



21ST 
WORLD
STERILIZATION
CONGRESS

ESTUDIOS SOBRE LA ESTERILIZACIÓN POR PLASMA

*El plasma como agente único
de esterilización*

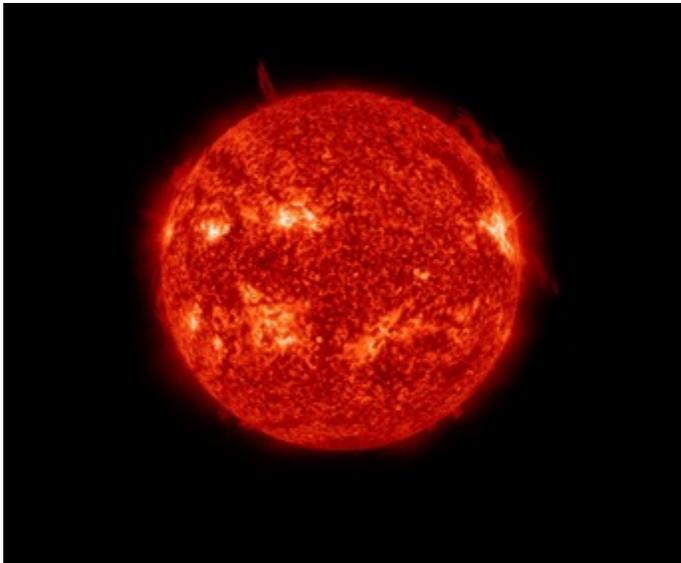
João Henrique Campos de Souza

Afiliación: Agencia Reguladora de la
Sanidad de Brasil (Anvisa)

17 / 20 NOVEMBER 2021
CICG, GENEVA, SWITZERLAND

1. ¿Qué es el plasma?
2. ¿Cómo puede producirse plasma?
3. Parámetros importantes de la producción de plasma
4. Capacidad biocida del plasma
5. Descarga de barrera dieléctrica (DBD)
6. Nuestro aparato – fuente del plasma
7. Características de nuestra fuente de plasma
8. El método de validación microbiológica
9. Número de esporas viables tras exposición al plasma
10. Resultados preliminares sobre compatibilidad del material de envase
11. Conclusiones
12. Perspectivas

- El plasma es un gas casi neutro de partículas cargadas y partículas neutras (electrones libres, átomos y moléculas) que muestra un comportamiento colectivo
- Para considerarse plasma, el sistema debe cumplir determinados criterios
- Se viene llamando “el cuarto estado de la materia”
- La mayor parte de la materia conocida del universos es plasma (estrellas, espacio interestelar, explosiones y ondas de choque de las supernova, etc.)



- Los métodos habituales son:
 - ✓ Alzar la temperatura de una sustancia hasta alcanzarse una ionización fraccional razonablemente elevada;
 - ✓ Fotoionización;
 - ✓ Descargas eléctricas.

- Algunos parámetros influyen directamente en la densidad de las partículas cargadas, en la diversidad y en la emisión de radiación del plasma:

Gas(es) precursor(es)

Presión del gas:

(presión atmosférica x descargas de baja presión)

Potencia aplicada
a la descarga



Radiación ultravioleta:

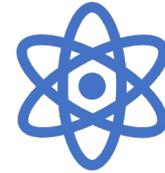
Mayor preeminencia en plasmas de baja presión.

Los plasmas de alta presión absorben la mayor parte de la radiación UV generada.



Especies reactivas:

En particular compuestos basados en el oxígeno, por ejemplo óxidos, peróxidos y radicales hidroxilos, y también especies reactivas al nitrógeno como los NO_x .

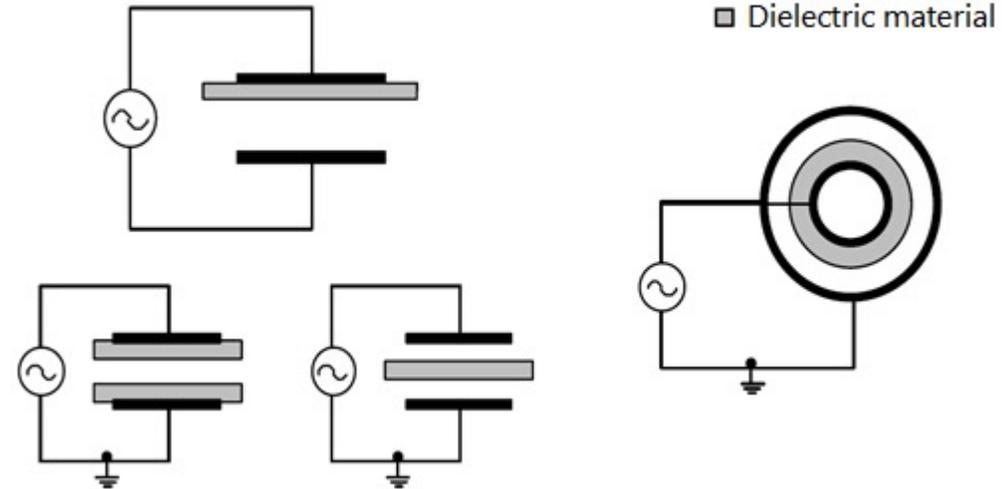


Interacción con las partículas cargadas:

Bombardeo de micropelículas de iones y electrones.

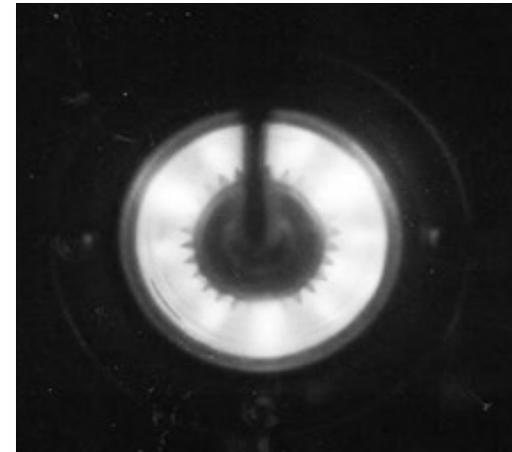
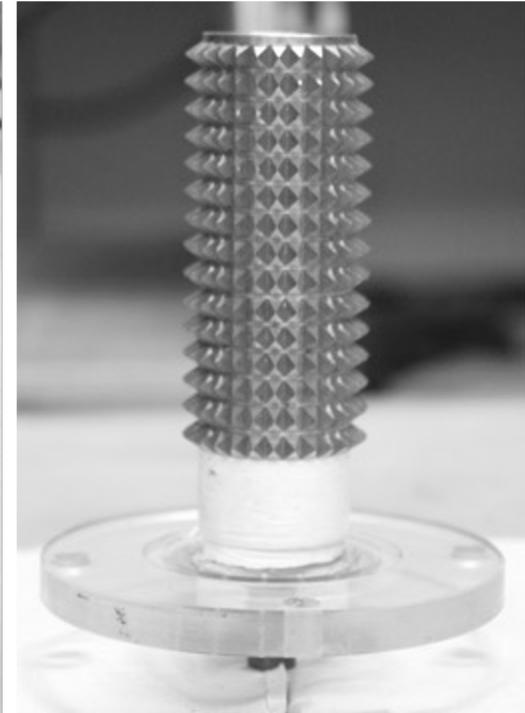
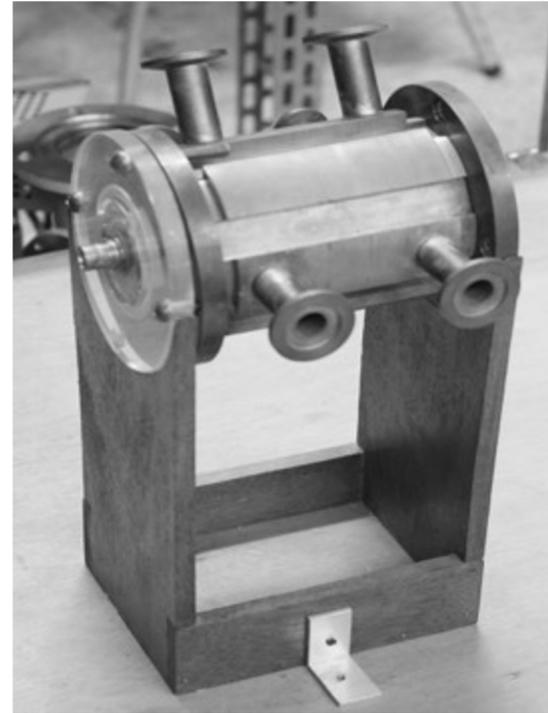
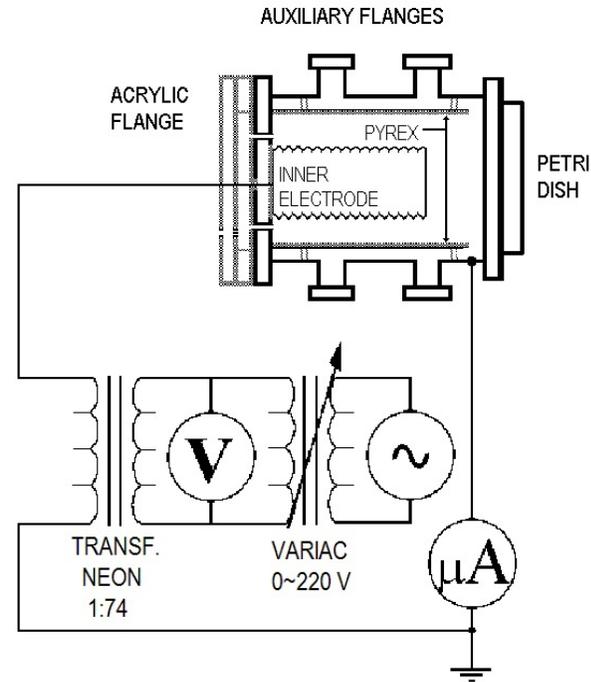
Disrupción eléctrica de la membrana de la célula.

- La DBD acontece entre dos electrodos separados por una o más capas de material dieléctrico y gas precursor
- Es semejante a la descarga generada entre electrodos metálicos
- Diferencia fundamental: la DBD requiere un campo eléctrico alternativo para funcionar
- Corriente eléctrica limitada, que evita la descarga de arcos o chispas
- El plasma se mantiene "frío"
- En función de los parámetros del plasma y las propiedades de las capas dieléctricas, podemos producir distintos tipos de DBD, ya sean descargas filamentosa o completamente difusas.



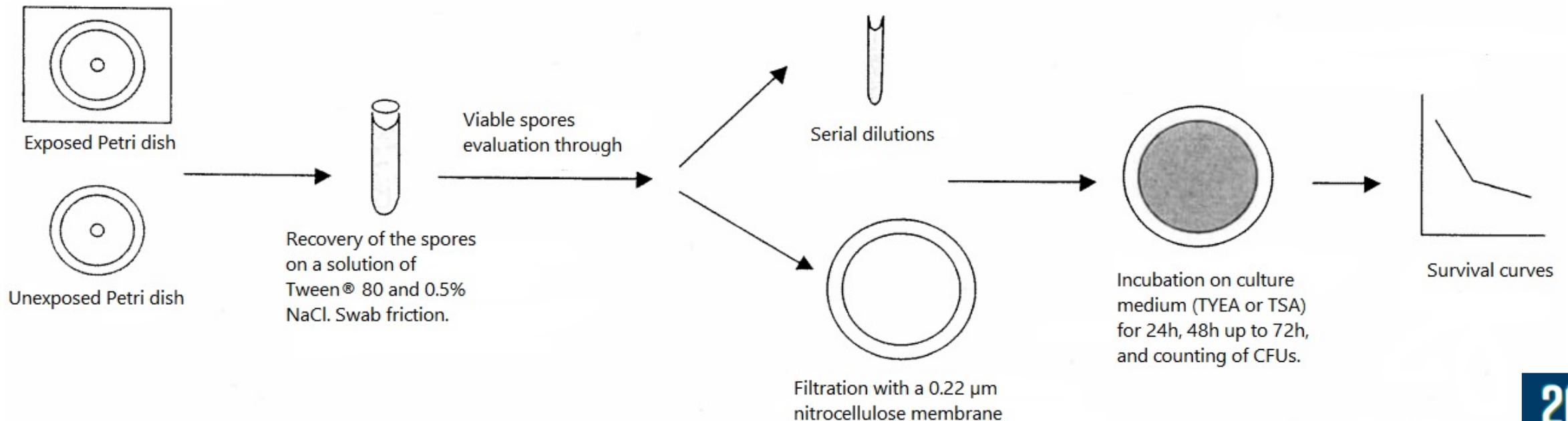
Descarga simple de la barrera dieléctrica:

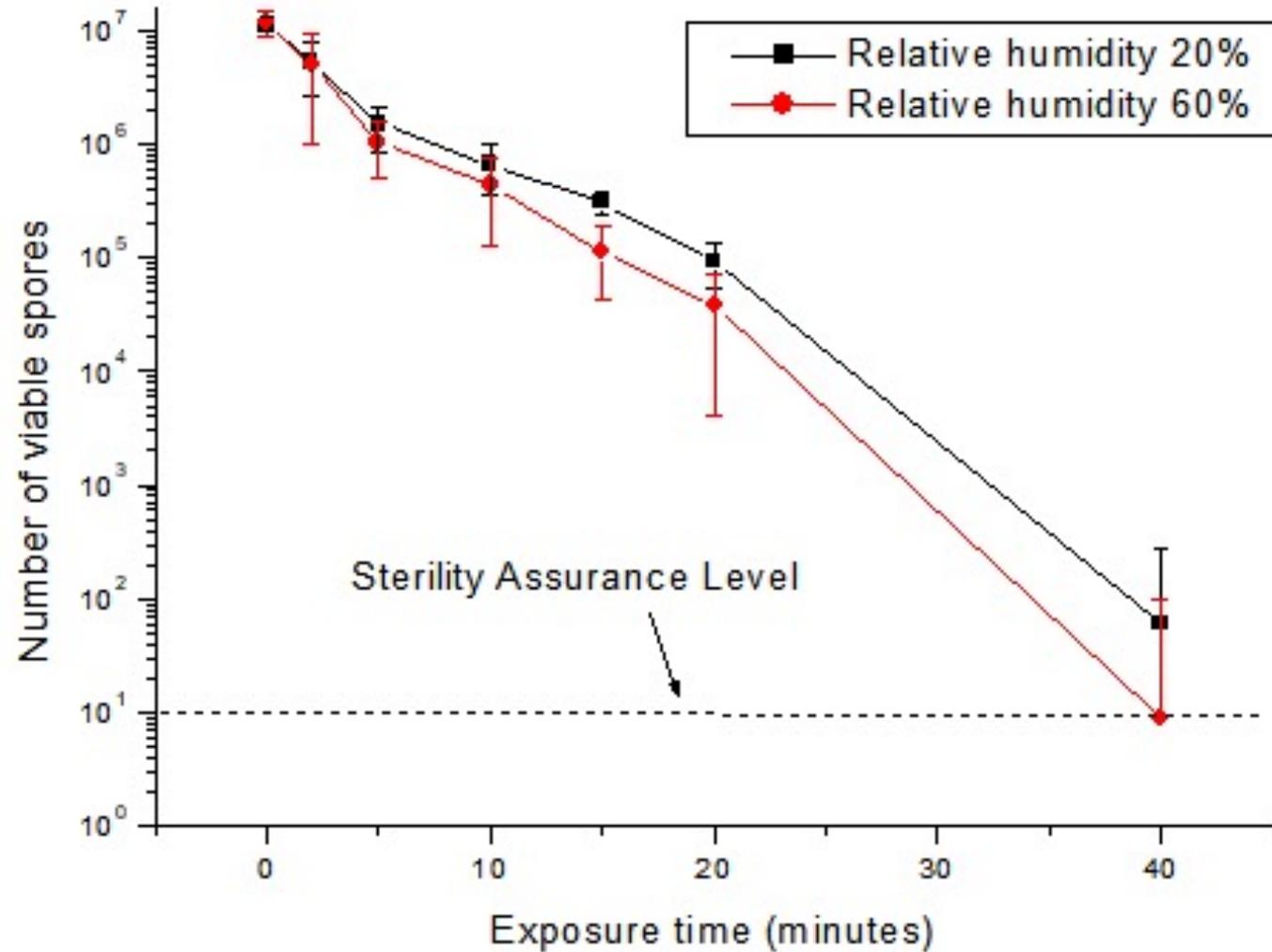
- Electrodo interno: cilindro puntiagudo de acero inoxidable
- Electrodo externo: latón recubierto de vidrio Pyrex®, con ventanillas de diagnóstico
- Regulador de voltaje VARIAC
- Transformador de voltaje 1:74;
- Filtros de aire HEPA.



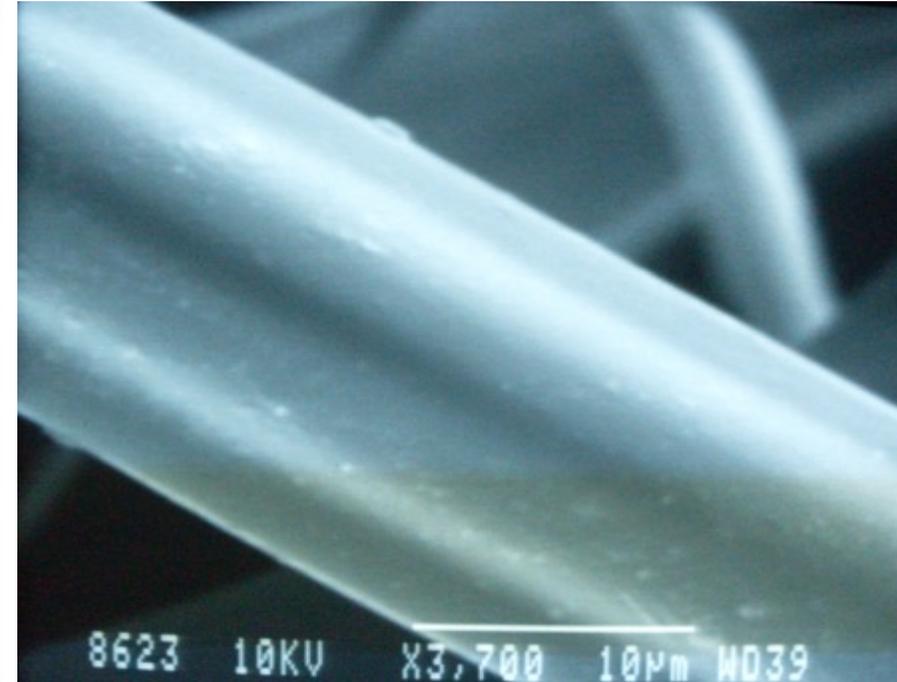
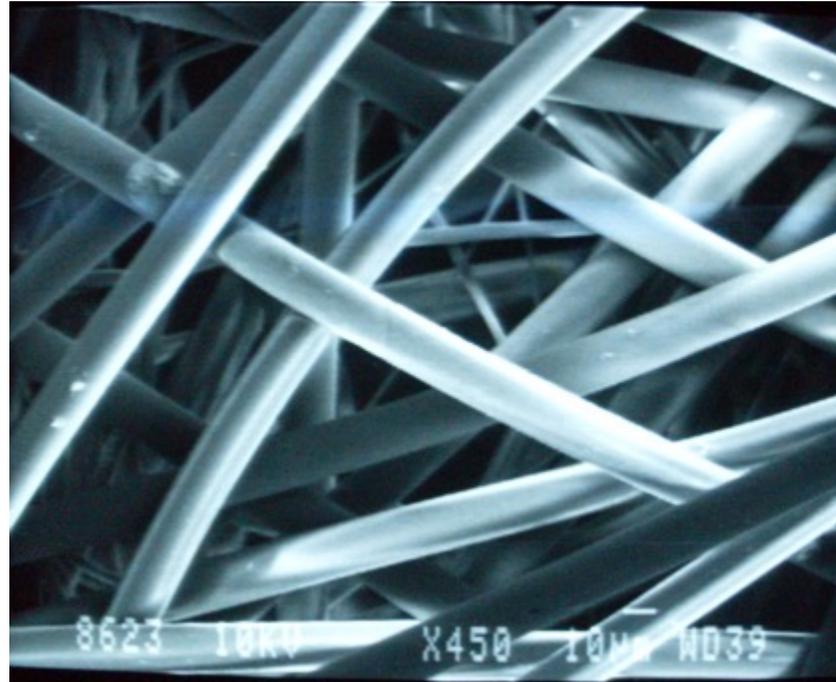
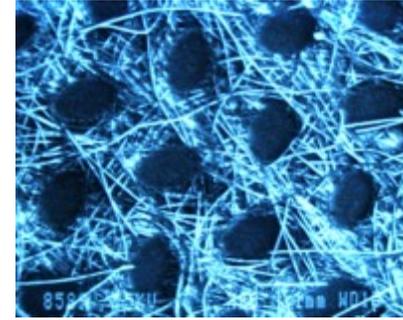
Descarga	Descarga simple de barrera dieléctrica
Estabilidad	Descarga difusa y temporalmente estable
Potencia	Consumo de baja potencia: por debajo de 20W
Corriente eléctrica	Baja corriente eléctrica: por debajo de 1mA
Intercambio térmico	El entorno cumplía las condiciones necesarias para el intercambio térmico
Temperatura macroscópica	Por debajo de 50°C

- Indicador biológico: Placas Petri con al menos esporas 10^7 *G. stearothermophilus* (ATCC 12977)
- Exposiciones al plasma durante 2, 5, 10, 15, 20 y 40 minutos con humedad relativa (RH) del aire de un 20% y un 60%
- Evaluación de las esporas viables mediante la técnica de placas esparcidoras (5 placas Petri para cada tiempo de exposición y RH) y cómputo por triplicado.





- Tela no tejida fijada en platos Petri
- Exposición al plasma durante 40 minutos
- Análisis con microscopía electrónica de barrido



- Hemos logrado desarrollar una fuente de plasma de baja temperatura para estudios sobre esterilización en que el plasma es el único agente de esterilización.
- Hemos eliminado 10^7 UFC de *G. stearothermophilus* tras 40 minutos de exposición.
- Hemos asociado este resultado al posicionamiento de las muestras biológicas en nuestro aparato y la baja potencia de nuestro sistema.
- No hemos hallado contribución significativa de la radiación UV en el proceso biocida.
- Hemos observado una notable influencia de la humedad relativa de nuestro gas precursor en la capacidad microbicida del plasma, la cual hemos vinculado a los cambios en la concentración de especies reactivas producidas por la disociación de la molécula de agua en el plasma, como son los óxidos y demás óxidos, los cuales surgieron por la capacidad biocida del plasma.
- No hemos identificado cambios relevantes de la estructura de las telas no tejidas expuestas a nuestra descarga, lo cual posiblemente se deba al posicionamiento de las muestras en nuestro aparato y a la baja potencia de nuestro sistema.

- Experimento en curso
- Diagnósticos de plasma para cuantificar los agentes de esterilización
- Optimización de los parámetros del plasma
- Compatibilidad con los materiales y el equipamiento: evaluación de la funcionalidad
- Ampliación del experimento
- Estudios de la efectividad económica.



UnB



Université 
de Montréal

Obrigado!

Merci!

Thank you!

iGracias!

Danke!

Grazie!