugas y zanahorias.

El análisis de contaminación microbiológica fue analizado en cultivo de lechuga y zanahoria. Se realizaron análisis de contaminación microbiológica en producto fresco basado en la aplicación del Reglamento Sanitario de los Alimentos 977/1996 referidos al Artículo 173 punto 14 Frutas y Verduras tabla 14.1. En cada análisis la detección microbiológica estuvo enfocada a la presencia de *Escherichia coli (E.coli)* a cargo del Instituto de Salud Publica (ISP). El número de muestras que se consideró en el análisis fue basado en la especificación que otorga este mismo reglamento en el punto anteriormente mencionado. Cada muestra estuvo formada por tres lechugas o zanahorias.

Los resultados que muestra el cuadro 10 indican la ausencia de contaminación microbiológica, sin presencia de *E. coli* a la dilución analizada en laboratorio en ambas especies, lechugas y zanahorias.

Es importante destacar que en esta evaluación el tratamiento de desinfección de aguas por medio de radiación UV no se aplicó. El agricultor disponía del cultivo regado con agua proveniente de acequia sin tratamiento UV para lechuga y zanahoria. Además, en el caso de lechuga disponía de cultivo con protección de plástico (mulch) para evitar desarrollo y crecimiento de malezas. En ambas especies el riego fue realizado por goteo a través de cintas.

Cuadro 10. Resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados en lechugas y zanahorias para la detección de *E.coli* en aguas de riego superficiales sin desinfección UV. Instituto de Salud Pública. Abril del 2014.

RIEGO CON AGUA SIN TRATAMIENTO UV			
21-04-2014		21-04-2014	
Lechuga Con mulch	<3.0	Zanahoria	<3.0
Lechuga Con mulch	<3.0	Zanahoria	<3.0
Lechuga Con mulch	<3.0	Zanahoria	<3.0
Lechuga Con mulch	<3.0	Zanahoria	<3.0
Lechuga Con mulch	<3.0	Zanahoria	<3.0
Lechuga Sin mulch	<3.0	Zanahoria	<3.0
Lechuga Sin mulch	<3.0	Zanahoria	<3.0
Lechuga Sin mulch	<3.0	Zanahoria	<3.0
Lechuga Sin mulch	<3.0	Zanahoria	<3.0

Limite de detección 10 ufc/g.

Si consideramos como parámetro de contaminación de coliformes fecales la cantidad detectada a la entrada del decantador (cuadro 10) en la que se asume la condición normal del curso de agua, podemos observar que los niveles del mes de marzo y mayo fueron de 227 y 997 NMP de coliformes fecales no siendo elevada la concentración en ambos meses. Por otro lado, la aplicación de agua mediante goteo disminuye significativamente la probabilidad de contaminación del producto si es comparado con riego por surcos o gravitacional. Esto puede aplicar directamente a la lechuga analizada sin mulch en donde las 4 repeticiones analizadas indican valores de ausencia de *E. coli*. En el cultivo de lechuga con mulch se esperaba ratificar el comportamiento de ausencia de contaminación del producto debido a que el plástico ejerce una aislación del producto con el suelo. Se pudo observar que las 5 repeticiones no presentaron contaminación de *E. coli*. En el caso de la zanahoria todas las muestras analizadas no presentaron contaminación de *E. coli*.

Posteriormente, se analizó bajo el sistema de tratamiento de agua aplicado por el agricultor, es decir, agua de riego con tratamiento de desinfección UV y agua de riego sin tratamiento de desinfección UV en cultivo de lechuga como se puede observar en el cuadro 11. En este caso la

lechuga fue analizada en el mes de julio considerando como criterio de muestreo lo mismo que en al caso anterior.

Se puede observar que independiente del tratamiento aplicado el producto a cosecha, lechuga, no presenta contaminación microbiológica o presencia de *E. coli*.

Cuadro 11. Resultados obtenidos correspondientes a los análisis realizados al primer cultivo de zanahorias para la detección de *E.coli* en tratamientos de aguas de riego superficiales con desinfección UV y agua de riego sin desinfección UV. Instituto de Salud Pública. Julio del 2014.

CALERA DE TANGO	
Tratamiento	02-07-2014
Lechuga Con UV 1	<3.0
Lechuga Con UV 2	<3.0
Lechuga Con UV 3	<3.0
Lechuga Sin UV 1	<3.0
Lechuga Sin UV 2	<3.0
Lechuga Sin UV 3	<3.0

Limite de detección 10 ufc/g.

Factores que pueden afectar el comportamiento de patógenos en el suelo

El comportamiento de los patógenos como bacterias y otros presentes en el suelo depende de la relación de tres tipos de factores:

- Condiciones ambientales.
- Condiciones del suelo.
- Condiciones del propio microorganismo.

Condiciones ambientales: las que más influyen en el comportamiento de los microorganismos son la radiación ultravioleta, la temperatura y la lluvia. La temperatura ambiental alta puede producir, por ella misma, el aumento de la supervivencia de las bacterias. También produce un descenso de la humedad del suelo, factor negativo para la vida de las bacterias. Este descenso de

la humedad favorece la aparición de grietas en la superficie del suelo, las cuales facilitan el movimiento de suspensiones de microorganismos hacia capas más profundas. La lluvia favorece la supervivencia de patógenos en el suelo porque aumenta el grado de humedad. A su vez facilita el movimiento de los patógenos ya que aporta el vehículo de transporte de los microorganismos.

Condiciones del suelo: la textura y materia orgánica define la superficie global de contacto, la cual se relaciona íntimamente con:

- La capacidad de retención de agua.
- La capacidad de retención de sales y nutrientes.
- La capacidad de retención de sustancias antagonistas o tóxicas para los patógenos.
- La capacidad de retención de bacterias y virus.

Las tres primeras afectan a la supervivencia de los patógenos, la última afecta al movimiento.

En suelos arcillosos se favorece la supervivencia de los microorganismos favoreciendo la protección a desecación y exposición a rayos ultravioletas, esto se debe a que en suelos arcillosos hay una mayor retención de agua, nutrientes y capacidad de adsorción de microorganismos. Por otra parte, el movimiento de los microorganismos es difícil a causa de la adsorción que se genera con las partículas de arcilla. En contraste, los suelos arenosos no favorecen la supervivencia de los microorganismos debido al movimiento de agua, nutriente y una menor capacidad de adsorción.

Según la estructura del suelo habrá espacios vacíos dentro y fuera del agregado. En estos espacios se puede retener una cierta cantidad de agua; cuando esta desaparezca por infiltración o desecación será sustituida por aire; aerobiosis o anaerobiosis más o menos estrictas condicionan la supervivencia de determinados organismos.

El pH del suelo, además de seleccionar los organismos adaptados a vivir en este pH concreto, determina la carga neta de sustancias anfóteras y condiciona la adsorción de los organismos al complejo adsorbente del suelo.

La microflora autóctona puede originar modificaciones del micromedio, competencia por el alimento, síntesis de sustancias beneficiosas o tóxicas para los patógenos, predación, parasitismo, simbiosis y comensalismo. La macroflora favorece el movimiento, facilitando canales a los organismos.

Condiciones del propio microorganismo: Producción de formas de resistencia, características de la capa externa. En condiciones óptimas los coliformes pueden sobrevivir en el suelo muchos meses. En los climas calurosos, especialmente en los áridos, la supervivencia es limitada a 2-3

meses. Las salmonelas pueden sobrevivir hasta un año si el suelo es húmedo y rico en materia orgánica (por ejemplo, si ha estado abonado). La supervivencia es más grande a temperaturas bajas: se han descrito supervivencias de hasta 3 meses en tiempos calurosos, aumentan a unos 5 meses en las condiciones de tiempo de invierno en Europa.

En los vegetales la supervivencia de los patógenos se reduce si las condiciones ambientales prevaecientes son clima árido, radiaciones ultravioletas, baja humedad y calor. El tipo de cultivo también afecta la supervivencia; en hierbas densas y frondosas ésta aumenta porque les confiere mayor protección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bacteriological Analytical Manual Online. September 2002. Capítulo 4 punto G.

Bacteriological Analytical Manual Online. September 2002, actualizado 2013. Capítulo 4 puntos C, D, E y F

Decreto 977/1996. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Biblioteca del congreso Nacional de Chile. Legislación chilena. En: www.leychile.cl

Decreto 106. 1997. Reglamento de aguas minerales. Biblioteca del congreso Nacional de Chile. Legislación chilena. En: www.leychile.cl

Miquel, S. et. al. 1994. Prevenció del risc Sanitari derivat de la reutilització d'aigües residuals depurades com a aigües de reg. Departamento de Sanidad y Seguridad Social, Generalitat de Catalunya.

Parrotta, M.; Bekdash, F. 1998. UV Disinfection for small groundwater supplies, J.AWWA Vol 90.

Solsona, F. 2001. Water disinfection for small community supplies. Capítulo de desinfección de aguas para el manual del IRC "Small Community Supplies" y disponible como separata en la OPS/CEPIS.

Salsona, F.; Mendez, J. 2003. Water Disinfection. Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences Pan American Health Organization Regional Office of the World Health Organization PAHO/CEPIS/PUB/03.89. 208 pág.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21^a Ed. 2005. Capítulo 9. 9221 E.2 pag 9-57.

Turbiedad, Métodos Estándar para la Examinación de Agua y Aguas de Residuales. 21^a Edición, 2005.

Wright, H; Cairns, W. 1998. Desinfección de agua por medio de luz ultravioleta. Trabajo presentado en los Anales simposio OPS: Calidad de agua, Desinfección efectiva. Publicado también en CD-Rom. Disponible en la OPS/CEPIS.

OE 3. Actividad 1. Revisión y recopilación de antecedentes.

La puesta en marcha de esta investigación requirió una revisión de la información existente a nivel nacional. Para esto fue necesario revisar la información disponible en las bases bibliográficas logrando verificar la poca disponibilidad de investigaciones en utilización de la tecnología de desinfección de aguas en riego agrícola. Se obtuvo información que el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) estaba realizando experiencias piloto en la VI Región, Hualañe, donde se ha experimentado y evaluado la tecnología en pequeños productores hortícolas que entregan sus productos hortícolas a supermercados. Los resultados obtenidos por estos agricultores demostraban la efectividad de la luz UV en el control de microorganismos asociados a las aguas de riego utilizando como indicador de contaminación los coliformes fecales. También se consideró algunas experiencias en prácticas de manejo de aguas servidas para la producción agrícola a pequeña escala desarrolladas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

OE3. Actividad 2. Integración de datos generados en el proyecto.

Con la información bibliográfica recopilada más los antecedentes de la experiencia visitada en la VI Región y el análisis de las condiciones de calidad de agua y topografía en el lugar de experimentación, INIA La Platina, se abordó el desarrollo y la implementación del proyecto considerando un sistema cerrado de distribución de aguas por medio de riego por cintas junto a la utilización de un desarenador, acumulador y sistema de filtrado físico por medio de arena y anillas más el filtro de desinfección UV.

Durante la ejecución del proyecto se obtuvieron por un período de 13 meses resultados de análisis de calidad de agua relacionados con la turbiedad y presencia de coliformes fecales, estos fueron

obtenidos en agua que fue tratada con desinfección UV y agua no tratada. En ambos tratamientos se analizó el producto cosechado que se orientó a la producción de lechugas y zanahorias.

De acuerdo a los resultados de los análisis realizados a las aguas se puede mencionar que la calidad de agua desde el punto de vista de contaminación microbiológica tiene una alta variabilidad durante los distintos meses del año llegando incluso a obtener valores muy distintos para un muestreo realizado en un mismo punto con varias muestras. Esto refleja que los cursos de aguas superficiales de riego agrícola permanecen durante todo el año con contaminación microbiológica, sin embargo, se pudo corroborar que durante varios meses (más de la mitad del año) los cursos superficiales están con niveles de contaminación sobre la norma, es decir, sobrepasan los 1000 coliformes fecales por 100 ml y tienden a ser durante la temporada de producción agrícola.

Para las distintas etapas evaluadas (entrada desarenador, acumulador, post filtro de arena-anilla y post filtro de desinfección UV) en sus respectivos puntos de muestreos permite mencionar que el desarenador y acumulador disminuyen significativamente la cantidad de coliformes fecales que trae el agua, desde el punto de vista de remoción de estos coliformes, los valores fluctuaron entre un 68 y más del 95%. Esto refleja un gran aporte en la disminución de coliformes fecales con un método pasivo de reposo y decantación de coloides en las aguas en donde hay una serie de factores ambientales y físicos que favorecen esta reducción. Posteriormente, el sistema de filtrado de arena y anillas no logra reducir la carga de coliformes fecales en forma estable, salvo en algunos meses, sin embargo, posterior a este filtrado el agua era sometida al filtro de desinfección UV logrando un control total de los coliformes fecales. Esto se reflejó en los análisis realizados no habiendo detección de coliformes fecales. No obstante, es preciso mencionar que la carga microbiológica entregada al filtro de desinfección UV siempre fue en valores permitidos por la legislación nacional, es decir, menores a 1000 coliformes fecales en 100 ml.

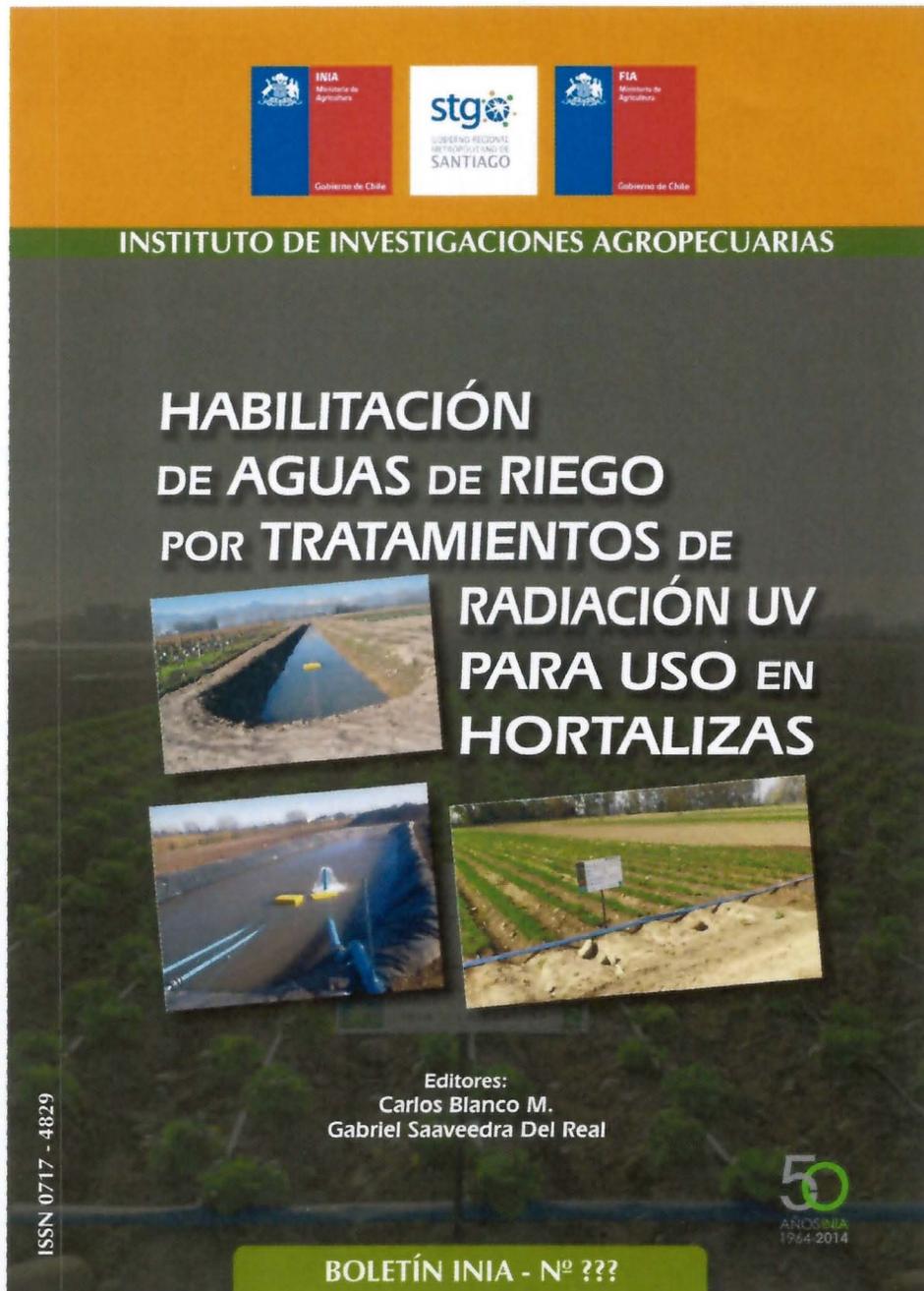
Con respecto, al producto evaluado a la cosecha para la identificación de la bacteria *Escherichia coli* (*E.coli*) en lechugas y zanahorias se observó que no hubo contaminación microbiológica, excepción de dos submuestras independiente del tratamiento utilizado, sin embargo, estuvieron dentro del rango permitido según el Reglamento Sanitario de los Alimentos 977/1996 referidos al Artículo 173 punto 14 Frutas y Verduras tabla 14.1.

OE4. Actividad 1. Recopilación de datos recogidos y antecedentes bibliográficos.

Como se menciona en la actividad anterior se obtuvo datos de análisis de distintas etapas durante el proceso los cuales son detallados más adelante. La recopilación de antecedentes bibliográficos se realizó considerando experiencias a nivel nacional e internacional.

OE4. Actividad 2. Redacción manual diseño y control.

Con relación a esta actividad se elaboro un boletín técnico en donde detalla las distintas etapas del proceso que involucra la utilización de la tecnología de desinfección de aguas por medio de radiación UV.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Producción Hortícola	
1.2	Normativa legal de utilización de aguas para uso agrícola	
2.	IMPORTANCIA DEL RECURSO AGUA Y ALGUNAS TECNOLOGÍAS DESTINADAS A MEJORAR SU CALIDAD	
2.1	Tecnologías y sistemas de tratamientos en agua.....	
2.1.1	Lagunas de estabilización (Biológica o biotecnológica).....	
2.1.2	Desinfección (generalmente mediante cloración).....	
2.1.3	Desinfección por rayos ultravioleta	
2.1.4	Tratamiento con ozono.....	
3.	SISTEMA DE DESINFECCIÓN DE CURSOS DE AGUAS SUPERFICIALES A TRAVES DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA	
3.1	Desarenador	
3.2	Acumulador.....	
3.3	Caseta de control.....	
4.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN CULTIVOS DE LECHUGA Y ZANAHORIAS REGADOS CON AGUA DE CANAL CON DISTINTOS TRATAMIENTOS.	
4.1	Recursos hídricos	
4.2	Análisis de la turbiedad.....	
4.3	Análisis de aguas de canal: coliformes fecales	66
4.4	Análisis de contaminación microbiológica en producto fresco: lechugas y zanahorias. ..	69
4.4.1	Evaluación de lechugas.....	69
4.4.2	Evaluación en zanahorias.....	72
4.5	Factores que pueden afectar el comportamiento de patógenos en el suelo.....	78
5.	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE RIEGO POR MEDIO DE RADIACION UV PARA USO EN HORTALIZAS.	
5.1	Desarrollo.....	86
5.2	Resultado económico del sistema de tratamiento de aguas mediante UV	90
5.3	Determinación de la rentabilidad del sistema	93
5.4	Conclusiones	96

Este boletín se encuentra en la etapa de corrección del último editor para ser derivado posteriormente al Fondo de Innovación Agraria (FIA) para su revisión y aprobación. Posteriormente debe ser derivado a proceso de diseño y diagramación para finalmente derivar a imprenta para posteriormente ser entregado a los agricultores hortícolas, técnicos y demás relacionados con el sector productivo de hortalizas.

OE 5. Actividad 1. Entrega de evaluación técnica y económica de la implementación del sistema de tratamiento de aguas a los agricultores.

La producción de hortalizas se ha convertido en una importante actividad económica del sector agropecuario, en especial en áreas cercanas a los centros de consumo como son las grandes ciudades. Los cambios en los hábitos de consumo de la población y las fuertes campañas publicitarias orientadas a combatir la obesidad en la población han determinado que la demanda por estos alimentos haya crecido de manera importante en nuestro país.

Las hortalizas de hojas sin embargo, han presentado algunas dificultades especialmente en la Región Metropolitana, ya que la calidad de agua utilizada para riego cuenta con una cantidad importante de patógenos que dificultan su producción en gran escala. La elevada presencia de coliformes fecales, y otros microorganismos, dieron origen al establecimiento de decretos y normativas que impiden la producción de las hortalizas que crecen a ras de suelo y se consumen crudas, a menos que se sean producidas con agua de pozo y cumplan con la normativa. Esta situación da origen a que exista una restricción en la superficie a utilizar con estas especies, en una zona en que la población consumidora no solo aumenta sino que también se prevé un fuerte crecimiento de la misma en un plazo, relativamente breve.

La situación anterior tiene dos efectos inmediatos, primero, el limitar las posibilidades de producción en áreas de la Región Metropolitana que presenta una tradición en la producción de estos cultivos afectando los ingresos de la población rural especialmente la de pequeños productores. Por otra parte, el concentrar la producción de estas hortalizas en otras regiones del país, para satisfacer la demanda de la Región Metropolitana, encarece significativamente los costos, no solo de los insumos utilizados sino que además los de la comercialización, especialmente los de transporte, a los cuales deben ser agregados los de ingreso a los mercados mayoristas, y personal que supervisa la comercialización de estos productos en los mercados mayoristas.

Se agrega, el hecho que durante los últimos años, la zona central de Chile se ha visto sometida a una fuerte sequía que ha limitado el uso de agua de pozo dada la disminución de los caudales de estos y con ello limitando las posibilidades de expandir la superficie hortícola lo cual permitiría, aumentar la oferta, regularla en el tiempo y mejorar de esta manera la creciente demanda por este tipo de alimentos.

Por otra parte, la empresa agropecuaria es una típica tomadora de precios, caracterizada por enfrentar mercados en los cuales tiene escasa información siendo esta además asimétrica en la que los precios de los productos enfrentan una alta variabilidad entre años y dentro de la temporada. Esta situación ha ido cambiando dado que existen programas gubernamentales que propenden a mejorar el conocimiento por parte de los productores de las condiciones de comercialización de sus productos. Se agrega un componente de gran importancia, los productores generalmente no cuentan con registros productivos, lo suficientemente claros que permita al final del ciclo productivo, los resultados económicos de la gestión.

Con este propósito se desarrolló un sistema de riego que permite usar una tecnología para tratar el agua de cursos superficiales por medio un filtro de radiación ultravioleta que permite desinfectar el agua previo al riego, disminuyendo de manera significativa la presencia de coliformes y otros potenciales patógenos mejorando la calidad del agua y permitiendo la producción de hortalizas que eventualmente podrían ser incorporadas al proceso productivo en áreas que en la actualidad presentan limitaciones de tipo sanitario.

Básicamente este sistema está orientado a un riego cerrado presurizado "cintas" el cual consiste en implementar una infraestructura consistente en un desarenador, un tranque acumulador, la caseta de control de riego en donde se encuentra el sistema de desinfección UV, y el sistema de distribución de agua por cinta a las hortalizas.

El objetivo de este análisis fue el determinar los costos de la inversión, y establecer su equivalencia para un año de operación y de la rentabilidad del sistema. Estos costos fueron obtenidos de la empresa que ejecutó la obra.

Para ello se simuló, dada las características y el tamaño de la inversión, una superficie de 8 hectáreas, las cuales fueron subdivididas en 21 sectores, los cuales permiten regar en términos rotativos para una capacidad de distribución del agua de 6 litros por segundo. Se consideró 3 sistemas productivos conformados por 7 sectores cada uno logrando una superficie de 2,6 hectáreas cada uno en los cuales se simuló el establecimiento de especies hortícolas para cada una de las temporadas.

Desarrollo

El Cuadro 12 muestra el nivel de inversión asociada a la construcción de la infraestructura, incluyendo la obra gruesa que fue necesaria para el establecimiento del sistema de riego.

El monto de la inversión alcanza a m\$37,9 y al agregar el plástico de recubrimiento del tranque y las cinta de riego, el monto asciende a MM\$ 45. Desde el punto de vista de la estructura de los costos de inversión, gran parte de ella se concentra en la obra gruesa, instalación de la matriz y quipo eléctrico las que en conjunto representan un 64,3% y un 54,1 % sea esto considerando o no las instalaciones del recubrimiento plástico y cinta de riego. La unidad de desinfección UV (Ultravioleta), representa un costo relativamente menor considerando la magnitud de los otros ítems anteriores.

Cuadro 12. Niveles de inversión del sistema de tratamientos de aguas superficiales por medio de desinfección ultravioleta diseñada para 8 hectáreas de hortalizas. Ítem

	Valor (\$)	(%)	(%)
Fundaciones	10.000.000	26,4	22,2
Empalme trifásico	1.200.000	3,2	2,7
Caseta de control	1.600.000	4,2	3,6
Matriz PVC y fitting:	7.955.449	21,0	17,7
Equipo eléctrico:	6.404.253	16,9	14,2
Sistema de filtrado:	2.714.519	7,2	6,0
Equipo fertirrigación:	740.000	2,0	1,6
Válvulas y piezas de acero caseta	938.000	2,5	2,1
Proyecto	1.082.000	2,9	2,4
Fletes y montaje	1.294.000	3,4	2,9
Unidad de UV (desinfección)	3.800.000	10,0	8,4
Estabilizador de voltaje	150.000	0,4	0,3
Sub Total	37.878.221	100	
Revestimiento tranque	1.600.000		3,6
Cinta Riego para distribución de agua	5.496.624		12,2
Total	44.974.845		100

Es importante considerar que el costo de la cinta representa para estas 8 hectáreas, una inversión equivalente a Mm\$ 5,5, lo que representa un 12,2 % del valor total de las inversiones.

El Cuadro 13 muestra la vida útil y la depreciación anual de las inversiones asociadas a la construcción de la infraestructura del sistema.

Cuadro 13. Vida útil y depreciaciones de los componentes de la inversión en tratamiento de aguas UV.

Ítem	Vida útil (años)	Depreciación Anual
Fundaciones	10	1.000.000
Empalme trifásico	10	120.000
Caseta de control	10	160.000
Matriz PVC y fitting:	5	1.591.090
Equipo eléctrico:	10	640.425
Sistema de filtrado:	5	542.904
Equipo fertirrigación:	5	148.000
Válvulas y piezas de acero caseta	5	187.600
Unidad de UV (desinfección)	5	760.000
Estabilizador de voltaje	5	30.000
Plástico recubrimiento tranque	5	320.000

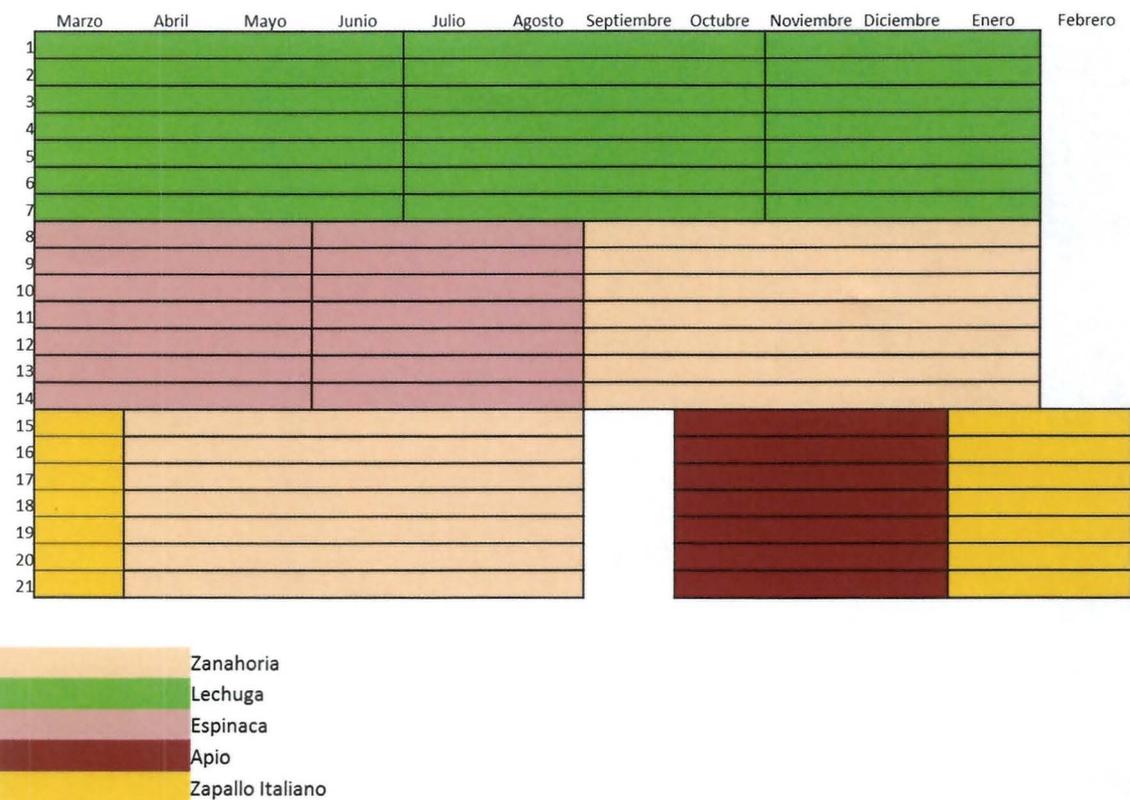
Los cultivos utilizados para la evaluación económica fueron: lechuga; espinaca; apio, zanahoria y zapallo italiano. Las razones de esta elección obedecen a la necesidad de distribuir en una mayor cantidad hortalizas que se encuentran prohibidas de regar con aguas superficiales (lechuga, espinaca y apio) pudiendo regarlas solo con agua de pozo y de usar de manera más intensiva el suelo disponible y el capital de inversión utilizado en este trabajo.

Los 21 sectores fueron distribuidos en 3 módulos los cuales fueron conformados por 7 sectores cada uno permitiendo dar origen a las rotaciones que pudiesen ser regadas con agua desinfectada con radiación UV.

El primero de ellos, denominado Modulo 1, simuló la existencia de lechugas, en tres rotaciones a lo largo de la temporada, El Modulo 2, corresponde a una rotación simulada de espinaca y zanahoria. El Modulo 3, zanahoria, apio y zapallo italiano.

La disposición temporal de estos cultivos en la superficie calculada para cada uno de ellos se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Plan de manejo de la superficie destinada a la producción de hortalizas bajo el esquema UV.



Los costos de producción fueron recopilados a través de planillas de cálculo elaboradas por INIA, en base a información proporcionada por productores, más información proveniente de ODEPA. En cada uno de los casos se asume riego con cinta, y compra de plantines ahorrándose el proceso de preparación de estos y así acortar con ello el tiempo de uso de la superficie en el sistema. Dado que los productores hortícolas utilizan más de un cultivo por sector, y puesto que utilizan las cintas de riego para más de uno de ellos, se asume que el retiro y colocación de las cintas de riego, sistema layflat, ocupan 4 jornadas por hectárea cada una. Adicionalmente se considera como parte de los costos el valor de arriendo del terreno, como un costo alternativo, y un interés al capital fijo de un 3% derivado de las inversiones realizadas en el sistema de riego utilizando desinfección UV. Los principales valores utilizados se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Principales valores utilizados en la evaluación económica.

Ítem	Unidad	Valor Unidad
Planta de lechuga	Pesos	14
Planta de apio	Pesos	15
Planta de zapallo italiano	Pesos	27
Jornada Hombre	Pesos	15.000
Arriendo de Tierra	Pesos	300.000
Colocar cintas de riego/cultivo	Jornadas Hombre /ha	4
Retirar cintas de riego / cultivo	Jornadas hombre /ha	4
Interés al capital fijo	%	3
Costo anual operación riego	Pesos	120.000

Los valores correspondientes al uso de maquinaria y de los insumos utilizados en el proceso productivo fueron obtenidos de las empresas de servicios de maquinaria agrícola y de distribuidora de insumos. El valor de la mano de obra corresponde al valor promedio de su uso en explotaciones agrícolas de la Región Metropolitana. Es importante indicar que existe amplia variabilidad en este valor y que se ha utilizado el más alto para proporcionar mayores exigencias a la evaluación económica del sistema. Todos los valores son sin IVA.

1.1 Resultado económico del sistema de tratamiento de aguas mediante UV

Los valores de la comercialización se obtuvieron de los datos proporcionados por los productores o de la información proveniente de ODEPA. El Cuadro 15, que se muestra a continuación indica las unidades de comercialización, rendimientos por cultivo y precios de cada una de las hortalizas consideradas en este análisis.

Cuadro 15. Rendimientos por hectárea y precios a nivel de productor de las hortalizas utilizadas en el análisis.

Cultivo	Unidad	Rendimiento	Precio (\$)
Lechuga	Unidad	37.800	90
Zanahoria	Unidad	225.000	12
Espinaca	Caja de 12 kilos	1.314	3.000
Apio	Atado de 12 unidades	2.550	1.500
Zapallo italiano	Caja de 60 unidades	900	5.500

El Cuadro 16, muestra los principales indicadores productivos por hectárea para cada uno de los cultivos. Los costos de producción directos por hectárea fluctúan entre Mm\$1,7 para zanahoria y Mm\$2,9 para zapallo italiano. En general las mayores diferencias entre los costos se deben a la cantidad de mano de obra requerida para su cultivo. En estos costos se considera la operación del tratamiento de desinfección UV, vale decir los costos de energía. Los niveles de rendimientos utilizados corresponden a valores que se encuentran significativamente menores a los parámetros de una buena producción para cada uno de ellos. Una situación similar ocurre con los niveles de precios usados para este trabajo, y que son los recolectados a nivel de productores de la Región Metropolitana.

Cuadro 16. Indicadores económicos por hectárea y cultivo.

Cultivo	Costos Directos	Rendimiento	Precio	Ingresos Brutos	Margen Bruto
Lechuga	2.278.590	37.800	81	3.061.800	783.210
Espinaca	2.750.682	1.314	2.700	3.547.800	797.118
Zanahoria	1.707.678	247.500	11	2.673.000	965.322
Apio	2.217.640	2.550	1.350	3.442.500	1.224.860
Zapallo Italiano	2.903.683	900	4.950	4.455.000	1.551.317

Los ingresos brutos calculados, a través de los rendimientos y los precios, indica que lo mayores valores se obtienen con zapallo italiano, y los menores con zanahoria, en términos de márgenes brutos, zapallo italiano mantiene su condición de generar mayores ingresos y en caso opuesto lechuga obtiene los menores márgenes. La diferencia en los márgenes brutos entre estos dos cultivos alcanza a un 98%, mientras que en términos de costos, esta diferencia solo alcanza a un 27,4%. Si bien, zapallo italiano aparece muy atractivo es importante indicar que uno de los problemas que tiene esta hortaliza es la mano de obra para cosecha además de la dificultad en

comercialización ya que se requiere de un momento óptimo de cosecha y venta para que alcance un buen precio en el mercado.

El cultivo de espinaca, requiere de un manejo adecuado para alcanzar niveles de rendimiento y precios de mercado, de acuerdo a los antecedentes que se manejan en INIA la producción presenta altas variaciones en los rendimientos. Por su parte zanahoria y apio, son hortalizas de mayor difusión en donde es posible encontrar productores altamente especializados en su cultivo, por ello en este trabajo se asumen rendimientos asociados a productores de este tipo y las variaciones están más asociadas a los precios que eventualmente reciban los productores.

En base a los valores del Cuadro 16, se determinaron los resultados operativos de los tres módulos que conforman el manejo de las 8 hectáreas y que responden al diseño del sistema de uso de desinfección UV para riego de las hortalizas consideradas en este análisis. El Cuadro 17 muestra los resultados que se obtienen en cada uno de los módulos propuestos.

Los tres cultivos de lechugas, señalados como módulo 1, generan un margen bruto de Mm\$5,7, mientras que el módulo 2, conformado por espinacas y zanahoria dan origen a un margen bruto de Mm\$6,3 El módulo 3, conformado por los cultivos de zanahoria, apio, zapallo italiano, dan un margen bruto de Mm\$9,4. Los tres módulos que utilizan el sistema UV, generan en términos de margen bruto Mm\$21,4. Al descontar de este margen, los imprevistos y el valor del arriendo de la tierra, el margen neto del sistema tratamientos de agua por desinfección UV genera una utilidad de Mm\$17.

Si a los costos directos por cultivo y hectárea, señalados en el Cuadro 17, se multiplica las hectáreas de cada uno de los módulos y el número de veces que cada uno de estos se encuentra en el sistema, obtenemos los valores que se muestran en el cuadro "Ingresos y costos de cada uno de los módulos productivos"

Los márgenes netos de cada uno de los módulos propuestos alcanzan a unos Mm\$ 4,2 para el caso de lechuga (módulo 1), Mm\$5,0 para el módulo 2, y de unos Mm\$7,9 para el módulo 3. De acuerdo a los antecedentes los costos operacionales del sistema UV, alcanza a m\$7 por hectárea, mientras que los ingresos brutos a Mm\$9,8, lo cual genera un beneficio neto de 2,2, millones de pesos por hectárea.

Cuadro 17. Ingreso y costos de cada uno de los módulos productivos utilizados en la producción de hortalizas con el sistema de tratamientos de aguas por desinfección UV.

Cultivo	Costos Directos	Ingresos	Margen Bruto	Imprevistos	Arriendo	Margen Neto
<i>MODULO 1</i>						
Lechuga	18.015.444	23.790.186	5.774.742	288.737	1.295.000	4.191.005
<i>MODULO 2</i>						
Espinaca	14.248.533	18.377.604	4.129.071	206.454		2.627.618
Zanahoria	4.422.886	6.923.070	2.500.184	125.009		2.375.175
Subtotal	18.982.219	25.300.674	6.318.455	331.463	1.295.000	5.002.792
<i>MODULO 3</i>						
Zanahoria	4.422.886	6.923.070	2.500.184	125.009		1.080.175
Apio	5.743.688	8.916.075	3.172.387	158.619		3.013.768
Zapallo italiano	7.520.539	11.538.450	4.017.911	200.896		3.817.015
Subtotal	17.997.913	27.377.595	9.379.682	484.524	1.295.000	7.910.958
Totales	54.995.576	76.468.455	21.472.879	1.104.724	3.885.000	17.104.755

1.2 Determinación de la rentabilidad del sistema

Además del análisis de los márgenes brutos del sistema planteado, se determinó la rentabilidad a largo plazo del sistema. Para ello se simuló con un horizonte de 10 años, los ingresos y costos de los tres módulos propuestos y evaluados en conjunto y que se muestran en el cuadro 16, considerando además las necesidades de reinversiones dada la vida útil de los componentes de las inversiones requeridas por el sistema. Paralelamente se consideró un valor de arriendo de terreno anual de \$500.000 la hectárea.

La evaluación consistió en calcular la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) con una tasa de interés alternativa de un 12%, para el sistema de tratamiento de aguas, es decir para los tres módulos que suman en conjunto aproximadamente unas 8 hectáreas.

La tasa interna de retorno de una inversión o proyecto es la tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo (tanto positivos como negativos) de una determinada inversión igual a cero.

El VAN, se utiliza para calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, producto de la realización de una inversión. La metodología consiste en actualizar mediante una tasa, denominada tasa de descuento, todos los flujos de caja futuros que genera el proyecto al tiempo 0 y compararlos con la inversión inicial.

El monto de la inversión corresponde a la indicada en el Cuadro 12, mientras que los ingresos al igual que los costos directos provienen del Cuadro 17.

El Cuadro de los Flujos Netos se muestra en el Cuadro 18, mientras que los resultados de la evaluación considerando el análisis de sensibilidad, se muestra en el Cuadro 19.

Cuadro 18. Flujos netos del sistema proyectado para uso de tratamiento de aguas.

Ítem	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Módulo 1		23.790.186	23.790.186	23.790.186	23.790.186	23.790.186	23.790.186	23.790.186	23.790.186	23.790.186	23.790.186
Ingresos Módulo 2		25.300.674	25.300.674	25.300.674	25.300.674	25.300.674	25.300.674	25.300.674	25.300.674	25.300.674	25.300.674
Ingresos Módulo 3		27.377.595	27.377.595	27.377.595	27.377.595	27.377.595	27.377.595	27.377.595	27.377.595	27.377.595	27.377.595
Ingresos Totales		76.468.455	76.468.455	76.468.455	76.468.455	76.468.455	76.468.455	76.468.455	76.468.455	76.468.455	76.468.455
Costos D. Módulo 1		18.015.444	18.015.444	18.015.444	18.015.444	18.015.444	18.015.444	18.015.444	18.015.444	18.015.444	18.015.444
Costos D. Módulo 2		18.982.219	18.982.219	18.982.219	18.982.219	18.982.219	18.982.219	18.982.219	18.982.219	18.982.219	18.982.219
Costos D. Módulo 3		17.997.913	17.997.913	17.997.913	17.997.913	17.997.913	17.997.913	17.997.913	17.997.913	17.997.913	17.997.913
Cotos Directos		54.995.576	54.995.576	54.995.576	54.995.576	54.995.576	54.995.576	54.995.576	54.995.576	54.995.576	54.995.576
Obra Gruesa	10.000.000										
Empalme trifásico	1.200.000										
Caseta de control	1.600.000										
Matriz PVC y fitting	7.955.449				7.955.449						
Equipo eléctrico:	6.404.253										
Sistema de filtrado	2.714.519										
Equipo fertiirragaci	740.000				740.000						
Válvulas y piezas de	938.000				938.000						
Proyecto	1.082.000				1.082.000						
Fletes y montaje	1.294.000										
Unidad de UV (desi	3.800.000				3.800.000						
Estabilizador de vol	150.000				150.000						
Plástico recubrimie	1.600.000				1.600.000						
Cinta Riego	5.496.624		2.748.312		2.748.312		2.748.312		2.748.312		
Inversiones	44.974.845		2.748.312		19.013.761		2.748.312		2.748.312		
Arriendo Terreno		4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000
Beneficio Neto	-44.974.845	17.472.879	17.472.879	14.724.567	17.472.879	-1.540.882	17.472.879	14.724.567	17.472.879	14.724.567	17.472.879

El análisis de sensibilidad que se observa en el Cuadro 17 muestra el efecto en los parámetros económicos, al variar el precio de los hortalizas estudiadas y en forma independiente, la disminución en los rendimientos, cuando el precio de estas se mantiene en las condiciones iniciales (100%).

Cuadro 19. Análisis de sensibilidad de precios y rendimientos en el sistema UV.

Precios	100%	90%	80%
TIR (%)	31,70	6,54	S/N
Tasa estimada	12%	12%	12%
VAN (\$)	34.617.359	-8.246.116	-51.109.591
Rendimiento	100%	90%	80%
TIR (%)	31,70	11,24	-21,06
Tasa estimada	12%	12%	12%
VAN (\$)	34.617.359	-1.190.400	-36.998.159

Los resultados señalan que el precio y lo rendimientos tienen un efecto muy importante en los resultados económicos proyectados para la implementación y puesta en marcha de un sistema de tratamiento de cursos superficiales mediante desinfección UV y bajo un sistema hortícola modular que incluye especies prohibidas de cultivarse con agua directa de canales. Si los precios considerados en el estudio, que son los promedios de mercado, bajan en un 10 %, La TIR disminuye desde un 31,7% a solo un 6,54%. Por otra parte, el VAN a una tasa del 12% se hace negativo en Mm\$8,2, por otra parte, si los rendimientos por hectárea, disminuyen en un 10%, para todas las hortalizas consideradas en este trabajo, la TIR disminuye desde un 31,7% a solo un 11,24%, y por ello el VAN alcanza a Mm\$-1,2.

1.3 Conclusiones

El estudio económico muestra la factibilidad de la realización de un sistema de tratamiento de aguas mediante desinfección con luz ultravioleta y sistema productivo modular, considerando las especies que para este propósito fueron utilizadas.

Los costos directos sean por hectárea o para cada uno de los tres sistemas evaluados, utilizando técnicas de producción adecuadas generan un nivel de producto que compensa con los ingresos percibidos, los costos incurridos.

La Tasa Interna de Retorno (TIR), considerando los precios y rendimientos por hectárea promedios a los cuales se transan los productos evaluados, alcanza a un 31,7% y un VAN de Mm\$34,6, al ser utilizada una tasa de interés de un 12 %. El análisis de sensibilidad sin embargo muestra que la TIR, baja significativamente cuando disminuyen los precios de los productos como el rendimiento, ambos evaluados en forma separada. Esta condición

determina la necesidad de una permanente supervisión técnica de este sistema o bien generar otros mecanismos que permitan utilizar el sistema UV, con niveles de inversión más bajos.

OE6. Actividad 1. Realizar charlas a técnicos y agricultores.

Como actividades de difusión durante el desarrollo de la investigación se pueden mencionar las siguientes:

1. XXVI Convención Nacional de Productores de Frutas y Hortalizas: 8-9 de octubre 2013. Espacio Riesco. R.M. Asistencia: 120 personas. Agricultores, técnicos, empresarios, etc.
2. Temuco: Charla "Desinfección de cursos de aguas superficiales por medio de radiación UV para su uso en hortalizas". 15 de octubre del 2013. Club Frontera Country Club. Región Araucanía. Asistencia: 111 personas.
3. Día de campo: "Desinfección de cursos de aguas superficiales por medio de radiación UV para su uso en hortalizas". 23 de diciembre del 2013. INIA La Platina. R.M. Asistencia: 22 agricultores. RM.
4. Capacitación Técnicos INDAP y PRODESAL: "Desinfección de cursos de aguas superficiales por medio de radiación UV para su uso en hortalizas". INIA La Platina. R.M. 28 de octubre del 2013. Asistencia. 63 técnicos.
5. Seminario Cierre Proyecto: 7 de agosto del 2013. INIA La Platina. R.M. Asistencia: 35 agricultores y técnicos.

Links de información relacionada con el proyecto.

<http://www.inia.cl/platina/reunion-de-coordinador-alterno-de-proyecto-fia-de-la-platina-con-personeros-seremia-de-salud-rm-isp-y-fia-en-inia-la-platina/>

<http://www.inia.cl/platina/visita-integrantes-comite-directivo-externo-de-inia-la-platina-a-proyecto-habilitacion-de-aguas-de-canal-por-medio-de-filtros-uv-en-recinto-de-la-platina/>



SEMINARIO CIERRE PROYECTO

PROYECTO “HABILITACIÓN DE AGUAS DE RIEGO POR TRATAMIENTOS DE RADIACIÓN UV PARA USO EN HORTALIZAS “

Fecha: 07 de Agosto del 2014.

Lugar : INIA LA PLATINA. Auditorium.

10:00 – 10:05 Bienvenida Srta. Marisol Gonzalez.

10:05 – 10:20 Palabras del Director de Proyecto Sr. Gabriel Saavedra.

10.20 – 11:00 Presentación de resultados del proyecto. Implementación sistema de riego con tratamientos de filtro UV y resultados en cultivos. Expone. Carlos Blanco M.

11.00 – 11.45 Evaluación económica para la utilización de la tecnología de desinfección UV en cultivos hortícolas. Expone. Arturo Campos.

11.45– 12.30 Coctel

12.45 FIN DE PROGRAMA.

REGISTRO ASISTENCIA

SEMINARIO CIERRE PROYECTO FIA TRATAMIENTO DE AGUAS

I. ANTECEDENTES

FECHA

07 DE AGOSTO 2014

LUGAR

INIA LA PLATINA

II. ASISTENTES

	NOMBRE	FIRMA	FONO Y/O CORREO ELECTRONICO
1	Carlos Alvarado		
2	Manuel Bustos		
3	Rafael Rojas		
4	Juan Diego P.		
5	Marcia Tomas P.		
6	Margaluz P.		
7	Juan Roberto		
8	Nelson Alvarado		
9	Luis Alvarado		
10	Jesse Amparó		
11	Franco Jasso		
12	Julio Saenz R.		

	NOMBRE	FIRMA	FONO Y/O CORREO ELECTRONICO
13	Jorge Becerra		
14	Francisco Beza		
15	CHRISTIAN KALFA		
16	ALFREDO A. BARRERA (DNI 100000000)		
17	PATRICIA SANCHEZ CARRERA		
18	Ricardo Vazquez EROMER		
19	MANUEL RIVERA SOLER		
20	Cecilia Los muros		
21	José Mercedes M.		
22	HELENA LOPEZ M.		
23	José Ignacio LÓPEZ		
24	José Orellana L.		
25	JAMES SUTER		
26	Francisco Porroza P.		
27	Jaime Bunge		

	NOMBRE	FIRMA	FONO Y/O CORREO ELECTRONICO
28	Zapribo PRADO Bio LIGHT S.A.		
29	Juan Carlos Mendi SERENI - Agua		
30	Edmundo Gustavo Morales Cereza Salud		
31	Patricia Góngora Soto SERENI de Salud.		
32	María José Herrera G. SERENI de Salud		
33	Violante Rojas Soto		
34	María Alejandra		
35	Patricia Sepúlveda		
36			

OE6. Actividad 2. Desarrollar material escrito para publicación en revista y web.

Con respecto a la publicación de la información generada en el proyecto se publicó en la revista RedAgrícola una entrevista basada en la puesta en marcha del proyecto, objetivos, y proyecciones de la información generada que se puede revisar en:

<http://www.redagricola.com/reportajes/riego/tratamiento-de-agua-mediante-radiacion-ultravioleta>

Además, se pretende publicar posterior a la aprobación e impresión del boletín un artículo en la Revista Tierra Adentro y Red Agrícola en donde se detalle las distintas etapas que se diseñaron para la puesta en marcha del proyecto, resultados, conclusiones, etc.