

# ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN CULTIVOS DE LECHUGA Y ZANAHORIAS REGADOS CON AGUA DE CANAL CON DISTINTOS TRATAMIENTOS

**Carlos Blanco M.**

*Ing. Agr. Magister*

*INIA La Platina*

**Gabriel Saavedra del Real**

*Ing. Agr. M.Sc. Ph.D.*

*INIA La Platina*

La técnica de tratamiento de aguas con radiación ultravioleta es una práctica que ha sido ampliamente probada y utilizada en el país y el extranjero. Se aplica en diversas áreas, siendo autorizado su uso expresamente por el Ministerio de Salud en el Código Sanitario, como por ejemplo, para la potabilización de aguas embotelladas (Minsal, 1997), o para lavado de equipos de lechería. Además, la tecnología UV aplicada en aguas está siendo utilizado en el país en campos como: tratamiento de riles, salmonicultura, bebidas embotelladas, existiendo un numero amplio de empresas que venden los equipos y dan soporte técnico a su utilización. En agricultura se han realizado una serie de ensayos de equipos en los que ha participado la Comisión Nacional de Riego, constatando la efectividad de los equipos utilizados y del tratamiento realizado. Para el Ministerio de Agricultura, ésta es una práctica validada que podría utilizarse sin inconvenientes en tratamiento de aguas de riego para hortalizas que crecen a ras de tierra. El motivo que ha detenido esta tecnología es que aún es una técnica aislada en la agricultura, no aplicada dentro de un proceso que utilice sus beneficios, y el organismo que norma y controla la calidad de las aguas de riego para este fin, el Ministerio de Salud, no la autoriza, pues no se le ha presentado la información adecuada, y por tanto, desconoce su forma de aplicación, su efectividad y carece de los parámetros que le permitirían hacer un control efectivo sobre él.

A nivel de cauces no hay tratamientos y sólo se practica el tratamiento de aguas servidas por empresas sanitarias antes de devolver estas aguas

utilizadas a canales o ríos. A nivel predial no existe ninguna práctica en este sentido, por lo cual lo que se realizó en esta investigación fue la primera solución real que tendrían los agricultores en forma individual respecto a aguas contaminadas por microorganismos.

Entonces, con el objetivo de 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, se realizó una investigación en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación La Platina (33° 34' latitud sur y 70° 38' longitud oeste; 630 m.s.n.m) durante la temporada 2013/2014.

## 4.1. RECURSOS HÍDRICOS

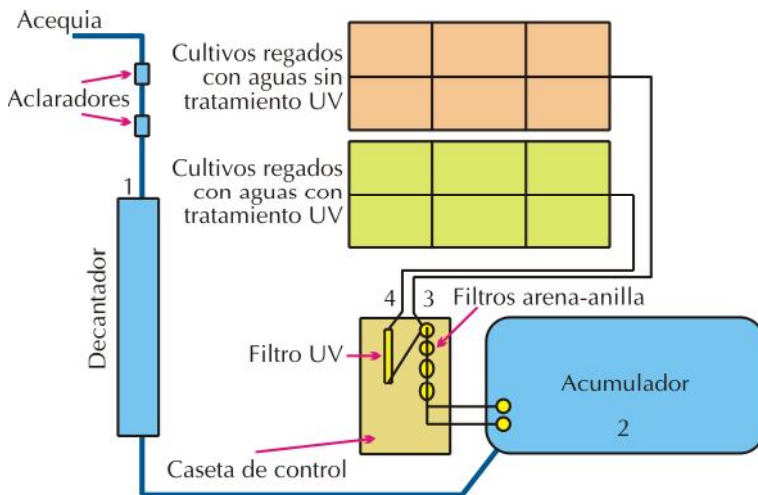
Con respecto al recurso hídrico que utiliza el predio para riego de cultivos, frutales y hortalizas, éste proviene de cursos de aguas superficiales (canales), que nacen del sector de la Obra, Las Vizcachas, Puente Alto, Santiago. El canal matriz San Carlos Tronco, da origen al Canal Eyzaguirre y deriva en el Canal San José. Este último provee de agua a La Platina. Estos canales se encuentran supervisados y mantenidos por la Sociedad del canal del Maipo ([www.scmaipo.cl](http://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 los meses de junio y 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 de 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 ya sea química como microbiológica.

Con respecto a la condición predial donde se llevó a cabo 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 cual permite en muchos casos, disminuir la contaminación al actuar como una barrera física y/o biofiltros disminuyendo la cantidad de carga microbiológica en las aguas.

Otro aspecto que es necesario de 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 consiste 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 la decantación de los coloides en suspensión que traen las aguas (**Figura 12**).

Los muestreos se efectuaron en las siguientes etapas como se indican a continuación y se ilustran en la Figura 12:



**Figura 12.** Diagrama de distribución del proceso y puntos de toma de muestras de aguas.

1. Entrada del decantador (coliformes fecales y turbiedad).
2. Acumulador (coliformes fecales).
3. Posterior filtros de arena y anilla (coliformes fecales y turbiedad).
4. Posterior a filtro de desinfección UV (coliformes fecales).

## 4.2. 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 el 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 el agua destinada a consumo “potable”, no puede superar 20 NTU (Unidades Nefelométricas) (Norma Chilena Oficial NCh409/1.Of2005). DS735.

En el **Cuadro 3**, 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 de 2014 y noviembre de 2013. Es necesario considerar que la mayoría de los

**Cuadro 3.** Turbiedad evaluada en distintas etapas del proceso de desinfección de aguas por medio de radiación UV en cultivos de lechuga. INIA La Platina 2013.

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, NTU. Límite Detección: 0,1 NTU.

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

canales en la época invernal son suspendidos 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, éste permaneció con un caudal mínimo desde junio a septiembre de 2013, en donde la turbiedad no alcanzó valores muy altos a excepción del mes de julio de 2013 con 73,3 NTU. Sin embargo, se aprecia una tendencia al aumento de la turbiedad a medida que comienza la temporada de riego, desde octubre a marzo, llegando a valores superiores a 150 NTU, lo cual indica que se trata aguas con una importante turbiedad. Esto se debe básicamente al aumento de los caudales en los cursos superficiales, producto de los deshielos cordilleranos, acarreo de sedimentos y contaminación física, facilitando el arrastre de material en suspensión.

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 mediante 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, éstas pasan por un sistema de filtrado de arena y anilla. En esta etapa se evaluó la turbiedad, de manera de tener un parámetro de qué 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 de 2014 lo cual representa una calidad de agua muy buena desde el punto de vista de turbiedad, y que favorece significativamente la eficiencia del filtro de desinfección ultravioleta. En términos de porcentaje de remoción de la turbiedad ésta llegó a valores que fluctuaron entre 53 y 99% para los meses de junio y noviembre de 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.

### **4.3. ANÁLISIS DE AGUAS DE CANAL: COLIFORMES FECALES**

Desde mayo de 2013 hasta junio de 2014, en cultivo de lechugas y zanahorias, se tomaron muestras de aguas de riego en distintos puntos de muestreos. Éstas fueron derivadas al Instituto de Salud Pública (ISP),

para determinación de contaminantes microbiológicas considerando como indicador los coliformes fecales.

En el **Cuadro 4**, se observa los resultados de los análisis de aguas realizados en las distintas etapas del proceso. Los valores que se observan entre los meses de mayo a diciembre de 2013 corresponden al resultado obtenido de una muestra de aguas en su respectiva etapa. Posteriormente, a partir de enero a abril de 2014 los resultados corresponden a un promedio de tres muestras de aguas por cada etapa.

**Cuadro 4.** Resultados de coliformes fecales en distintas etapas del proceso de tratamientos de aguas superficiales aplicados al cultivo de lechuga y zanahoria. INIA La Platina. La Pintana, Santiago, Región Metropolitana. 2013-2014.

Identificación muestra	Fecha	Entrada		Post filtro	
		decantador	Acumulador	Arena-Anilla	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, NMP/100 mL. Límite Detección: 1,8 NMP/100mL

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

Los valores máximos de coliformes fecales fueron detectados durante los meses de junio y julio de 2013 con 16.000 NMP/100 ml y el valor mínimo fue para el mes de agosto de 2013 con sólo dos 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 éste, vertiendo percolados sanitarios y materia orgánica de diverso origen. Para el mes de agosto de 2013, el canal comenzó a operar con este tramo abovedado, lo cual se reflejó significativamente en valores más bajos obtenidos desde agosto en adelante. Actualmente, queda solo un tramo de 800 a 1000 metros expuesto, pero de menor impacto de contaminación.

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, en el sector 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 de 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 de 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 de 2013 donde, se alcanzó los valores mayores de contaminación con 16.000 NMP/100 ml en la entrada del decantador.

Un caso puntual, se observó 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 de 2013. Se puede observar que al comparar el efecto de la filtración con la etapa previa del acumulador desde junio a noviembre de 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 de 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 de 2013 y enero de 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 de 2014, el efecto de filtrado no ejerció 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 de 2014, donde la concentración de coliformes fecales aumentó de 323 a 375 NMP/100

ml, en las etapas de acumulador a post filtración arena-anilla, siendo un 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 de 2014, en donde el agua de canal pasó 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 cual disminuye la eficiencia del filtrado y favoreció el aumento de los coliformes fecales.

La etapa final del sistema evaluado en la investigación, correspondió a muestreos realizados en las aguas a la salida del filtro de desinfección UV, previa distribución al cultivo. Se observó 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 de 2014, valores que no son elevados por efecto del tratamiento realizado en las etapas previas. Sin embargo, reflejaron contaminación de las aguas, pero la acción del sistema de desinfección por medio de radiación UV otorgó la certeza de disponer agua libre coliformes fecales.

#### **4.4. 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 analizó 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, debiéndose 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 mi-

crobiológica. Además, entre ambas especies hay una clara diferencia botánica en relación al órgano de consumo y hábito de crecimiento.

Se realizó 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.

#### 4.4.1. Evaluación de lechugas

El análisis de lechugas establecidas en INIA 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, siendo en ambos casos el tratamiento repetido por tres veces.

El primer ciclo de cultivo de lechuga permitió la cosecha durante el mes de octubre de 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 5**, 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, la cosecha fue realizada durante el mes de diciembre de 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 evaluó nueve lechugas, que finalmente en laboratorio fueron reunidas en grupos de tres unidades para la obtención de tres análisis (sub muestra), por repetición para cada tratamiento.

**Cuadro 5.** 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 de 2013.

Tratamientos	<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

Nota: Límite de detección 10 ufc/g.

En el **Cuadro 6**, se puede 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 6.** 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 de 2013.

Tratamientos	<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

Nota: Límite de detección 10 ufc/g.

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

En el **Cuadro 7**, se puede 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.

**Cuadro 7.** 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 de 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

Nota: Límite de detección 10 ufc/g.

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 de 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 sólo en una muestra sobrepasaron el rango máximo permitido y correspondió al tratamiento sin desinfección por medio de radiación UV.

#### 4.4.2. Evaluación en zanahorias

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

Los resultados del **Cuadro 8**, corresponden al primer ciclo de cultivo que permitió la cosecha en octubre de 2013.

El número de muestras consideradas en cada evaluación fue de tres zanahorias por repetición, las que finalmente en laboratorio formaron

**Cuadro 8.** 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 de 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	<b>2.500</b>
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	<b>40.000</b>

Nota: Límite de detección 10 ufc/g.

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

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 el tratamiento con desinfección UV, repetición 3 y tratamiento sin desinfección UV, repetición 3, donde se detectó 2.500 y 40.000 ufc/g de *E. coli*.

En un segundo cultivo de zanahorias cosechado en marzo de 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 9**, 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 cual indica que no se detectó la presencia de *E. coli* en todas las muestras analizadas independiente del tratamiento aplicado a las aguas.

**Cuadro 9.** 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 de 2014.

Tratamientos	<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

Nota: Límite de detección 10 ufc/g.