



ENCUENTRO DE CENTROS CIC 2020

Caracterización de una fuente UV-C de bajo costo y alta eficiencia germicida para la esterilización de superficies e implementos de uso crítico diario:

Impacto en la salud pública

Expositor: Dr. Cristian D'Angelo

CONICET



CIC

COMISIÓN DE
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

C I F I C E N

CIC COMISIÓN DE
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN,
CIENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE
BUENOS AIRES

Institutos Involucrados



Este trabajo interdisciplinario lo vienen desarrollando dos Grupos de Investigación, uno perteneciente al ***Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires – CIFICEN***, junto a la colaboración del ***Centro de Investigación Veterinaria Tandil – CIVETAN***, ambos con sede en el Campus Universitario Tandil de la **Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires**.



C I F I C E N

CIC COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, CIENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Objetivos del proyecto

Desarrollar una **herramienta germicida, eficaz y de bajo costo** que ayude a combatir la contaminación en superficies y volúmenes pequeños.

El dispositivo bajo estudio se basa en una **fuentes UV no convencional**.

El principal objetivo es

VALORAR LA EFICACIA GERMICIDA DE LA LAMPARA UV-C SOBRE DIFERENTES CEPAS BACTERIANAS DE IMPACTO CLÍNICO.

- ❖ El primer paso fue la adaptación de la fuente y su caracterización espectroscópica.
- ❖ Se estudió, principalmente, el espectro de emisión de radiación UV-C.
- ❖ Se estudió la eficiencia de su poder sanitizante, en una primera etapa se realizaron ensayos con bacterias de alta resistencia cultivadas *in-vitro* y de interés clínico.
- ❖ El principal uso de este tipo de fuente está orientado al desarrollo de gabinetes para la desinfección de instrumental y recuperación de material descartable, y de dispositivos para la desinfección de flujos de aire y de ambientes pequeños.



C I F I C E N

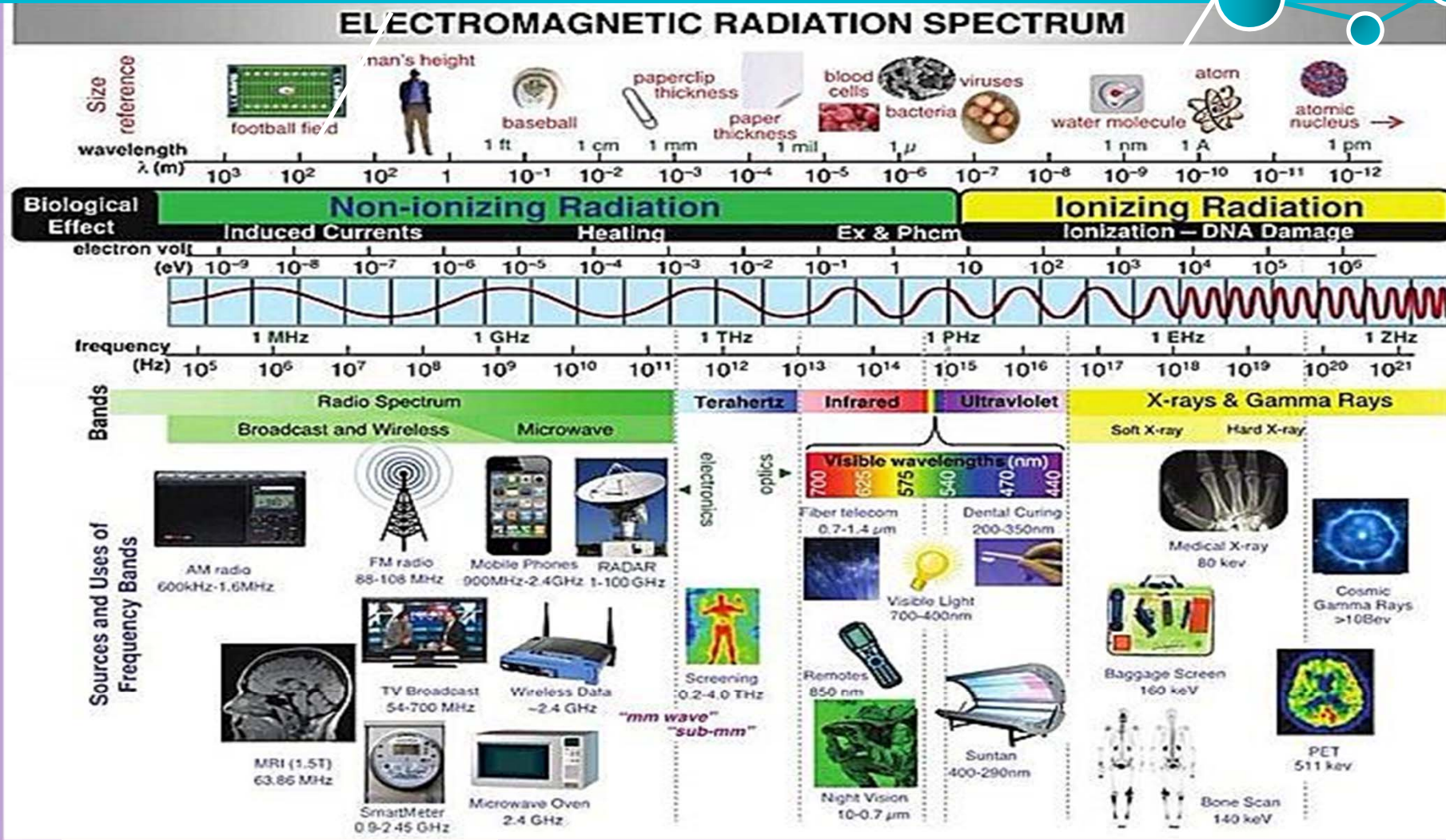
CIC COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, CIENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Espectro de la radiación electromagnética



Clasificación de la radiación UV



- Desde fines del siglo XIX, se sabe que la radiación UV inhibe el crecimiento de agentes patógenos.
- Los primeros ensayos se realizaron con luz natural, a sabiendas que solo UV-A y el UV-B (en menor medida) llegan a la superficie de la tierra.
- La principal banda de UV con gran poder germicida es la del UV-C, el cual es absorbido en los estratos superiores de la atmósfera por el oxígeno y el ozono.

Radiación		Longitud de onda (nm)	Energía del fotón (eV)
Ultravioleta A (onda larga)	UV A	400 – 315	3,10 – 3,94
Ultravioleta B (onda media)	UV B	315 – 280	3,94 – 4,43
Ultravioleta C (onda corta)	UV C	280 – 100	4,43 – 12,40

Rango de energía y longitudes de onda λ para los tres tipos de radiación UV que penetran en la atmósfera



C I F I C E N

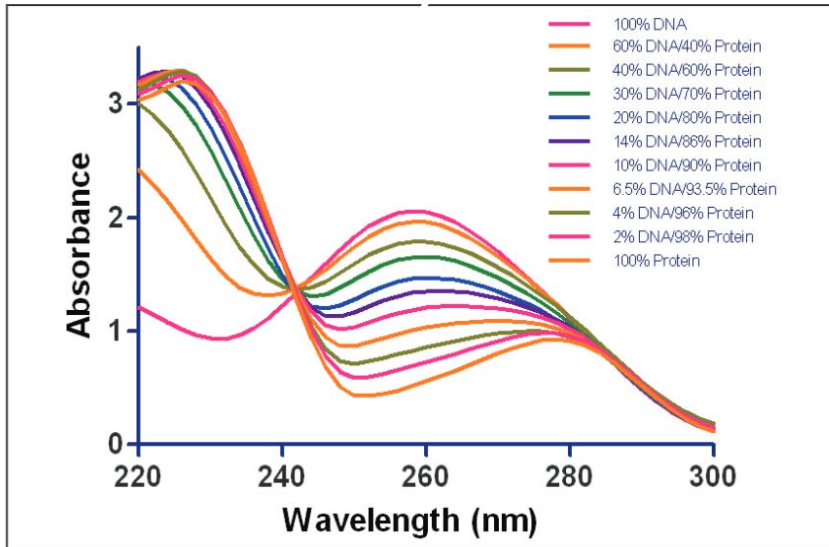
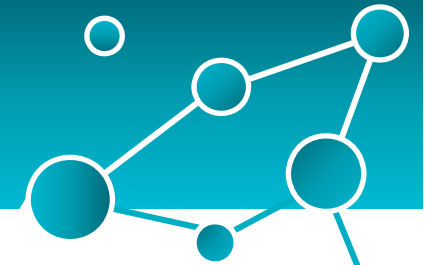
cic COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, CIENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

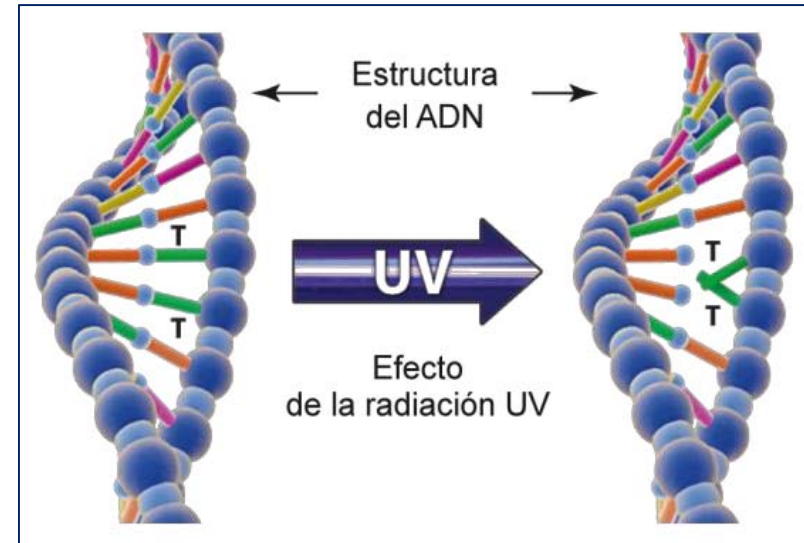


GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Absorción de UV-C y daño fotoquímico en nucleóticos



Espectro de absorción vs longitud de onda para mezcla de ADN y proteína.



Esquematación de la dimerización en el ADN

La radiación UV con longitudes de onda λ entre los 200 y 260 nm es fuertemente absorbida por las moléculas de ADN y ARN.

La luz UV absorbida genera la formación de enlaces entre nucleótidos adyacentes y, en el proceso, se crean moléculas dobles que impiden que éste replique su ADN y ARN.

Lámpara comercial como fuente de UV

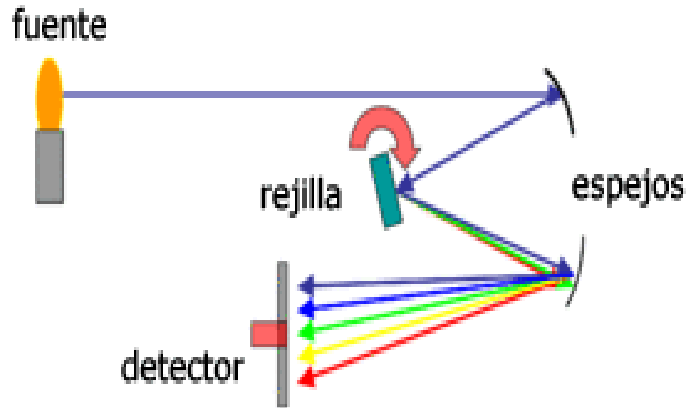


- Ante la emergencia sanitaria por la propagación del SARS-CoV-2, se hace indispensable contar con medios rápidos, efectivos y, principalmente, de bajo costo para la desinfección y la posible recuperación de material descartable.
- Actualmente, existe una gran gama de fuentes UV-C: *leds* que emiten en $\lambda = 220$ nm hasta tubos de descarga basados en vapor de Hg, cuya línea germicida se encuentra en $\lambda = 254$ nm
- **La fuente UV que se empleó en este trabajo fue una lámpara comercial de mercurio halogenado modificada, cuyo espectro en el UV es mucho más complejo que la de mercurio tradicional.**

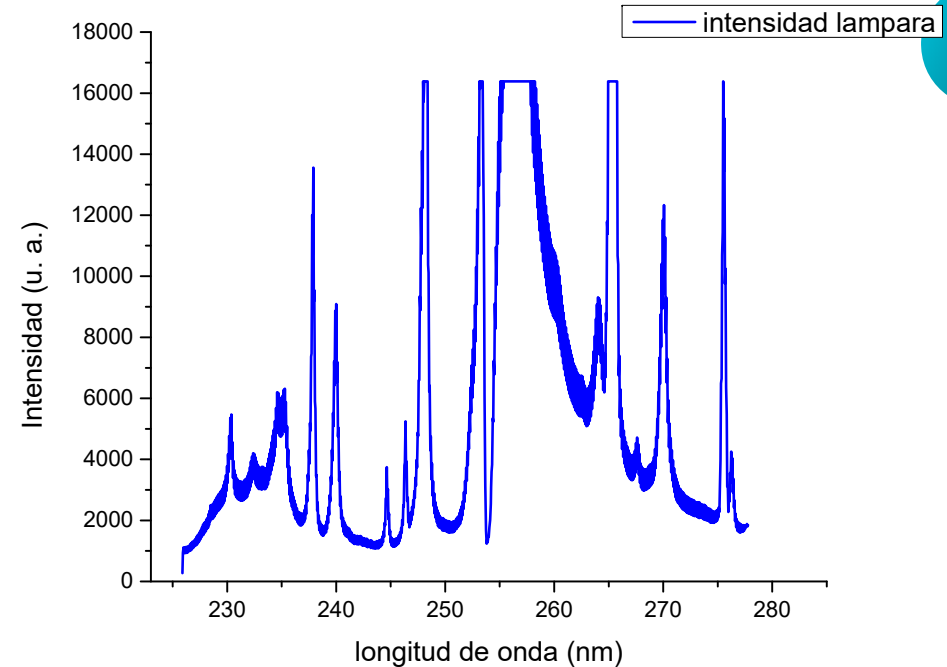


Lámpara de descarga de Hg de alta presión halogenado. Potencia nominal 250 W (a 220V).
Densidad de energía UV-C $\sim 1 \text{ W} \cdot \text{s/m}^2$

Espectro UV de la lámpara comercial

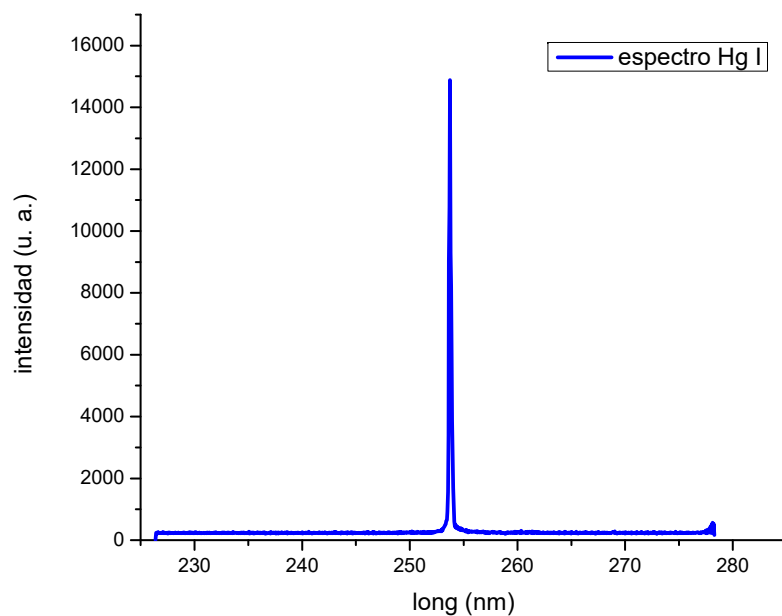


El espectro de la lámpara halogenada muestra una intensificación en la zona de λ alrededor de los 260 nm, con un conjunto de picos bien definidos sobre un continuo entre los 256 y 280 nm, y un espectro muy intenso en la banda superior del UV-C entre los 230 y 245 nm.

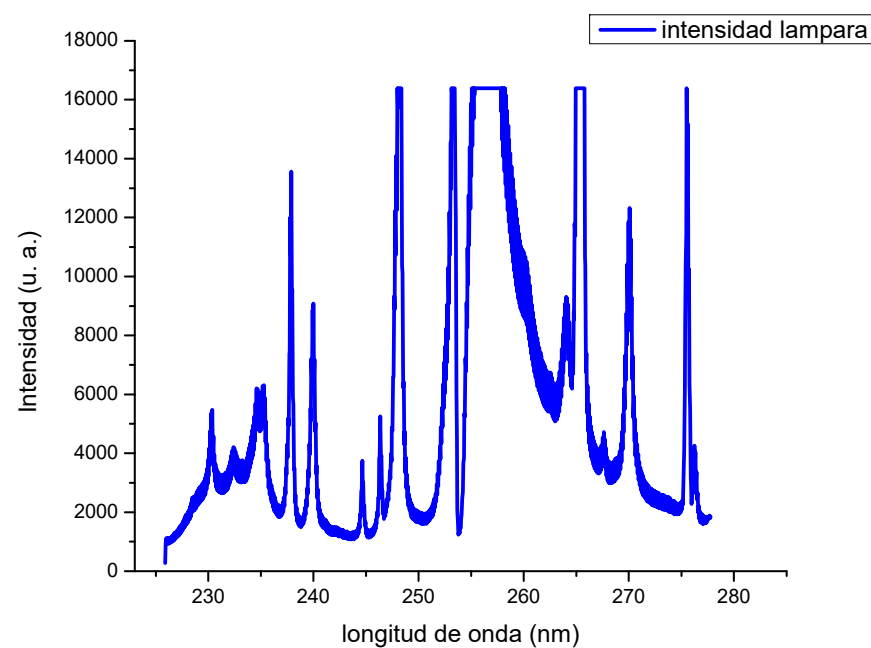


Espectro de la lámpara de Hg halogenada en régimen de utilización.

Espectro UV de la lámpara comercial

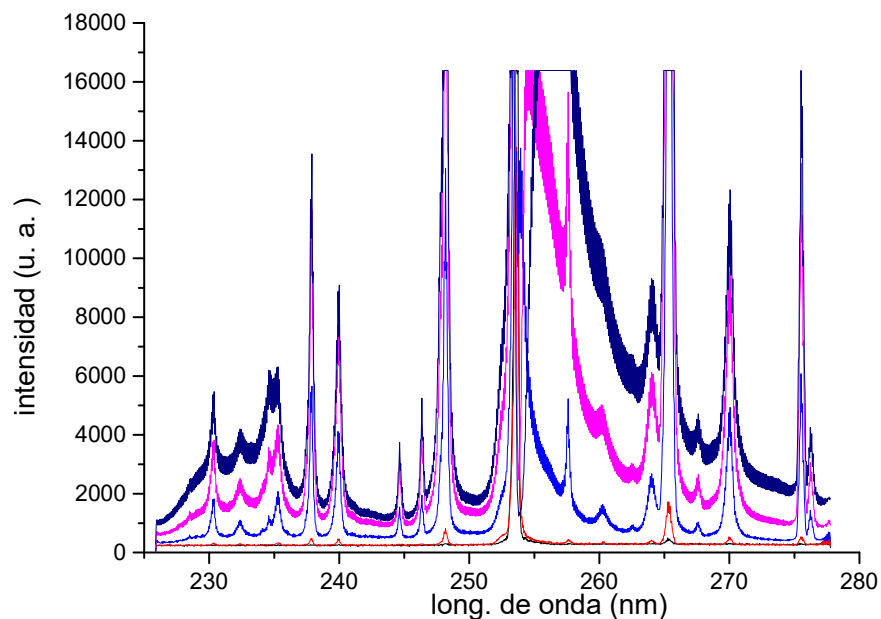


El espectro de la lámpara germicida tradicional de Hg

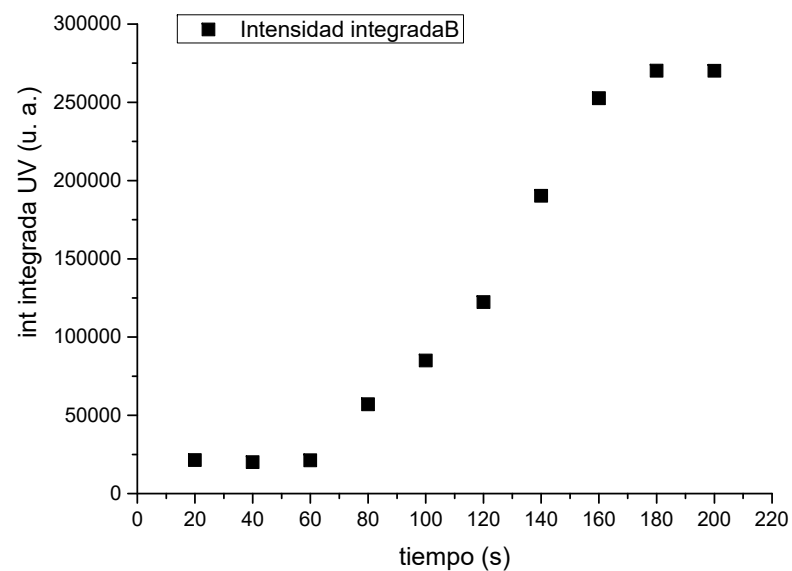


El espectro de la lámpara halogenada

Espectro UV de la lámpara comercial



Espectros tomados en diferentes tiempos postencendido.



Intensidad total integrada en función del tiempo postencendido

Fuente de UV halogenada

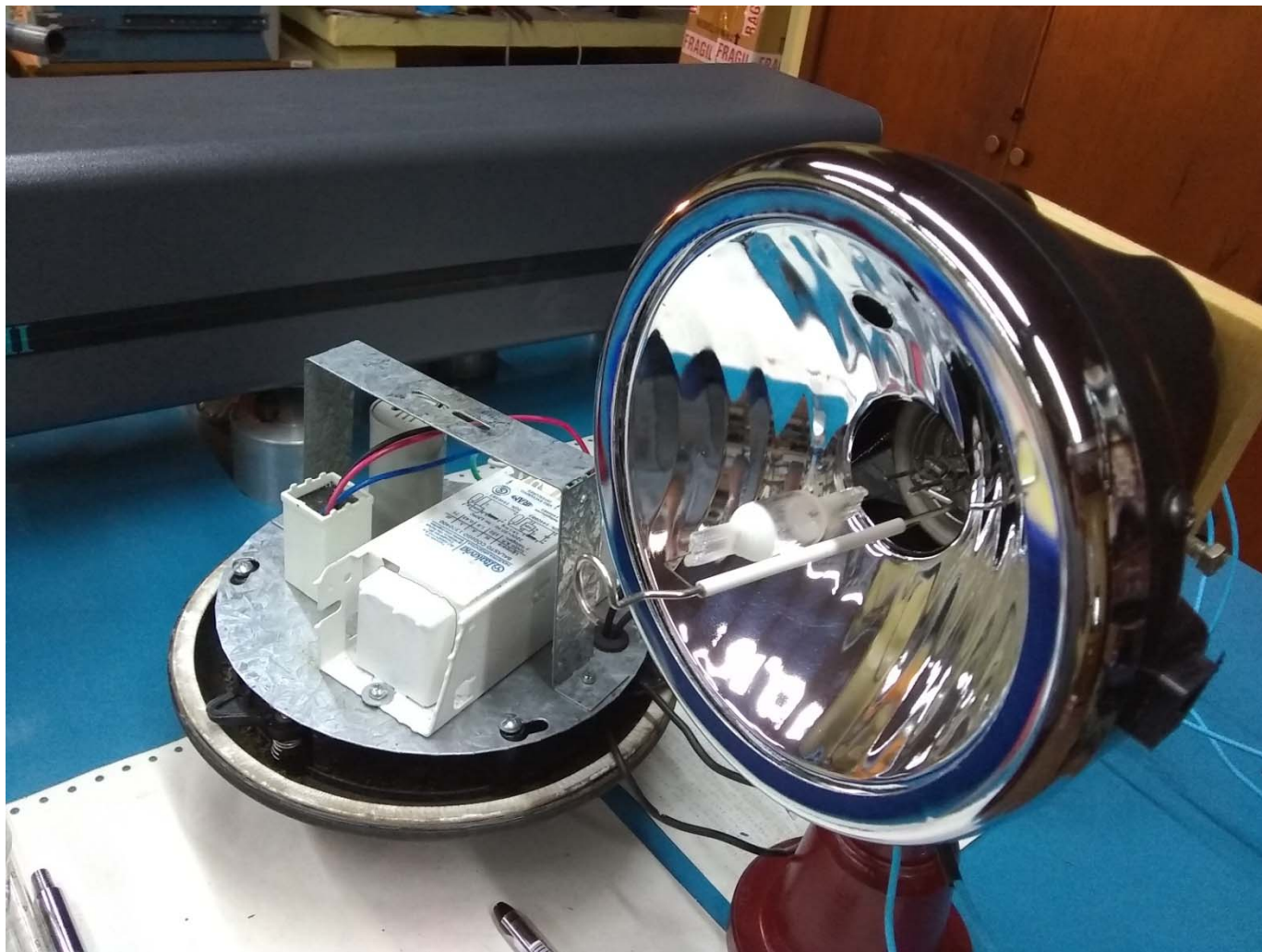


Imagen de la fuente UV halogenada montada en un reflector y su correspondiente sistema de alimentación.

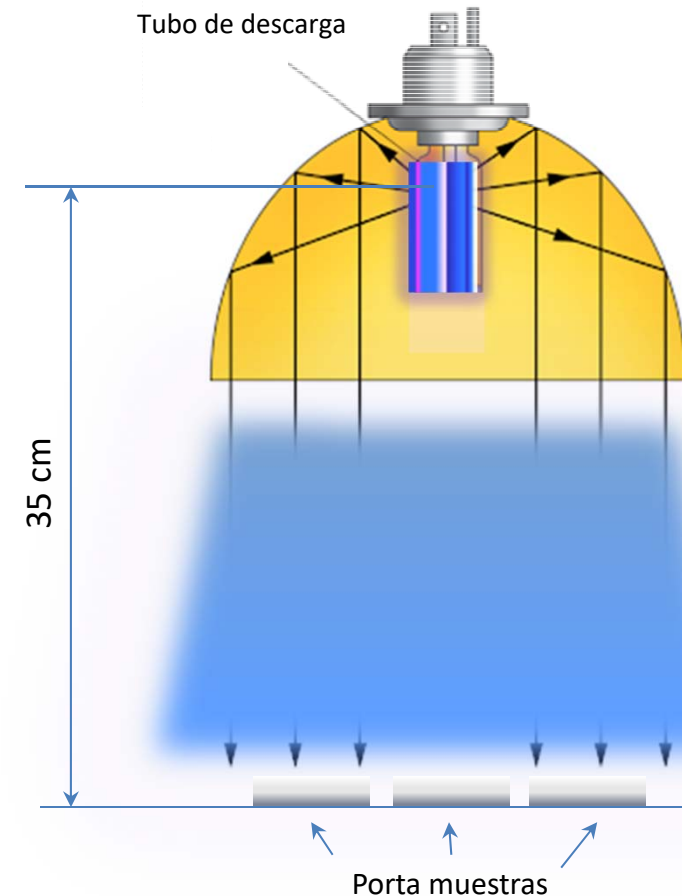
Set-up experimental y protocolos

Protocolo de preparación de cultivos:

- Se realizó un cultivo *overnight* de las cepas en medio sólido
- Se procedió a la recolección de colonias con anza y dilución en solución salina estéril hasta obtener una opacidad ajustada a la escala 0.5 McFarland
- Se realizaron diluciones seriadas (factor de dilución 1:100) partiendo de la suspensión 0.5 de McFarland
- Se tomaron 100 μL de la dilución 2 de la suspensión bacteriana y se extendieron espátula de Drigalski en cada una de las placas de cultivo con medio ATS por triplicado.

Radiación UV

- Las placas con la dilución 2 (por triplicado) fueron irradiadas durante diferentes tiempos de exposición para cada ensayo.
- Se confeccionaron además 3 placas de cultivo de cada cepa bacteriana sin irradiar que fueron utilizadas como control. Todas las placas se cultivaron a 37°C durante 48 h.
- En cada ensayo se trabajó con dos especies bacterianas diferentes, **en todos los casos la lámpara halogenada se colocó a 35 cm de las muestras.**



Ensayos *in-vitro*, bacteria : *Escherichia coli*

Placa/ tiempo	Crecimiento	N° UFC	N° UFC/mL
Control	+	22	22000*
Control	+	22	22000*
Control	+	22	22000*
30s a	-	-	-
30s b	-	-	-
30s c	-	-	-

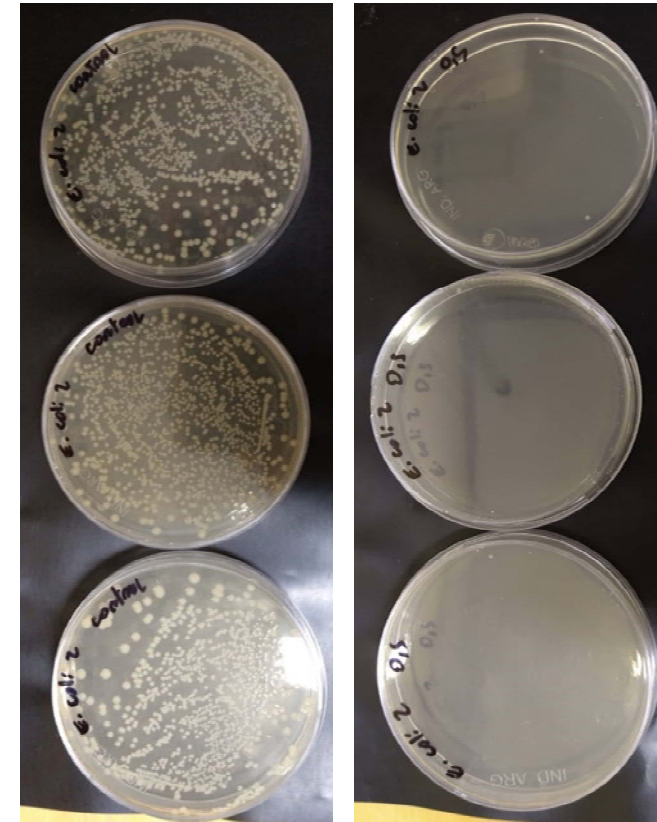
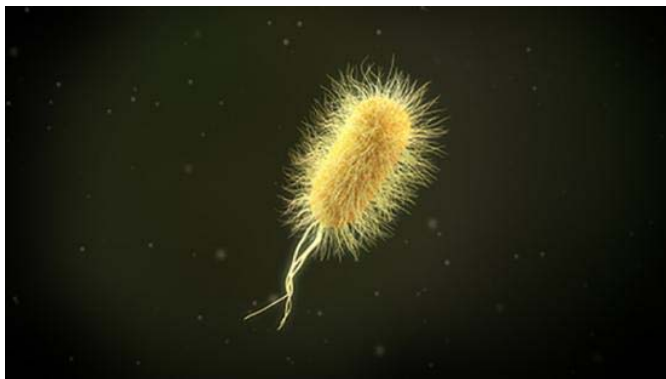
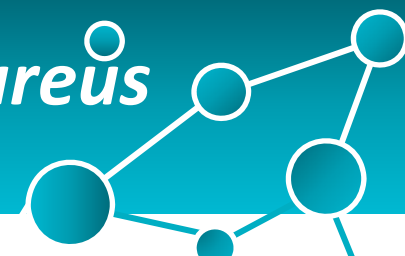


Imagen Izquierda: colonia control. Imagen derecha: placas expuestas por 30 s. Tiempos de exposición: 30, 60, 250, 500 y 600 s.

Ensayos *in-vitro*, bacteria : *Staphylococcus aureus*



Placa/ tiempo	Crecimiento	N° UFC	N° UFC/mL
Control	+	28	28000*
Control	+	28	28000*
Control	+	28	28000*
30s a	-	-	-
30s b	-	-	-
30s c	-	-	-

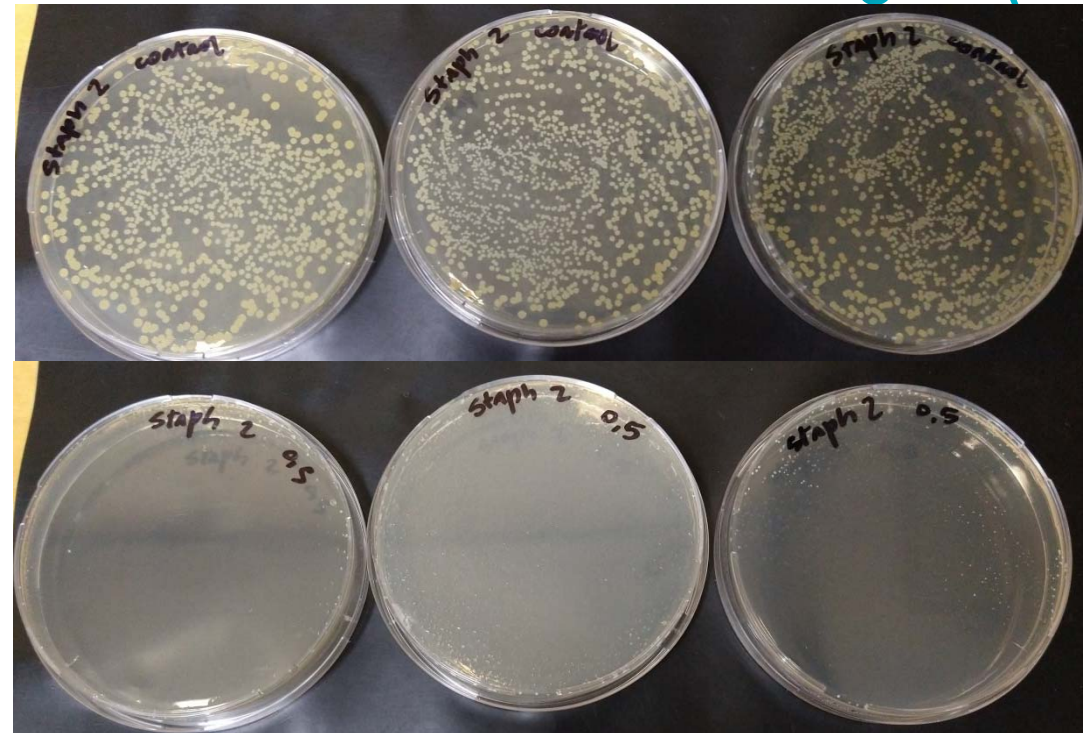
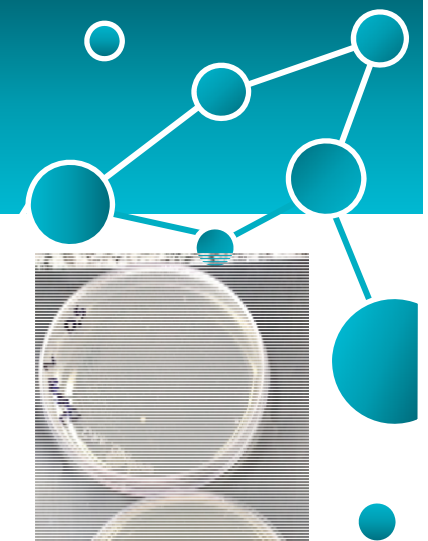
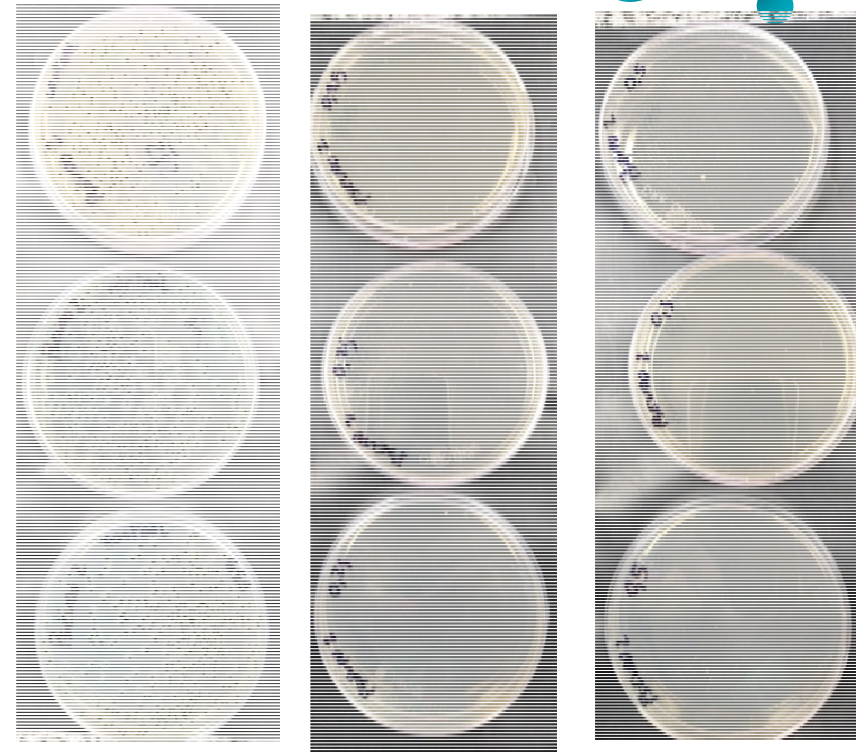


Imagen superior: colonia control. Imagen inferior: placas expuestas por 30 s. Tiempos de exposición: 30, 60, 250, 500 y 600 s.

Ensayos *in-vitro*, bacteria : *Pseudomonas aeruginosa*

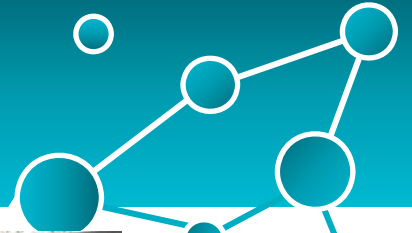


Placa/ tiempo	Crecimiento	N° UFC	N° UFC/mL
Control	+	339	3390
Control	+	309	3090
Control	+	282	2820
15s a	-	-	-
15s b	-	-	-
15s c	-	-	-

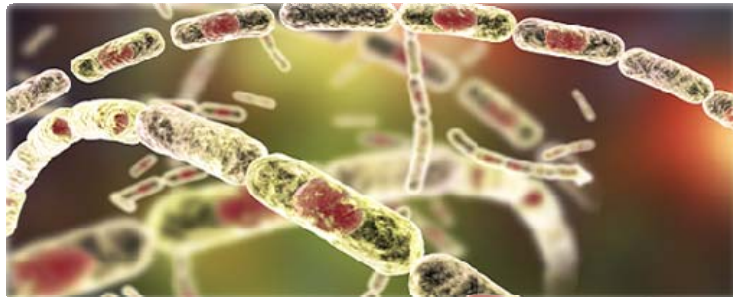
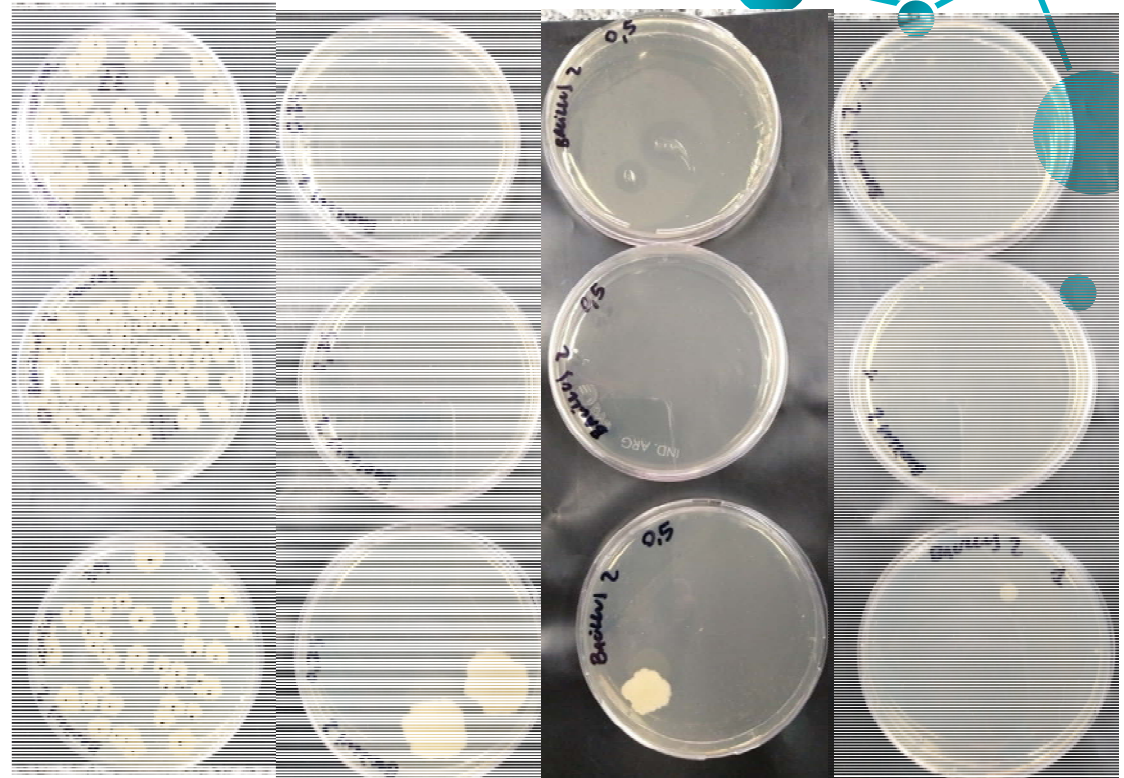


Imágenes de izquierda a derecha: colonia control, placas expuestas por 15 y 30 s. Tiempos de exposición: 15, 30, 60, 250, 500 y 600 s.

Ensayos *in-vitro*, bacteria : *Bacillus* *stearothermophilus*



Placa/ tiempo	Crecimiento	N° UFC	N° UFC/mL
Control	+	39	390
Control	+	37	370
Control	+	77	770
15s a	+	2	20
15s b	-	-	-
15s c	-	-	-
30s a	+	1	10
30s b	-	-	-
30s c	-	-	-
60s a	-	-	-
60s b	-	-	-
60s c	-	-	-



De izquierda a derecha: colonia control, placas expuestas por 15, 30 y 60seg. Tiempos de exposición: 30, 60, 250, 500 y 600 s.



C I F I C E N

CIC COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, CIENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Comentarios Finales

- La fuente UV-C, obtenida usando una lámpara comercial de bajo costo, muestra una alta eficiencia germicida para las bacterias irradiadas.
- Los resultados obtenidos indican una eliminación del 100% de las bacterias, con tiempos de exposición del orden de los 60 s para una distancia entre la fuente UV-C y la superficie tratada a 35 cm de distancia.
- La densidad de energía UV-C entregada por la fuente es del orden de 1 W.s/m^2
- El costo de la fuente utilizada para los ensayos es unas 10 veces menor que el de una fuente UV germicida comercial.



C I F I C E N

CIC COMISIÓN DE
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN,
CIENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE
BUENOS AIRES

Comentarios Finales



Ventajas

- **Bajo costo, más de 10.000 h de uso sin mantenimiento.**
- **Fácil adquisición en el mercado.**
- **El costo de implementación de un dispositivo sanitizador se reduciría a un valor de entre un 20% y un 30% del valor comercial de equipos diseñados para este propósito. No se detecta generación de ozono.**
- **Se puede implementar para la desinfección de aire en circuitos cerrados, limpieza de superficies, recuperación de material descartable y ropa de personal expuesto a contaminación.**

Desventajas

- ❑ **Temperatura y consumo (por lo menos 4 veces el consumo de un tubo germicida).**



C I F I C E N

cic COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, CIENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Muchas Gracias!!!

Equipo de trabajo

Investigadores

*C. D`Angelo⁽²⁾, L. Schofs⁽¹⁾, M.G. de Yaniz⁽¹⁾,
S. Sánchez Bruni⁽¹⁾ y M. Lester⁽²⁾*

Personal de Apoyo

C. S. Cacciato⁽¹⁾, C. Santiago⁽²⁾ y M. Scasso⁽²⁾

Contacto: cdangelo@exa.unicen.du.ar

(1)



(2)

