

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/267789004>

EFICIENCIA DE LA LUZ ULTRAVIOLETA PARA LA DESINFECCIÓN DE AGUA RESIDUAL CON ALTO CONTENIDO DE PATÓGENOS

Article · January 2000

CITATIONS

2

2 authors:



Norma Beltrán

Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias

8 PUBLICATIONS 92 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Blanca Jiménez

Universidad Nacional Autónoma de México

297 PUBLICATIONS 5,053 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Global FRIEND-Water Conference [View project](#)



Ecosystem services [View project](#)

EFICIENCIA DE LA LUZ ULTRAVIOLETA PARA LA DESINFECCIÓN DE AGUA RESIDUAL CON ALTO CONTENIDO DE PATÓGENOS

Norma A. Beltrán y Blanca E. Jiménez

Instituto de Ingeniería. Grupo de Tratamiento y Reúso
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria CP. 04510 Coyoacán México D.F.
Tel. (5) 6-22-33-44, fax (5) 6-22-34-33 e-mail: nbez@pumas.iingen.unam.mx

RESUMEN

Las enfermedades infecciosas (principalmente de origen hídrico) siguen siendo la mayor causa de muerte, especialmente en la población infantil de países en vías de desarrollo. Debido a la alta concentración de patógenos presentes en agua residual es primordial su desinfección. La luz ultravioleta se aplicó en este estudio como una alternativa al cloro. Los resultados obtenidos muestran que la luz UV es efectiva para inactivar coliformes fecales (como indicadores de contaminación), *Estreptococos fecales* y *Salmonella typhi*. La resistencia de los coliformes fecales y la *Salmonella* fue menor a la de los *Estreptococos fecales*. Parámetros como SST, % de transmitancia y distribución de tamaño de partícula fueron analizados y se evaluó su efecto en la desinfección.

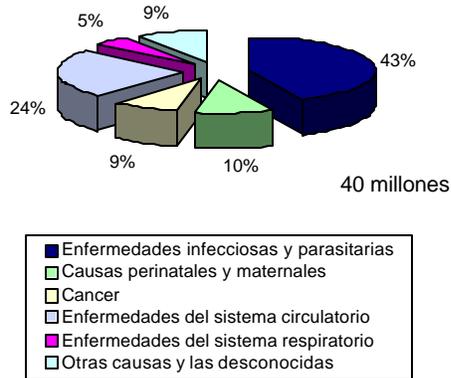
INTRODUCCIÓN

La desinfección del agua es una práctica muy antigua, la primera patente en Estados Unidos data de 1898. La mayoría de las plantas de tratamiento a nivel mundial utilizan cloro como desinfectante por su simplicidad de aplicación y bajo costo. Sin embargo, este proceso tiene la desventaja de generar productos secundarios denominados organoclorados que se consideran carcinógenos. Como alternativa existe la luz ultravioleta (UV), la cual sin generar subproductos es efectiva para inactivar organismos patógenos.

Entre los factores que afectan la dosis requerida de luz UV se encuentra la velocidad del flujo, el tiempo de retención, la intensidad de la luz y la calidad del agua residual a tratar. En este último aspecto, los estudios se han limitado al tipo y concentración de microorganismos presentes (entre 10^4 o 10^5 UFC/100 mL de coliformes fecales) en las descargas de países desarrollados donde las tasas de morbilidad y mortalidad por enfermedades infecciosas y parasitarias son bajas.

Escenario epidemiológico

En conjunto las enfermedades infecciosas continúan siendo la mayor causa de muerte a nivel mundial, y las infecciones gastrointestinales son un problema de salud pública especialmente en la población infantil y preescolar de los países en vías de desarrollo (Figura 1).



Fuente: WHO/OMS (1997)

Figura1. Causas de muerte en países en vías de desarrollo.

Específicamente, en México se estima que la tasa de mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales para niños menores de cinco años es de 33.3 por 100,000 habitantes (INEGI, SSA/DGEI, 1998).

Efecto de las partículas en la eficiencia de la desinfección

Muchos de los contaminantes tanto químicos como microbiológicos que se encuentran en las aguas residuales son adsorbidos o incorporados a las partículas. La eficiencia de remoción de los contaminantes por medio de los procesos físicos, químicos o biológicos puede ser mejorada si se sabe de qué manera están asociados a las partículas (Neis y Tiehm, 1997).

El papel de las partículas suspendidas es muy importante en la desinfección con luz UV. Carnimeo *et al.* (1994) demostraron que la efectividad del tratamiento disminuye al aumentar el contenido de sólidos suspendidos en un efluente con un nivel de tratamiento secundario. En la figura 2 se ilustra el efecto de las partículas en la radiación ultravioleta.

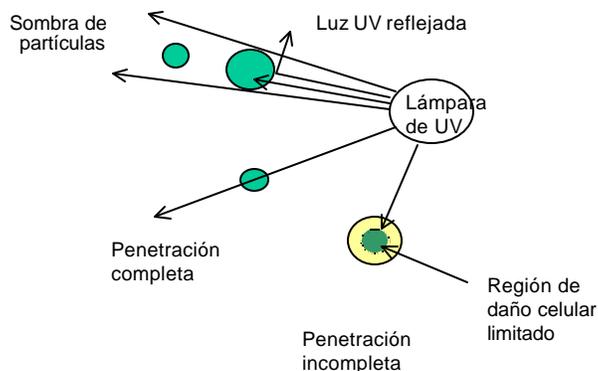


Figura 2. Efecto de las partículas en la radiación de luz UV.

Por lo anterior, este estudio tiene como objetivo determinar la eficiencia de la luz ultravioleta en la desinfección de agua con alto contenido de microorganismos patógenos. La eficiencia se evaluó en función de la inactivación de coliformes fecales (como indicador), *Estreptococos fecales* y *Salmonella*. Así como en función de parámetros que afectan directamente la eficiencia en la desinfección como lo son la concentración de SST, la distribución de tamaño de partícula y el % de transmitancia.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras de agua residual fueron tomadas de una planta de tratamiento de aguas residuales situada en la Cd. de México. El proceso de tratamiento se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Características de la planta de tratamiento.

Origen del agua residual	Diseño	Unidades de operación
Doméstica/Industrial	Tratamiento convencional secundario	-Sedimentador primario -Lodos activados -Sedimentador secundario -Filtración -Desinfección

Desinfección

La desinfección se realizó con un equipo de luz colimada. La fuente de luz UV es una lámpara de baja presión (instalada de forma horizontal) que ha sido usada por 100 h, lo cual resulta en la estabilidad de la luz emitida (Figura 3)

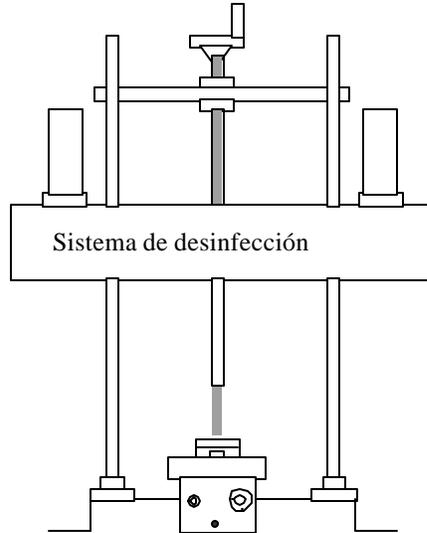


Figura 3. Esquema del equipo de luz colimada.

La intensidad de la luz ultravioleta fue medida con un radiómetro y el tiempo de exposición con un cronómetro. Se aplicaron diferentes tiempos de exposición a cada muestra.

Parámetros físicos

Los SST se determinaron de acuerdo con la NMX-AA-034-1981. El tamaño de partícula por medio de un contador de partículas equipado con rayo láser (Coulter LS230) y para la determinación del % de transmitancia a 254 nm se usó un espectrofotómetro P254UV equipado con una celda rectangular de cuarzo de 1 cm.

Parámetros microbiológicos

La determinación de coliformes fecales se realizó basándose en la NMX-AA-102-1987. Los *Estreptococos* fecales y *Salmonella* fueron determinados de acuerdo los Métodos Estándar (técnica 9230C y 9260D respectivamente) (APHA, 1995).

RESULTADOS

Caracterización del agua

El agua residual se caracterizó con base en el % de transmitancia, el contenido de sólidos suspendidos totales (tabla 2) y la distribución de tamaño de partículas, que por su importancia se explica con mayor detalle en otro apartado.

Tabla 2. Características del agua residual.

Muestra de	% de transmitancia	SST (mg/L)
Clarificador	69±0.7	10±2.8
Efluente del clarificador	70±0.0	2±0.0

Pruebas de desinfección

La eficiencia de la desinfección fue evaluada en función de las características tanto físicas como microbiológicas del agua.

Los resultados muestran que se pueden lograr remociones hasta de 3 unidades logarítmicas aplicando dosis de 16 mWs/cm² (figura 4). Los microorganismos que fueron más sensibles a la radiación ultravioleta fueron los coliformes fecales y la *Salmonella*. Los estreptococos fecales mostraron remociones de 1 y 2 unidades logarítmicas.

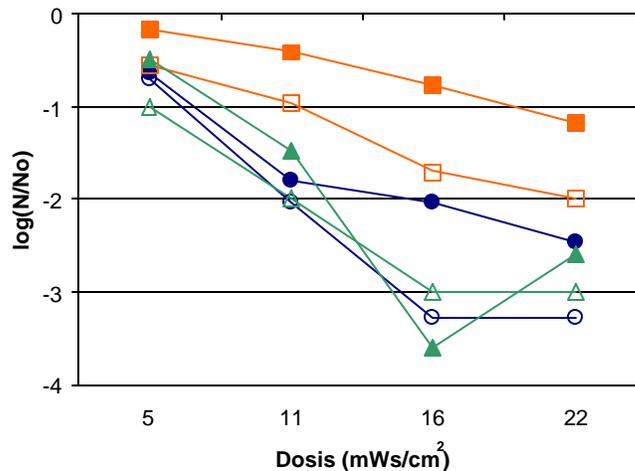


Figura 4. Curvas de inactivación (reducción log). O Coliformes fecales; □ Estreptococos fecales; r *Salmonella*. Símbolos llenos: agua del clarificador; símbolos vacíos: efluente del clarificador

Distribución del tamaño de partículas

La distribución de tamaño de partícula en las diferentes etapas del tratamiento (figura 5) demuestra la eficiencia de remoción de partículas mayores a 100 μ m a lo largo del tratamiento.

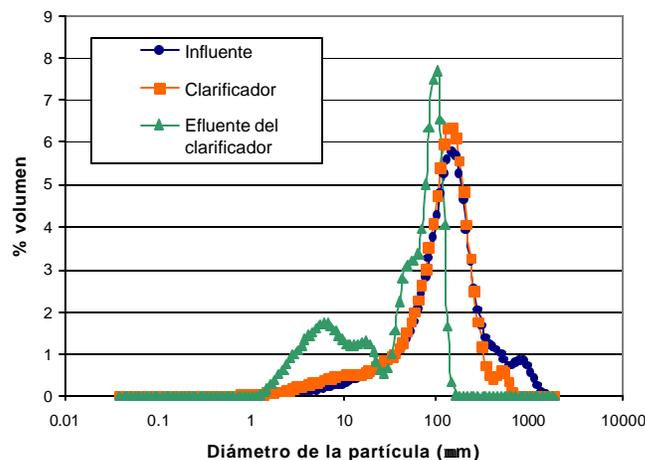


Figura 5. Distribución de tamaño de partícula en diferentes etapas del proceso.

Por otro lado, la eficiencia de la desinfección se ve mejorada con la eliminación de partículas mayores a 150 μm (como en el caso del clarificador), lo cual se refleja en la inactivación de los microorganismos (figura 6). A pesar de que la mayoría de partículas son menores a 4 μm (tabla 3), la eliminación de las partículas mayores a 150 μm produce mejores eficiencias de inactivación.

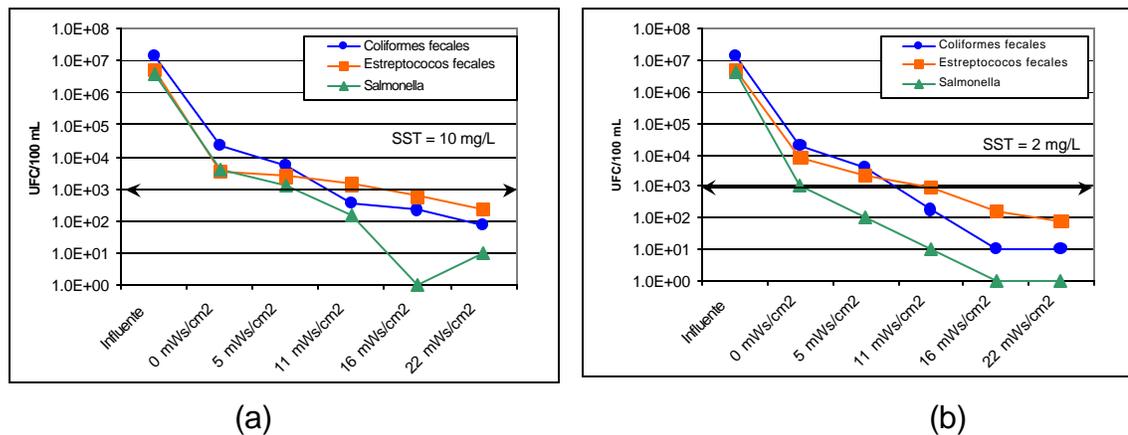


Figura 6. Comparación de los parámetros microbiológicos (a) del clarificador y, (b) del efluente del clarificador.

Tabla 3. Análisis del tamaño de partícula

% <	Diámetro de la partícula (mm)		
	Influente	Clarificador	Efluente del clarificador
10	0.311	0.235	1.832
25	0.791	0.721	2.207
50	1.669	1.385	2.920
75	2.207	1.832	3.519
90	2.660	2.207	3.862

Así también, los sólidos suspendidos mostraron tener efecto en la eficiencia de desinfección. La desinfección fue más efectiva en el agua que contenía menor concentración de sólidos suspendidos totales (2 mg/L), encontrando menores concentraciones de los diferentes microorganismos al aplicar las mismas dosis.

CONCLUSIONES

Los coliformes fecales así como la *Salmonella* son más sensibles a la luz ultravioleta que los estreptococos fecales. La dosis requerida para cumplir con el valor establecido por la NOM-001-ECOL-1996 de 2000 UFC/100 mL para coliformes fecales fue de 11 mWs/cm² y para inactivar en su totalidad *Salmonella* fue de 16 mWs/cm². En el caso de *Estreptococos fecales* se alcanzaron hasta 100 UFC/100 mL con una dosis de 22 mWs/cm².

El tamaño y la cantidad de partículas presentes en el agua afectan de forma directa la eficiencia de la desinfección. Las partículas mayores a 150 μm mostraron un efecto negativo en la desinfección.

La presencia de partículas mayores a 150 μm tienen un efecto de protección para los microorganismos presentes. Estos microorganismos protegidos son la mayor limitante para mejorar la desinfección.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a *Trojan Technologies* por el apoyo económico brindado a través de la beca *Trojan Fellowship* otorgada a la Dra. Blanca Jiménez Cisneros. Así como por la donación del equipo de luz colimada.

REFERENCIAS

APHA (1995) Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 19th edition, Washington DC. 9-70 - 9-74.

Carnimeo D., Contini E., Di Marino R., Donadio F., Liberti L. y Ranieri E. (1994) Wastewater Disinfection by UV at Trani Municipal Plant. **Water Science and Technology 30 (4) : 125-132.**

INEGI, SSA/DGEI (1998) Mortalidad por Enfermedades Infecciosas Intestinales e Infecciones Respiratorias Agudas en Niños Menores de Cinco Años. Informe.

Neis U y Tiehm A. (1997) Particle Size Analysis in Primary and Secondary Waste Water Effluents. **Water Science and Technology 36(4) : 151-158.**

WHO/OMS (1997) World Health Report. Conquering Suffering. Enriching Humanity.