

**DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BACTERICIDA CONTRA  
BACILLUS SUBTILIS Y PSEUDOMONA AEROGINOSA, DE UN  
APARATO BACTERICIDA MODIFICADO QUE UTILIZA 2  
LÁMPARAS DE LUZ ULTRAVIOLETA**

**Tesis Presentada por:**

**MARIA LUISA CABRERA PINTO**

**ANTE EL TRIBUNAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, QUE PRACTICÓ EL  
EXAMEN GENERAL PÚBLICO, PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE:**

**CIRUJANO DENTISTA**

**Guatemala, julio de 2004**

DW  
09  
T(1457)

## **JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Decano:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo
Vocal Primero:	Dr. Manuel Miranda Ramírez
Vocal Segundo:	Dr. Alejandro Ruiz Ordóñez
Vocal Tercero:	Dr. César Mendizábal Girón
Vocal Cuarto:	Br. Ricardo Hernández Gaitàn
Vocal Quinto:	Br. Roberto Wehncke Azurdia
Secretario:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

## **TRIBUNAL QUE PRACTICÒ EL EXAMEN PÚBLICO**

Decano:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo
Vocal Primero:	Dr. Alejandro Ruiz Ordóñez
Vocal Segundo:	Dr. Estuardo Vaides Guzmán
Vocal Tercero:	Dr. Arturo Peña Arias
Secretario:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

## ACTO QUE DEDICO

A Dios:

Gracias por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida.

A mis Padres:

Antonieta de Cabrera y Randolpho Cabrera. Gracias por que con su ejemplo, amor, paciencia y cuidados han permitido que hoy culmine uno de mis sueños.

A:

Randolfo José Cabrera y Lesly Yojana de Cabrera. Gracias por su cariño y por estar junto a mi cuando lo he necesitado.

A:

José Rodrigo Cabrera García. Por darle un nuevo sentido a mi vida.

A mis Abuelitos:

Maria Luisa Cabrera (+), Palmi y Moncho, gracias por su amor y sabios consejos a lo largo de toda mi vida.

A mi Madrina:

Iliana Pinto por sus consejos y cariño a lo largo de todos estos años.

A mis Tíos:

Gracias por sus consejos y cariño.

A mis primos:

Por su cariño.

A Familia Castro Hurtarte:

Gracias por su apoyo, consejos y cariño.

A:

Mario Guillermo Castro Hurtarte, gracias por su amor y apoyo incondicional.

## TESIS QUE DEDICO

A: La Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A: La comunidad de San Lucas Toliman, que me permitió realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

A: A mis Asesores de Tesis: Dr. Estuardo Vaides y Dr. Arturo Peña.

A: A todos mis catedráticos.

A: Todos mis amigos, de todas las etapas de mi vida.

AL: Instituto Normal para Señoritas de Oriente, Chiquimula.

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado “ DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BACTERICIDA CONTRA BACILLUS SUBTILIS Y PSEUDOMONA AEROGINOSA, DE UN APARATO BACTERICIDA MODIFICADO QUE UTILIZA 2 LÁMPARAS DE LUZ ULTRAVIOLETA ”, conforme lo demandan los Estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de:

## **CIRUJANO DENTISTA**

Quiero agradecer a todas aquellas personas que colaboraron y apoyaron la realización de este trabajo de investigación, a vosotros distinguidos miembros del HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR, aceptad las muestras de mi más alta consideración y respeto.

## INDICE

	<b>Página</b>
Sumario	1
Introducción	2
Planteamiento del Problema	3
Justificación	4
Revisión de literatura	5
Objetivos de la Investigación	34
Hipótesis	35
Variables y Definiciones	36
Indicadores de las Variables	37
Metodología	38
Presentación de Resultados	43
Conclusiones	50
Recomendaciones	51
Limitaciones	52
Anexos	53
Bibliografía	59
Hoja de Firmas	63

## SUMARIO

El presente trabajo se realizó con el objeto de evaluar la efectividad bactericida a menor tiempo contra Bacillus subtilis (Prueba biológica de esterilización de calor seco) y Pseudomona aeruginosa (Prueba biológica de alta resistencia), de un aparato rediseñado, que utiliza dos lámparas de luz ultravioleta.

Se obtuvieron los microorganismos y se cultivaron en agar nutritivo para luego resembrarlos en caldos de tripticasa soya. Se contaminaron dos juegos de instrumentos con los microorganismos ya mencionados, haciéndolo en repetidas ocasiones; estos fueron sometidos a diferentes tiempos de exposición a la luz UV, para determinar su efectividad y tiempo mínimo efectivo de exposición.

Después de cada exposición se hicieron frotos de los instrumentos y se utilizó agar sangre como medio de cultivo en donde se determinó que el tiempo de exposición mínimo efectivo de esterilización es de 30 minutos, colocando los instrumentos a una distancia de 20 cms. de las fuentes de luz UV, estando los instrumentos dentro de una bolsa plástica transparente o sin ella.

## INTRODUCCION

Los avances en el conocimiento sobre la prevalencia, patogénesis, mecanismos de transmisión y secuelas de las infecciones por los virus de la hepatitis B, SIDA, herpes, bacilo de la tuberculosis y otras infecciones transmisibles, ha hecho necesario el uso de aparatos para esterilizar los instrumentos que se utilizan en la práctica odontológica. El riesgo de adquirir una infección en el consultorio dental, no sólo es para el paciente, sino también para el odontólogo y el personal auxiliar. ( 6 )

En esta investigación se hace un análisis sobre conceptos de esterilización, características físicas de la luz ultravioleta, sus efectos sobre microorganismos, rediseño de un aparato esterilizador que ahora utiliza 2 lámparas de luz ultravioleta de 15 watts cada una, modificando de esta manera uno ya elaborado (5), determinación de la efectividad bactericida de este aparato contra dos microorganismos (Bacillus subtilis y Pseudomona aeruginosa) y el tiempo mínimo requerido para eliminarlos.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un estudio realizado en la Facultad de Odontología en el año 2000 se determinó que utilizando un aparato (5) diseñado por el autor del mismo, el que constaba de una caja de metal, con una lámpara de luz ultravioleta, de 15 watts en su interior y a 20 cms. de distancia de los instrumentos, se produjo “éxito” en la esterilización, con base a cultivos negativos de Agar Sangre, Agar Mackonckey y Caldos de Tripticasa Soya, después de exponer instrumentos contaminados a la luz UV por 12 horas. Además no se reportó daño en los instrumentos y que el costo del equipo es bajo, en comparación a los sistemas de esterilización disponibles en el mercado nacional.

Por lo que haciendo una modificación en el referido aparato, aumentando la cantidad de lámparas; ¿Se podrá establecer si es bactericida contra al menos dos microorganismos de alta resistencia como el Bacillus subtillis y Pseudomona aeroginosa? y si esto ocurriera, ¿será en menor tiempo que la caja original?

## JUSTIFICACION

El objetivo de la esterilización en la odontología es evitar la diseminación de padecimientos infecciosos entre pacientes, odontólogo y el personal que labora en la clínica dental. Por eso los procedimientos odontológicos requieren de la asepsia necesaria para evitar la denominada contaminación cruzada. (16)

Para tal efecto existen diferentes métodos, entre ellos el autoclave, calor seco y luz (UV), pero su costo es alto. Ante esto en el año 2000 se diseñó una caja con una lámpara de luz (UV) de 15 watts y demostró su efectividad al evitar crecimiento bacteriano, pero en un tiempo de 12 horas.

Por este motivo se requiere modificar el anterior aparato, aumentando la cantidad de lámparas y comprobar si es efectivo a menor tiempo contra Bacillus subtilis y Pseudomona aeruginosa, el primero utilizado como prueba biológica para verificar esterilización por calor seco y el segundo porque es considerado de alta resistencia biológica. (17, 18,19)

Así mismo determinar cuál es el tiempo mínimo de exposición para alcanzar la efectividad necesaria para poder considerarlo como un método práctico bactericida para uso rutinario en la clínica dental.

## **REVISION DE LITERATURA**

### ***ESTERILIZACION Y DESINFECCION***

La esterilización es el procedimiento más importante en el control de las actividades de microorganismos externos al cuerpo humano. En el campo de la salud, su finalidad consiste en evitar la diseminación de padecimientos infecciosos, y en la odontología se vincula de manera primaria con el procesamiento del instrumental reutilizable. No sólo es preciso dominar las variables durante el proceso verdadero de la esterilización, sino durante los procedimientos previos de limpieza y empaquetado así como los subsecuentes de almacenamiento y distribución.

(9)

Los siguientes métodos intervienen en el procesamiento del instrumental: Prerremojado, limpieza, control de la corrosión y lubricación, empaquetado, esterilización, vigilancia de la esterilización, secado o enfriamiento, almacenamiento, distribución y afilado. (9)

Si bien estos procedimientos no son complejos de modo particular, es necesario efectuar adecuadamente y de manera sistemática cada uno siempre

que se procesa el instrumental. Sería imposible obtener el resultado deseado de proteger al paciente, sin un control microbiano disciplinado. (9)

## **PROCESAMIENTO DEL INSTRUMENTAL:**

### **Prerremojó:**

Rara vez puede comenzar a limpiar de inmediato los instrumentos empleados en cada paciente. Por tanto los desechos pueden secarse sobre tales instrumentos. La colocación de estos en una solución de prerremojó, permite que comiencen a disolverse los desechos orgánicos. Este es más eficaz cuando comienza tan pronto sea posible, luego de haber sido usados. Sin embargo, el prerremojó prolongado puede favorecer a la corrosión de algunos instrumentos. (9, 16)

### **Limpieza:**

La sangre, la saliva y los materiales sobre los instrumentos pueden resultar como material que aísla microorganismos subyacentes de los agentes esterilizantes. La limpieza disminuye o elimina esta biocarga para facilitar la esterilización. (9, 16)

### **Lubricación y control de la corrosión:**

Si los instrumentos limpios y enjuagados van a esterilizarse en un horno de calor seco o por vapor químico, o en un líquido esterilizante,

esterilizante, primero es necesario secarlos para disminuir las posibilidades de corrosión. (16)

**Tipos de empaque para esterilizar instrumentos:**

Instrumental envuelto: Comprende empaque de instrumentos limpios en un material de envoltura antes de la esterilización. Instrumental en bandejas o cartuchos: Las bandejas para autoclave o vapor químico no deben tener tapas y si estar perforadas para permitir el paso del vapor de agua o sustancias químicas. Instrumentos no envueltos: Comprende esterilizar en charolas de instrumentos previamente limpios y sin envolver.(16)

**Métodos de esterilización**

La esterilización puede ser realizada a través de varios métodos:  
Procesos físicos y procesos químicos.

Procesos físicos: Microesferas de vidrio, Filtraciones, Radiaciones esterilizantes por rayos gama cobalto, Radiaciones esterilizantes por rayos ultravioleta, Desecación, Calor Seco, estufa u horno de Pasteur, Calor-Húmedo Autoclave, Congelación.

Procesos Químicos: Oxido de Etileno, Plasma de peróxido de hidrógeno, Soluciones químicas, Pastillas de formol. (10)

### **Vigilancia de la esterilización:**

El objetivo de la esterilización es la destrucción total de todas las formas de vida microbiana sobre los artículos bajo procesamiento. (16, 23)

Entre los tipos para la vigilancia de la esterilización tenemos: prueba con esporas, uso de indicadores químicos y la supervisión física. (16) Los indicadores biológicos son pruebas que contienen esporas bacterianas resistentes que son difíciles de eliminar más que cualquier otro microorganismo. La mejor garantía de la esterilización exitosa es la bio-vigilancia sistemática que comprueba que el procedimiento de esterilización elimina dichas esporas. (16) Son usados para monitorizar el proceso de esterilización, y asegurar una adecuada carga, empaquetamiento, calidad de esterilización, es decir apropiadas condiciones del ciclo. (23)

### **Manipulación de instrumental estéril:**

Los procedimientos post-esterilización abarcan el secado, enfriamiento, almacenamiento y distribución. La manipulación de las bandejas o paquetes estériles ha de ser mínimo para disminuir las posibilidades de recontaminación. Los paquetes que caen al piso, se comprimen o se mojan deben considerarse como contaminados. (16)

## **Definición de Términos:**

### ***Esterilidad:***

Un artículo estéril está libre de cualquier microorganismo vivo. En teoría, no hay grados de esterilidad, un artículo está estéril o contaminado. Por tanto, en la práctica, sólo es posible suponer esterilidad. (8, 25)

***Esterilizar:*** Hacer infecundo y estéril lo que antes no lo era. Destruir los gérmenes patógenos del agua, material quirúrgico, heridas, etc.(8, 25)

***Asepsia:*** Ausencia Completa de organismos vivos en un medio. (8, 25)

***Antisepsia:*** Método que consiste en prevenir o combatir las enfermedades infecciosas, destruyendo los microbios que las causan. Se efectúa mediante procedimientos que utilizan principalmente agentes químicos en estado líquido. (8, 25)

***Esterilización:*** Se define como un proceso capaz de destruir todas las formas de vida microbiana como bacterias, hongos, virus, inclusive en su forma vegetativa y esporulada. (8) Desde el punto de vista microbiológico, una sustancia es estéril cuando está libre de todos los microorganismos vivientes, representa la destrucción de todas las formas de vida presente sobre un cuerpo y dentro del mismo. (16) Conjunto de procedimientos físicos o químicos por los cuales se eliminan todos los organismos vivos de un objeto. (8, 25)

### ***Esterilización contra Desinfección:***

La primera es un método diseñado para matar esporas bacterianas, en consecuencia, su empleo busca eliminar todos los microorganismos. (9, 25)

***Desinfección:*** es un proceso menos mortal que intenta matar los microorganismos que producen enfermedades pero no las esporas bacterianas. Destrucción de los gérmenes patógenos. (19, 23)

Si se desinfectan los instrumentos en vez de esterilizarlos, habrá mayores probabilidades de que pudieran perdurar microorganismos vivos. La esterilización de los instrumentos en vez de su desinfección es el mejor recurso para impedir la diseminación patológica a los pacientes. (9)

***Desinfectar:*** Destruir los agentes que puedan causar infección. (8)

***Bactericida:*** Agente capaz de provocar la muerte a las bacterias. (8)

***Bacteriostático:*** Agente capaz de detener el crecimiento de las bacterias. (8)

### **Reglamentos de Esterilización:**

Es indispensable esterilizar los instrumentos quirúrgicos y otros, que en circunstancias normales penetran tejidos blandos o huesos (pinzas, cinceles óseos, curetas y fresas quirúrgicas), luego de cada empleo. (9)

Los instrumentos que no tienen la finalidad de penetrar los tejidos blandos bucales o el hueso (condensadores de amalgama, fresas e

instrumentos plásticos) pero que pudieran entrar en contacto con los tejidos de la boca también han de esterilizarse luego de cada uso, si no es factible la esterilización, es necesario sumergirlos en un desinfectante químico. (9)

### **Esterilización Universal:**

Todos los instrumentos utilizados en la boca del paciente se contaminan con saliva o sangre mediante el contacto directo o por tocar dedos cubiertos con saliva.

El instrumental que se usa fuera de la boca junto al sillón para mezclar, efectuar ajustes etc., también se contamina por contacto con dedos cubiertos con saliva o mediante el empleo de artículos contaminados con sangre o saliva. (9)

### **Desinfección y Limpieza:**

Los pacientes dentales y los trabajadores al cuidado de la salud dental pueden estar expuestos a una variedad de microorganismos vía sanguínea o por secreciones orales o respiratorias. (2, 4) Estos microorganismos pueden incluir: citomegalovirus, estafilococo, virus de la Hepatitis B o C, Herpes simple tipo 1 y 2, virus de la inmunodeficiencia humana ( VIH ), Mycobacterium tuberculosis, estreptococo y otros virus o bacterias; especialmente aquellas que infectan el tracto respiratorio. (2, 4)

Las infecciones pueden ser transmitidas en la operatoria dental a través de varias rutas, incluyendo contacto directo con sangre, fluidos orales u otras secreciones, contacto indirecto con instrumentos contaminados, equipo de operatoria o superficies ambientales o contacto con contaminantes relacionados con el aire, presentes, ya sea en gotas o aerosoles de fluidos orales o respiratorios. (2, 4)

Todos los instrumentos deberán desinfectarse tras realizar un tratamiento y ser sometidos a una minuciosa limpieza.

Entre los procedimientos de desinfección que se consideran podemos citar:  
(2, 4)

- Desinfección química
- Termodesinfección o desinfección por vapor.

Solo deben desinfectarse instrumentos que no puedan esterilizarse por motivos de índole técnica o por el material (por ejemplo: taladros, piezas de mano, o contraángulos viejos, turbinas). (2, 4)

Deben esterilizarse instrumentos de corte o punción, o bien que entren en contacto con las heridas (instrumentos para el tratamiento quirúrgico, endodóntico, o paradontológico ). (2, 4)

## **Métodos para la comprobación de la eficacia de los aparatos de esterilización:**

Todos los aparatos de esterilización deben comprobarse anualmente en lo que respecta a su vigencia y actividad. Esto puede realizarse mediante los llamados bioindicadores. Hay indicadores terapéuticos que se utilizan en paquetes de esterilización en capa clara y en bolsas de papel de esterilización. (2, 4)

## **Como controlar la infección en Odontología:**

En odontología el profesional y su equipo están expuestos diariamente a una gran variedad de microorganismos de la microflora bucal del paciente, principalmente, por los aerosoles producidos por la alta rotación y la jeringa triple. (10)

Ellos pueden ser patogénicos y transmitir enfermedades infectocontagiosas, tales como: resfriado común, neumonía, tuberculosis, SIDA, hepatitis B y C, entre otras.

El empleo de medidas de control de la infección, como los equipamientos de protección individual (EPIs), esterilización del instrumental, desinfección del equipamiento, ambiente y antisepsia de la boca del paciente y otras, pueden prevenir la transmisión de estas enfermedades en la odontología. (10)

La American Dental Association (ADA), desde hace más de tres décadas recomienda estas precauciones, incluso antes del surgimiento de enfermedades infectocontagiosas como el SIDA, que aún no tiene tratamiento adecuado. (10)

Los instrumentos son clasificados en:

1. Instrumentos críticos:

Son aquellos que penetran en los tejidos sub-epiteliales, alcanzando el sistema vascular. Eje.: separadores, pinzas, instrumentos de corte o punta y otras. Estos instrumentos deben ser obligatoriamente esterilizados. (10, 25)

2. Instrumentos Semi-críticos:

Son aquellos instrumentos que entran en contacto con la mucosa o piel íntegra como: molduras, espejos extra-bucales, instrumental para amalgama. Estos instrumentos son desinfectados y cuando es posible esterilizados. (10, 25)

3. Instrumentos no Críticos:

Son aquellos que están en contacto solamente con la piel íntegra o no entran en contacto con el paciente. Eje. : Pinza perforadora, arco de Young, estos deben ser desinfectados. (10, 25)

En odontología, son muy pocos los instrumentos que no son encontrados como críticos y semicríticos, debido a que los procedimientos son siempre en ambientes con presencia de secreciones orgánicas (saliva, sangre etc.). (10)

La contaminación cruzada en los consultorios dentales es una de las preocupaciones más importantes en los profesionales de la odontología. Debido a la gran cantidad de personas que visitan las clínicas de práctica y la falta de mecanismos apropiados y constantes de limpieza se hace difícil reducir este estado de contaminación a un nivel aceptable, conforme a las recomendaciones universales para el control de infecciones. (10)

Uno de los principales indicadores biológicos de contaminación es la presencia de *Escherichae Coli*. Los odontólogos y el personal auxiliar deben saber de antemano, que son susceptibles de contraer infecciones en el lugar de trabajo. (11)

En la actualidad para verificar presencia o ausencia de microorganismos se pueden realizar cultivos utilizando medios como: agar sangre, agar miuler, agar chocolate, agar BHI (infusión de cerebro y corazón de buey) y tripticasa soya entre otros, etc. (7)

➤ Agar Sangre:

El Bacto-Blood Agar Base (medio base para agar sangre) se recomienda como una base a la que se le puede añadir sangre para emplearla en el aislamiento y cultivo de muchos organismos patógenos incordiosos. La reacción de este medio conduce a la conservación de los glóbulos rojos. Sin la adición de sangre este medio puede recomendarse para trabajos de laboratorio. Muchos microorganismos producen un crecimiento mucho más rápido y abundante en agar sangre con una reacción ligeramente alcalina y por lo tanto se prefiere el empleo de este mismo medio a un ph de 7.4 (7)

Es un medio de cultivo donde las colonias de bacterias suelen crecer de forma exuberante en un agar sangre con infusión de carne y los tipos hemolíticos muestran claros y evidentes grados de hemólisis. Norton ha recomendado el empleo de dicho medio con una reacción de un ph de 6.8 por ser evidentemente más ventajoso para el cultivo de los grupos de los neumococos y estreptococos. Este debe incubarse antes de utilizarlo para asegurar su esterilidad, puede detectar lactobacilos, coco gram (+) y coco gram (-). (7)

## MICROORGANISMOS PATÓGENOS UTILIZADOS EN ESTE ESTUDIO SEGÚN SU RESISTENCIA

### PSEUDOMONAS:

Se trata de un bacilo gram-negativo aerobio obligado que pertenece a la familia Pseudomonadaceae, en la que también se ubican patógenos vegetales. Crece muy fácilmente en cualquier medio y se mantiene viable incluso en el agua. Segrega un pigmento difusible muy característico. Esta especie es la más comúnmente patógena. (17)

La Pseudomona aeruginosa es una bacteria invasora y toxígena, produce infecciones en pacientes con defensas anormales y es un agente patógeno nosocomial importante. (18)

La Pseudomona aeruginosa es un aerobio obligado que crece con facilidad en muchos tipos de medios de cultivo, y produce en ocasiones un olor dulzón o de uvas. Es motil y tiene forma de bastoncillo, mide aproximadamente  $0.6 \times 2 \mu\text{m}$ . Algunas cepas hemolizan la sangre. Pseudomona aeruginosa forma colonias redondas lisas con color verdoso fluorescente. (18) Con frecuencia produce un pigmento azuloso no fluorescente ( piocianina ), que se difunde en agar.

La Pseudomona aeruginosa crecen bien a una temperatura que oscila entre 37 a 42°C ayuda a distinguirla de otras especies de Pseudomonas. Es positiva a la oxidasa. No fermenta los carbohidratos, pero muchas cepas oxidan la glucosa. La identificación suele basarse en la morfología de pigmentos característicos y el crecimiento a 42°C. (18).

### **BACILLUS SUBTILIS:**

Es una bacteria inofensiva gram-positiva, capaz de producir las endoesporas más resistentes cuando las condiciones ambientales son adversas tales como calor y desecación. (15)

El bacillus representa un género de las bacterias gram-positivas, las cuales son ubicadas en la naturaleza (suelo, agua y polvo). Algunas especies son ordinarias en la flora intestinal humana. (15)

Cuando crecen en agar sangre, el bacilo produce largas extensiones de colonias de color gris – blanco con márgenes irregulares. Una característica única de las bacterias es la habilidad de producir endoesporas. (15)

La otra bacteria que se puede distinguir por la producción de esporas es el clostridium. Aunque la mayoría de especies de bacilos son

saprophytes inofensivos, hay dos especies consideradas médicamente significativas. *B anthracis* y *B. Cereus*. (15)

El *bacillus subtilis*, el cual además de ser un bacilo esporulado aerobio, es muy resistente al calor y a los antisépticos químicos. La temperatura a la cual es sensible (19) el virus de la Hepatitis B es 100 °C durante un minuto o a 60 °C durante 10 horas, con esto se deduce que el *bacillus subtilis* que es sensible a 100 °C durante 11 minutos (22), es un buen indicador de la destrucción del virus de la Hepatitis B. (19)

## **RAYOS ULTRAVIOLETA:**

Pueden matar microorganismos que queden expuestos de modo directo a la luz, sin embargo estos pudieran no alcanzar todas las superficies de un instrumento o artículo bajo procesamiento. Los efectos de la luz UV pueden desaparecer si después de la exposición a esa luz, las bacterias se exponen a luz normal y se resiembran en medios de cultivo. A tal regeneración se le llama foto reactivación. (19)

En consecuencia es mejor utilizar este sistema como desinfección en vez de esterilización. (5, 23) La aplicación principal de la radiación UV radica en el control de infecciones transmitidas por el aire, en donde se le usa para la desinfección de áreas cerradas, como las salas de hospitales y quirófanos. (5, 23)

La luz ultravioleta UV es todo rayo luminoso perteneciente a la región del espectro solar situada fuera de la porción visible y hacia las ondas cortas. Es una parte invisible del espectro electromagnético. Relativo a la parte invisible del espectro luminoso que se extiende a continuación del color violeta. El tipo de radiación emitida depende de la temperatura del objeto. (12, 13)

Sus longitudes de onda van entre los 100 y 400 nm. La radiación ultravioleta puede producirse artificialmente mediante lámparas de arco, la de origen natural proviene principalmente del sol. (13) El espectro UV se divide en cuatro regiones, que se designan como: UV, UV-A, UV-B y UV-C. (13, 14)

UV-A: onda larga ultravioleta, es representada por la luz solar. Este rango tiene poco valor germicida.

UV-B: onda media ultravioleta, su uso es en lámparas.

UV-C: onda corta ultravioleta y es donde más ocurre el efecto germicida.

La óptima acción UV germicida ocurre en 265nm. (13, 14)

Las lámparas más usadas de baja presión de vapor de mercurio tienen una longitud de onda de 253.7 nm. Por lo tanto, la banda de UV-C es la más apropiada para la eliminación de microbios. (14)

Para tener ventajas del potencial germicida de UV-C se debe buscar medios alternos de producción de luz UV. La producción de radiaciones de energía UV debe por lo tanto de lograr la conversión de energía eléctrica. Esta conversión se realiza con una lámpara de baja presión de vapor de mercurio. (14)

La luz UV se produce como resultado de la corriente de electrones a través del vapor ionizado de mercurio entre los electrodos de la lámpara (es de notar que el resplandor azulado dado por la lámpara UV se debe a el gas dentro de la lámpara y no tiene acción germicida por sí mismo) (12)

La radiación ultravioleta puede ser dañina para los seres vivos, sobre todo cuando su longitud de onda es baja. La radiación ultravioleta con longitudes de onda inferiores a 300 nm se emplea para esterilizar superficies porque destruye bacterias y virus. Los microorganismos comprenden una variedad amplia de estructuras y pueden reunirse en cinco grupos básicos: bacterias, virus, hongos, protozoarios y algas. En términos simplistas un microorganismo se constituye de la pared de la célula, membrana citoplasmática y el material genético de la célula. El ácido nucleico es el material genético (ADN) blanco para la luz UV. Como UV penetra la pared celular y membrana citoplasmática, ocasiona una reestructuración molecular de ADN del microorganismo que así lo previene de reproducirse. Si una célula no puede reproducirse se considera muerta. (14) En los seres humanos, la exposición a radiación UV de longitud de onda inferior a los 310 nm puede producir quemadura; una exposición prolongada durante varios años puede provocar cáncer de piel. (13)

La atmósfera terrestre protege a los organismos vivos de la radiación UV del sol. Si toda la radiación UV procedente del Sol llegara a la superficie de la Tierra, acabaría probablemente con la mayor parte de la vida en el planeta. Afortunadamente la capa de ozono de la atmósfera absorbe casi toda la radiación UV de baja longitud de onda. Sin embargo gran parte de la vitamina D que las personas y los animales necesitan para mantenerse sanos se produce cuando la piel es irradiada por rayos Ultravioleta (13). Muchas sustancias se comportan de forma distinta cuando se les expone a luz UV que cuando se les expone a luz visible; por ejemplo el cuarzo es transparente a toda la gama de rayos ultravioleta naturales. (13)

### **Historia:**

El médico danés Niels Ryberg Finsen desarrolló una lámpara de rayos ultravioletas, hecho que mejoró el pronóstico de algunas enfermedades de la piel. (13)

En las décadas de 1970 y 1980, los científicos empezaron a descubrir que la actividad humana estaba teniendo impacto negativo sobre la capa de ozono, una región de la atmósfera que protege al planeta de los dañinos rayos ultravioleta.

Los estudios mostraron que la capa de ozono estaba siendo afectada por el uso creciente de clorofluorocarbonos (CFC, compuesto de flúor), que se emplean en refrigeración, aire acondicionado, disolventes de limpieza, materiales de empaquetado y aerosoles (13). La aplicación médica de los rayos ultravioleta del espectro solar depende de su poder actínico. De ahí el uso de aparatos que contengan tales radiaciones entre ellos el de la lámpara de vapor de mercurio. El inconveniente de ésta lámpara era la absorción de los rayos por el cristal. Más adelante se utilizó el cuarzo. Kromayer fue el inventor de éste método, que sigue aún en la actualidad. Prácticamente se ha utilizado la lámpara de Kromayer en dermatología para tratar diversas afecciones, como seborrea, eccema, alopecia, foliculitis y piodermias. (13)

En el tratamiento de los heridos, los rayos ultravioleta sirven como desinfectantes y cicatrizantes. Luego se empleó contra la tuberculosis, para fenómenos nerviosos, cardiopatías, nefritis, e hipersecreción estomacal. (13)

### **Características de la luz Ultravioleta (UV)**

- No es visible a simple vista porque su longitud es de onda corta. (12)
- Los solventes típicos para los espectros UV son el metanol, y el etanol. (10)

- Su energía es capaz de excitar electrones de moléculas. (24)
- La luz UV se puede transmitir a través del vidrio refractario, pero es mejor con el cuarzo porque este es más transparente. (13)
- Es capaz de ocasionar daño ocular. (13)
- Es capaz de producir reacciones biológicas y químicas, (alterando las proteínas, el colesterol y los ácidos nucleicos, puede matar bacterias y hongos ). (13, 21)
- Puede alterar la pigmentación de la piel. (10, 21)

#### **Usos de la luz UV:**

- La luz ultravioleta puede utilizarse para algunos tipos de esterilización.  
Por ejemplo: para esterilizar el aire y el agua. (12)

Al mencionar la esterilización del aire, la luz ultravioleta destruye algunas bacterias, hongos y virus. Protege al personal de infecciones en espacios cerrados y poco ventilados, provee protección en centros de atención a la salud, en donde puede haber enfermedades respiratorias. (12)

Se puede decir que es útil para proveer una rápida forma de desinfección.

Usando radiación de onda corta, la luz UV destruye todos los microorganismos del agua incluyendo bacterias y virus, esto lo utilizan

bastante para la protección y prevención de infecciones cruzadas de hospitales, laboratorios y clínicas veterinarias; (12) también en fábricas, procesadores de alimentos, casas farmacéuticas, embotelladoras e industrias eléctricas. (12) Entre los organismos que se pueden destruir por medio de luz UV están: Influenza, Stafilococos, Salmonella, Escherichia Coli, fecal coliforme, entre otros. Algo que cabe resaltar es que los aparatos para purificar agua por medio de luz UV son de fácil instalación y mantenimiento. (12)

También se puede usar:

- En invernaderos. (1)
- Para iniciar reacciones de polimerización. (21)
- Para esterilizar implantes. (3)
- Para tratar ciertas enfermedades dérmicas u otras. (13)

### **Nuevos Avances en la Tecnología que utiliza luz UV para desinfección:**

El cloro ha sido el método de elección cuando queremos desinfectar el agua. Estudios recientes han presentado algunos hechos inquietantes. Las reacciones químicas entre el cloro y algunos químicos orgánicos

complejos se sospecha que producen carcinógenos. Es por ello que métodos alternativos de desinfección están siendo investigados. El ozono ha sido empleado como un agente desinfectante. Sin embargo durante la última década el uso de radiación UV ha empezado a tomar auge (15).

Los científicos saben de la eficacia de la luz UV que de cierta longitud de onda es un agente germicida efectivo. Sin embargo dado el alto costo de su producción quedó a un lado. Hoy en día con el uso de lámparas de larga intensidad y vida ha vuelto a tomar auge (15).

La luz UV como ya se dijo anteriormente es una energía de alta intensidad compuesta por fotones que oscilan o vibran para producir una banda de longitud de onda corta, que no es perceptible al ojo humano (15).

### **EFFECTO DE LA LUZ UV SOBRE LOS MICROORGANISMOS:**

Estudios muestran que el ADN y el ARN de microorganismos absorben esta radiación. Los organismos no mueren al instante, pero la ruptura de las uniones moleculares causa que los mensajes genéticos se revuelvan y esto a su vez ya no les permita reproducirse. Esto se llama letalidad inducida. La cantidad de UV requerida para producir este suceso la llamaremos *dosis letal*. (12)

Debido a la construcción individual de cada célula, niveles diferentes de energía UV se requieren para su destrucción. Las lámparas UV emiten sobre 90% de su energía radiante en 253.7nm, que es muy cerca del pico eficiencia germicida de 265 nm. (14)

El grado de destrucción microbiológica es un producto de dos factores, que es la residencia real, o tiempo de contacto dentro de la cámara de esterilización; y la intensidad, que es la cantidad de energía por unidad de área (calculada por dividir la producción en watts por el área de superficie de la lámpara). Este producto de intensidad y el tiempo es conocido como la DOSIS y se expresa en micro watts, segundos por centímetro cuadrado ( $\mu\text{wseg}/\text{cm}^2$ ). (12) La temperatura es un factor determinante. (Cuadro 1)

El término dosis es utilizado para describir la cantidad total de energía absorbida por los microorganismos.

La dosis es el producto de la intensidad de la radiación UV (dado por la lámpara) y el tiempo (determinado por el tiempo que los patógenos son expuestos a la luz UV). Con esto fácilmente podemos calcular la capacidad de cualquier unidad UV. La dosis es acumulativa, por esto los patógenos acumulan la dosis letal pasando por los diferentes niveles de intensidad

dados por la lámpara. El tiempo para adquirir la dosis letal es controlado por su paso por los diferentes niveles de intensidad. (Cuadro 1) La máxima efectividad la logramos al pasar por los niveles de máxima intensidad. (12)

Hay ciertas limitantes de estos factores. Ni baja intensidad por largos períodos de tiempo, ni alta intensidad por pocos segundos es útil. (12)

Cuadro 1

<b>Bacterias</b>	<b>Dosis</b>
Escherichia Coli	6.600
Mycobacterium Tuberculosis	10.000
Pseudomona Aeroginosa	10.500
Bacillus Subtilis (esporulado)	58.000
Clostridium Tetan	22.000
Bacillus subtilis (vegetativo)	11.000
Virus de la hepatitis infecciosa	8.000

La cantidad de energía ultravioleta (germicida) es necesaria para la destrucción del 99,9% de varios microorganismos, y es medida en Micro watts por Segundo/cm<sup>2</sup>. (12)

Hay dos tipos de lámparas. Las de baja intensidad que es similar a las lámparas fluorescentes en tamaño, forma y precio. Estas deben ser utilizadas donde solo el tratamiento de UV de baja intensidad es requerida. Por ejemplo esterilización de agua. Estas lámparas producen rayos UV en el rango germicida. El 50% de la energía utilizada por éstas lámparas es convertido a rayos UV con una longitud de onda de 2,537 unidades ángstrom (15). Esta longitud de onda es efectiva en la destrucción de todos los microorganismos conocidos. Por otro lado están las de alta intensidad, que son pequeñas y compactas y de 20 a 30 veces producen más intensidad que las de baja intensidad. Son más caras y se utilizan también para agua. Aquí nos referimos al agua proveniente de industrias y drenajes. Estas solo convierten el 25% de energía en rayos UV germicidas. (15)

### **Criterios para el diseño de esterilización UV:**

La principal diferencia entre la lámpara germicida y la fluorescente es que la germicida es construida con cuarzo, mientras que en la fluorescente se usa vidrio. (15)

Hay muchos factores que influyen en el diseño final de un esterilizador UV. Se debe controlar el fluido UV para proveer una máxima

efectividad en el tratamiento. El cuarzo que es utilizado como aislante en las lámparas de (UV), protege las lámparas de contaminación y de la influencia que puedan causar el calor o el frío. Las lámparas deben mantener una temperatura operacional de 40° C (104°F). (13, 14) Cabe mencionar que los esterilizadores UV requieren poco cuidado. Las lámparas son de fácil adquisición y el cuarzo no requiere equipo o entrenamiento especial para su limpieza o reemplazo. (12, 15)

Es aconsejable usar un aparato para monitorear la efectividad del esterilizador. El más aconsejable es el que monitorea la longitud de onda. Este censor va ubicado en el punto de menor radiación UV. Este censor mide la intensidad de luz UV que ha penetrado el agua. (15)

### **Cuál debe ser la manutención de los equipos de luz UV?**

Las lámparas de luz UV normalmente no deben quemarse, sin embargo después de 7,500 horas de operación, el cuarzo de sus paredes se ha solarizado y ya no puede transmitir adecuadamente la luz UV, perdiendo en parte su capacidad germicida. Las lámparas deben ser cambiadas cuando hayan perdido un 30% de su emisión ultravioleta. (12)

Del mismo modo, los tubos de cuarzo pueden ser removidos en cosa de minutos y solo es necesario cambiarlos cada 5 años de uso continuo. Sin embargo, es muy importante que se mantengan limpios, lo que depende fundamentalmente del medio en que opera el equipo, asegurando así, una máxima irradiación, y con ello una óptima desinfección. (12)

### **FUENTES DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA:**

Las lámparas empleadas como fuentes de radiación UV son primordialmente las lámparas de descarga, ya que las de filamento sólo contienen en su espectro cantidades relativamente pequeñas. (12) La gama de lámparas UV es extensa, son dignos de mención especialmente los siguientes tipos:

#### **➤ LAMPARAS TL ACTINICAS:**

Son lámparas de vapor de mercurio a baja presión de forma tubular y revestida interiormente con una capa fluorescente que transforma la energía ultravioleta de onda corta del arco en radiación actínica utilizable. La máxima radiación se produce a 370 nm o 420 nm; según el tipo de lámpara. (12)

➤ LAMPARA DE LUZ NEGRA:

Esta emite su máxima radiación en la banda de 350 a 370 nm. La luz visible se elimina utilizando vidrio en la construcción de la ampolla exterior de la lámpara. Este vidrio tiene un color azul-púrpura oscuro y está basado en la capacidad (descubierta por Wood) que tiene ciertos metales alcalinos para absorber casi toda la radiación visible y transmitir prácticamente toda la luz ultravioleta. La radiación emitida por estas lámparas es completamente inocua para la vista y la piel. (12)

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Determinar la efectividad bactericida contra Bacillus subtilis y Pseudomona aeruginosa, de un aparato rediseñado, que utiliza 2 lámparas de luz ultravioleta de 15 watts.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Determinar la efectividad bactericida mediante cultivos de agar sangre para Bacillus subtilis y Pseudomona aeruginosa del aparato rediseñado de luz UV.
- Determinar el tiempo mínimo efectivo bactericida del aparato esterilizador de luz UV.
- Determinar la efectividad bactericida del aparato rediseñado de luz UV, utilizando una bolsa plástica transparente para empacar instrumentos.
- Comparar los diferentes métodos que existen como Autoclave, Calor Seco y Luz Ultravioleta en cuanto a costo.

## HIPÓTESIS

- La luz ultravioleta emitida por 2 lámparas de 15 watts cada una, es un método bactericida efectivo contra Bacillus subtilis y Pseudomona aeruginosa.
- La luz ultravioleta es efectiva en un tiempo de exposición similar al del autoclave.
- La luz ultravioleta es efectiva a través de una bolsa plástica transparente.

## **VARIABLES Y DEFINICIONES**

**Variable Independiente:** Radiación Ultravioleta por dos lámparas de 15w

**Variables Dependientes:** Efectividad bactericida

Tiempo mínimo bactericida

Empaque con bolsa plástica

### **DEFINICIONES:**

#### **Radiación Ultravioleta:**

Es todo rayo luminoso perteneciente a la región del espectro solar situado fuera de la porción visible y hacia las ondas cortas.

#### **Efectividad Bactericida:**

Eliminación de microorganismos vivos en los instrumentos de uso odontológico.

#### **Tiempo mínimo bactericida:**

Tiempo mínimo de exposición a la luz UV en horas o minutos requerido para lograr la efectividad bactericida.

#### **Empaque con bolsa plástica:**

Recipiente de material transparente flexible para llevar o guardar alguna cosa u objeto.

## **INDICADORES y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

### **Radiación Ultravioleta:**

Emisión de radiación UV por dos lámparas de 15 watts cada una dentro de una caja de metal.

### **Efectividad Bactericida:**

Reacción negativa después de haberse incubado por 24 horas el cultivo de Agar Sangre; confirmando la ausencia de microorganismos (Bacillus subtilis y Pseudomona aeruginosa).

### **Tiempo de efectividad bactericida:**

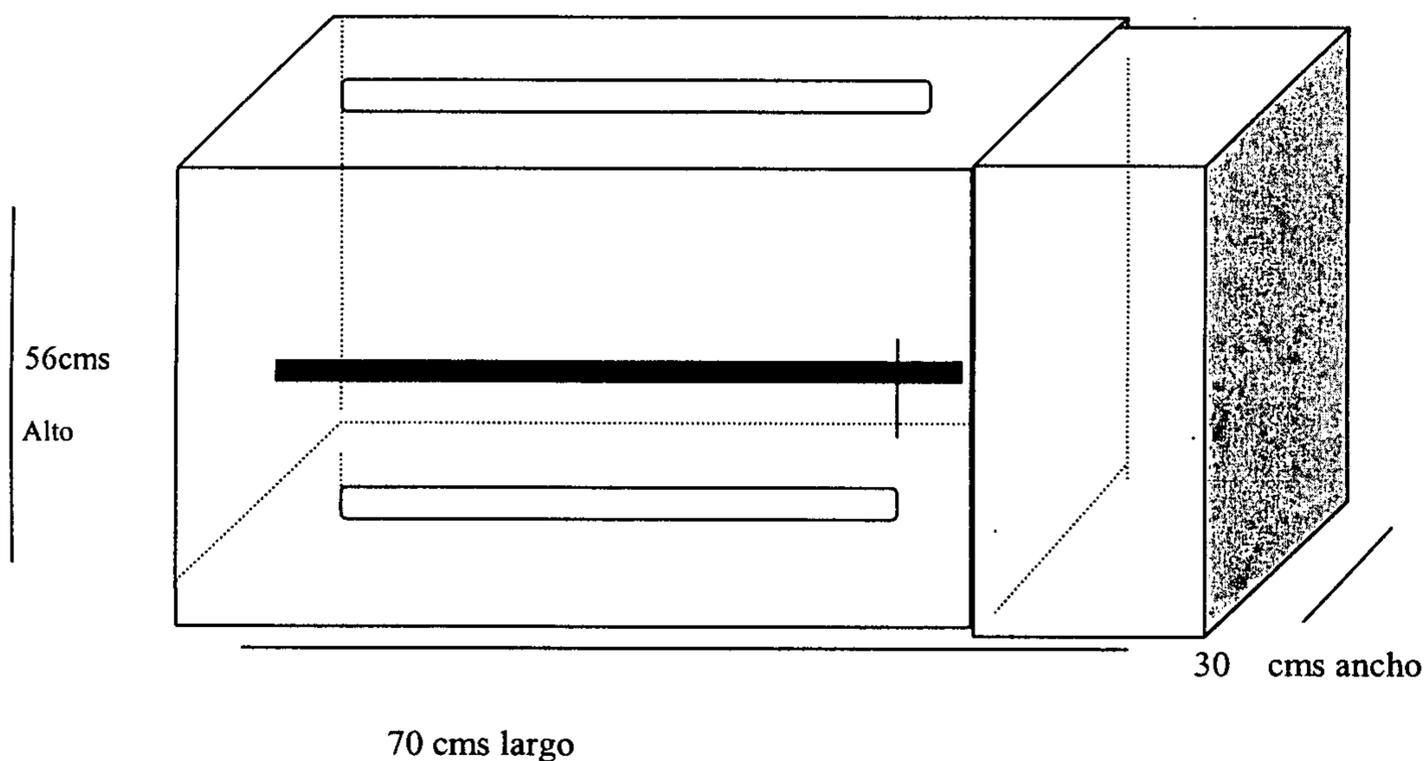
Período de tiempo mínimo, de exposición a la luz UV que transcurre desde la colocación de instrumentos contaminados, hasta obtener efectividad bactericida.

### **Empaque en bolsa Plástica:**

Bolsa plástica transparente tipo ziploc.

## METODOLOGIA

1. Se modifico y fabricó un aparato de luz ultravioleta; la caja de metal mide 70 cms. de largo, 30 cms. de ancho y 56 cms. de alto, en el se colocaron en vez de una; dos lámparas, de luz ultravioleta de 15 watts cada una, una en la parte superior de la caja y la otra en la parte inferior, cada una a 20 cms de distancia del centro, donde se colocó una parrilla del mismo material de la caja, para colocar los instrumentos. En la parte delantera se encuentra la puerta. Esta caja tiene un anexo donde se hicieron las conexiones eléctricas necesarias.



2. Se utilizaron instrumentos nuevos, tres espejos No. 5, tres exploradores y tres pinzas para algodón.

3. Se utilizaron dos cepas microbiológicas (Bacillus subtilis y Pseudomona aeruginosa, donadas en Facultad de Farmacia) que fueron sembradas en agar nutritivo cada semana para resembrar diariamente en caldos de tripticasa soya.
4. Los instrumentos fueron esterilizados previamente en un autoclave dentro de una bolsa para esterilizar por 20 minutos a 121°C. Se extrajeron los instrumentos en el interior de la campana y se hizo un frote en la parte activa de cada instrumento y se verificó su esterilidad con un cultivo de crecimiento. Para ello se utilizó un hisopo estéril, con este hisopo se realizó la siembra en los cultivos de agar sangre contenidos en cajas de petri, luego se incubó a 37°C por 24 horas para verificar que no hubiera crecimiento bacteriano. La caja de petri se dividió en 3 segmentos y se le asignó uno de estos segmentos a cada instrumento, se volvieron a lavar los instrumentos con esponja blanca 3M todas las superficies de los instrumentos, se secaron y se procedió a esterilizar de nuevo en el autoclave. Esta prueba se realizó 3 veces Se registraron los resultados en una tabla ( ver anexo 1, pag. 54)

5. Luego se hizo la contaminación de tres instrumentos, uno de cada uno, sumergiendo la mitad activa de cada instrumento, en caldos de tripticasa soya conteniendo Bacillus subtilis y otros 3, uno de cada uno, en caldos de tripticasa soya conteniendo Pseudomona aeruginosa. Para verificar la contaminación se hizo un frote de la parte activa de cada instrumento y se realizó una siembra en cultivos de agar sangre, los que se incubaron a 37°C por 24 horas, después de lo cual se verificó que hubiese crecimiento bacteriano, este procedimiento se repitió 3 veces, para asegurar que los instrumentos si estaban contaminados al salir de los caldos. Se registraron los resultados en una tabla. (Ver anexo 2, pag. 55)
6. Se lavaron y esterilizaron los instrumentos como en el paso No. 3. esto se realizó cada vez que se inicia la siguiente prueba.
7. De la cepa original tanto de Bacillus subtilis como de de Pseudomona aeruginosa se realizaron siembras en agar nutritivo cada semana y se refrigeró, para resembrar en Caldos de Tripticasa Soya para cada día que se contaminaron los instrumentos.
8. Se verificó diariamente que los instrumentos entraron contaminados a la caja, para esto se realizó una prueba control, esta prueba consistió

en escoger al azar dos instrumentos, uno de ellos corresponde al grupo de los contaminados con Bacillus subtilis y el otro al de Pseudomona aeruginosa. Se hizo un frote y se realizó una siembra en uno de los 4 cuadrantes, previamente identificados, en los que se dividió la caja de petri. Se utilizó una caja petri para cada microorganismo. Se registraron los resultados en un cuadro. (Ver anexo 3, pag. 56)

9. La primera prueba se realizó a los 20 minutos para determinar si en este tiempo había efectividad bactericida. Se registraron los resultados en un cuadro. (Ver anexo 3, pag. 56)

10. La siguiente prueba se realizó exponiendo los instrumentos a la luz UV dentro de la caja por 30 minutos. Y después de este tiempo se sacaron con una pinza dentro de la campana de flujo y se procedió a hacer un frote y siembra en el cuadrante correspondiente. Para verificar presencia o ausencia de microorganismos. Después de este procedimiento se procedió a lavar, secar y esterilizar en el autoclave como en el paso No. 3 antes de realizar la siguiente prueba. Se registraron los resultados en un cuadro. (Ver anexo 3, pag. 56)

11. Las pruebas se repitieron aumentando cada vez 30 minutos, hasta que se llegó a 90 minutos para confirmar que no existiera crecimiento bacteriano. Se registraron los resultados en un cuadro. (Ver anexo 3, pag. 56)
12. Como en la primera prueba que se realizó a los 30 minutos al hacer los cultivos ya no existió contaminación para verificar los resultados se repitió la prueba 3 veces. Se registraron los resultados en un cuadro. (Ver anexo 4, pag. 57)
13. Para determinar la efectividad de la luz UV a través de una bolsa plástica transparente tipo ziploc se realizó una prueba con los mismos parámetros de limpieza previa y contaminación. Se introdujeron a la caja dos juegos de instrumentos, uno dentro de bolsa plástica y el otro juego sin bolsa, en la primera prueba fueron contaminados con Bacillus subtilis y en la segunda con Pseudomona aeruginosa. Se expusieron por 30 minutos se le hizo un frote a cada instrumento y una siembra en agar sangre, se incubaron a 37°C por 24 horas. Se registraron los resultados de los cultivos en una tabla. (Ver anexo 5, pag. 58)

## **PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

A continuación se presentan los resultados y análisis obtenidos del trabajo de “DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BACTERICIDA CONTRA BACILLUS SUBTILIS Y PSEUDOMONA AREOGINOSA, DE UN APARATO MODIFICADO, QUE UTILIZA DOS LÁMPARAS DE LUZ ULTRAVIOLETA”.

### Cuadro #1

**“Determinación de la efectividad bactericida contra *Bacillus subtilis* y *Pseudomona aeruginosa*, de un aparato modificado, que utiliza 2 lámparas de luz ultravioleta”**

**Verificación de no crecimiento después de esterilizar instrumentos en autoclave**

No. De prueba	Autoclave por 20 minutos a 121°C		
	espejo	pinza	explorador
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-

Fuente: Datos obtenidos de investigación de campo

( + ) : Crecimiento de microorganismos      ( - ) : no crecimiento de microorganismos

Interpretación: El procedimiento que se utilizó para esterilizar los instrumentos fue exitoso. Dando los mismos resultados en las tres pruebas realizadas.



### Cuadro # 3

**“Determinación de la efectividad bactericida contra Bacillus subtilis y Pseudomona aeruginosa, de un aparato modificado, que utiliza 2 lámparas de luz ultravioleta”**

**Pruebas realizadas en instrumentos contaminados con bacillus subtilis y pseudomona aeruginosa y expuestos a diferentes tiempos de exposición de luz UV**

No. De Prueba	Tiempo de exposición en minutos	Prueba control Para <u>Bacillus subtilis.</u>			Prueba Posterior Para <u>Bacillus subtilis</u>			Prueba control Para <u>Pseudomona aeruginosa</u>			Prueba Posterior Para <u>Pseudomona aeruginosa.</u>		
		1	2	3	.1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	20	+			+	+	+		+		+	+	+
2	30		+		-	-	-			+	-	-	-
3	60			+	-	-	-	+			-	-	-
4	90												

Fuente: Datos obtenidos de investigación de campo.

Referencia: 1- espejo 2 - pinza 3 - explorador (+) crecimiento (-) No crecimiento

Interpretación: Las tres pruebas que se realizaron a instrumentos contaminados con Bacillus subtilis y Pseudomona aeruginosa aumentando 30 minutos a cada una, demuestran crecimiento positivo (+) en pruebas control (realizada a un instrumento contaminado previo a ingresar en la caja de luz UV) y No crecimiento (-) en prueba posterior (realizada a instrumentos después de estar expuestos a luz UV).

### Cuadro # 4

**“Determinación de la efectividad bactericida contra Bacillus subtilis y Pseudomona aeruginosa, de un aparato modificado, que utiliza 2 lámparas de luz ultravioleta”**

**Prueba confirmatoria de efectividad bactericida exponiendo los instrumentos por 30 minutos a luz UV**

No. De Prueba	Tiempo de exposición en minutos	Prueba control Para <u>Bacillus subtilis</u> .			Prueba Posterior Para <u>Bacillus subtilis</u> .			Prueba control Para <u>Pseudomona aeruginosa</u>			Prueba Posterior Para <u>Pseudomona aeruginosa</u> .		
		1	2	3	.1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	30	+			-	-	-	+			-	-	-
2	30		+		-	-	-		+		-	-	-
3	30			+	-	-	-			+	+	-	-

Fuente: datos obtenidos de investigación de campo.

Crecimiento positivo: + Crecimiento negativo: - 1: espejo 2: pinza 3: explorador

Interpretación: Las tres pruebas que se realizaron para confirmar los resultados de pruebas anteriores, demuestran crecimiento negativo (-) después de haber sido expuestos a luz UV por 30 minutos, tanto para los instrumentos que fueron contaminados con Bacillus subtilis como los de Pseudomona aeruginosa, excepción de crecimiento encontrado en un espejo contaminado por Pseudomona a.

### Cuadro # 5

**“Determinación de la efectividad bactericida contra *Bacillus subtilis* y *Pseudomona aeruginosa*, de un aparato modificado, que utiliza 2 lámparas de luz ultravioleta”**

**Resultados de efectividad bactericida con exposición de luz UV por 30 minutos de instrumentos empacados en bolsa ziploc y sin empacar**

<b>Efectividad bactericida con luz UV</b>	<b><u>Bacillus Subtilis</u></b>			<b><u>Pseudomona Aeruginosa</u></b>		
	<b>espejo</b>	<b>pinza</b>	<b>explorador</b>	<b>espejo</b>	<b>pinza</b>	<b>explorador</b>
<b>Con bolsa</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Sin bolsa</b>	-	-	-	-	-	-

Fuente: Datos obtenidos de investigación de campo

Crecimiento negativo: -    crecimiento positivo: +

Interpretación: En el proceso, los instrumentos fueron expuestos a luz UV por 30 minutos, tanto dentro de bolsa plástica como sin ella, siendo el resultado negativo para ambas pruebas.

**Cuadro #6**

**“Determinación de la efectividad bactericida contra *Bacillus subtilis* y *Pseudomona aeruginosa*, de un aparato modificado, que utiliza 2 lámparas de luz ultravioleta”.**

**Comparación de costos de aparatos utilizados para esterilizar instrumentos.**

<b><u>Aparatos de esterilización</u></b>	<b><u>Precio en Quetzales</u></b>
Autoclave	Q7000.00
Calor Seco	Q.00
Luz Ultravioleta (2 lámparas)	Q 983.24

Fuente: Investigación de campo

Interpretación: El aparato modificado de luz ultravioleta es de bajo costo comparado con un autoclave o uno de calor seco

## CONCLUSIONES

1. La luz ultravioleta de 2 lámparas de 15 watts y a 20 cm. de distancia de los instrumentos contaminados es efectiva como bactericida; es decir como método de desinfección.
2. Necesita un tiempo mínimo de 30 minutos para realizar su acción bactericida.
3. La luz ultravioleta es efectiva en instrumentos sin empacar o empacados en bolsa plástica transparente tipo ziploc.
4. La elaboración de la caja es de bajo costo, fácil de utilizar y bajo mantenimiento, comparado con el Autoclave y el horno de Calor Seco.

## RECOMENDACIONES

1. Utilizar la caja rediseñada y fabricada con dos lámparas de luz ultravioleta de 15 watts cada una, como un método bactericida.
2. Utilizar la caja fabricada con dos lámparas de luz UV únicamente con instrumentos clasificados como Semi-críticos y No críticos.
3. Seguir el protocolo de esterilización que incluye preremoción, limpieza, control de corrosión y lubricación, empaquetado antes de colocarlos al aparato de luz UV.
4. No abrir el aparato de luz UV cuando esté la luz encendida, ya que es dañina para los ojos.
5. Colocar los instrumentos empaquetados en bolsa plástica transparente tipo ziploc, para mantenerlos libres de microorganismos por más tiempo y evitar recontaminación.
6. Para mayor seguridad tanto del paciente como del personal que labora en la clínica dental, el aparato más efectivo para esterilizar instrumentos críticos, hasta el momento sigue siendo el autoclave, hasta que no se de la confiabilidad a la luz UV.

## LIMITACIONES

1. No existe ningún indicador de esterilidad que pueda utilizarse para el método por luz Ultravioleta, por tal motivo se utilizó un indicador biológico para Calor Seco y otro catalogado como de alta resistencia.
2. Hay poca bibliografía de luz ultravioleta y su acción sobre microorganismos en Odontología o Medicina.
3. Por el alto riesgo que conlleva el manejo de microorganismos con alto grado de patogenicidad, en el laboratorio microbiológico se permitió únicamente utilizar este tipo de bacterias (Bacillus subtilis y Pseudomona aeruginosa).

# ANEXOS

## Anexo 1

### VERIFICACIÓN DE NO CRECIMIENTO DESPUÉS DE ESTERILIZACIÓN EN AUTOCLAVE

No. De prueba	Autoclave por 20 minutos a 121°C		
	Espejo	pinza	explorador
1			
2			
3			

(+) Crecimiento de microorganismos

(-) No crecimiento de microorganismos

## Anexo 2

### PRUEBA CONFIRMATORIA DE INSTRUMENTOS

#### CONTAMINADOS

No. De prueba	<u>Bacillus Subtilis</u>			<u>Pseudomona Aeroginosa</u>		
	espejo	Pinza	explorador	espejo	pinza	explorador
1						
2						
3						

(+) Crecimiento de microorganismos

(-) No crecimiento de microorganismos

### Anexo 3

## PRUEBAS REALIZADAS EN INSTRUMENTOS CONTAMINADOS CON BACILLUS SUBTILIS Y PSEUDOMONA AEROGINOSA Y EXPUESTOS A DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN DE LUZ

### UV

No. De Prueba	Tiempo de exposición en minutos	Prueba control Para <u>Bacillus subtilis.</u>			Prueba posterior Para <u>Bacillus subtilis</u>			Prueba control Para <u>Pseudomona aeruginosa</u>			Prueba posterior Para <u>Pseudomona aeruginosa.</u>			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	20													
2	30													
3	60													
4	90													

1: espejo 2: pinza 3: explorador (+): crecimiento bacteriano (-) No crecimiento de bacterias

## Anexo 4

### PRUEBA CONFIRMATORIA DE EFECTIVIDAD BACTERICIDA EXPONIEDO LOS INSTRUMENTOS POR 30 MINUTOS A LUZ UV

No. De prueba	Tiempo de exposición	<u>Bacillus Subtilis</u>			<u>Pseudomona Aeruginosa</u>		
		espejo	pinza	explorador	espejo	pinza	explorador
1	30						
2	30						
3	30						

Crecimiento de microorganismos: +

No crecimiento de microorganismos: -

## Anexo 5

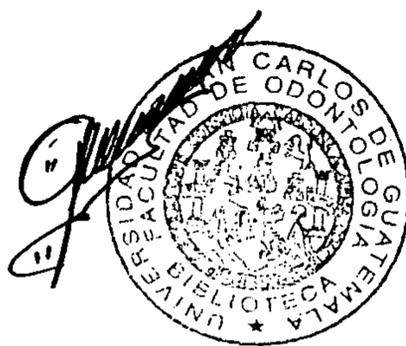
**RESULTADOS DE EFECTIVIDAD BACTERICIDA CON**  
**EXPOSICIÓN DE LUZ UV POR 30 MINUTOS DE**  
**INSTRUMENTOS EMPACADOS EN BOLSA ZIPLOC Y SIN**  
**EMPACAR**

Efectividad bactericida con luz UV	<u>Bacillus Subtilis</u>			<u>Pseudomona Aeruginosa</u>		
	espejo	pinza	explorador	espejo	pinza	explorador
Con bolsa						
Sin bolsa						

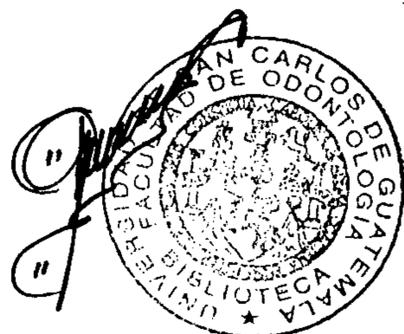
Crecimiento negativo (-)    Crecimiento positivo (+)

## BIBLIOGRAFIA

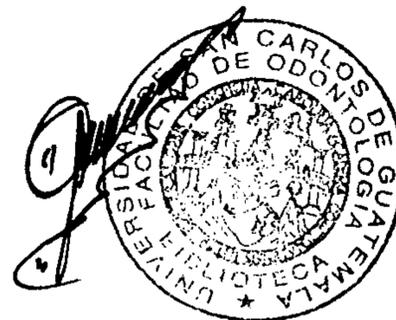
1. Alcantara Barbosa, María Del Consuelo.-- Química de hoy: texto preuniversitario.-- México : Interamericana McGraw-Hill, 1992.-- 217 p.
2. Alvarez Segura, Luis Manuel.-- Prácticas de control de infección recomendadas para odontología.-- Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Area de OSP, Guatemala, 1993.-- pp. 1-6
3. Beeck Cazali, Annelise.-- Evaluación clínica y radiográfica de implantes dentales osteointegrados colocados en la región anterior del maxilar superior.-- Tesis ( Cirujano Dentista ) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, facultad de Odontología, 1999.-- pp. 14.
4. Bobman Klaus.-- Medidas higiénicas en la clínica dental / Klaus Bobman, B. Jorge Heinerberg; trad. por Javier Sarmientos Martinez.-- España : Ediciones Doyma, 1992.-- pp. 19-35
5. Canoj Valladares, Allan Stuardo.-- Comparación de la efectividad y tiempo de esterilización entre la radiación ultravioleta y el autoclave.-- Tesis ( Cirujano Dentista ) -- Guatemala, Universidad De San Carlos, Facultad de Odontología, 2000.-- pp. 46-59



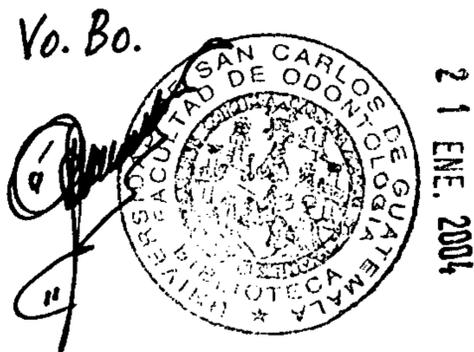
6. Delgado Azañero, Wilson y Gabriel Flores Mena, Victor Vives Barreto.- Control de las infecciones transmisibles en la practica odontológica.-- Universidad Peruana Cayetano Heredia Lima - Perú, 1995.-- pp. 11-37
7. DIFCO manual de bacteriología (recopilación de técnicas) : medios de Cultivos deshidratados y reactivos para procedimientos de Laboratorios microbiológicos y clínicos.-- Valdemoro (Madrid) Gráficas Mirsa, 1978.-- pp. 91 -93
8. Diccionario Enciclopédico Océano Uno Color.-- España : Grupo Editorial, 1995.-- pp. 104-641
9. Farmacología, analgesia, técnicas de esterilización y cirugía bucal en la práctica dental / Martin Dunn... [et al. ] ; trad. por Bertha Turcott.-- México : El Manual Moderno, 1996.-- pp. 129-134
10. Guandalini, Sérgio Luiz.-- Como controlar la infección en la Odontología / Sergio Luis Guandalini, Norma S. Falcao, Eduardo de Peixoto : Brasil, Universidad Federal de Paraná, 1997.-- pp. 10-42
11. Hernández Rodriguez, Walter Mel.-- Determinación de la presencia de contaminación fecal por medio del indicador biológico Escherichae Coli en los módulos de trabajo de la Facultad de Odontología De la Universidad de San Carlos de Guatemala.-- Tesis (Cirujano Dentista) – Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1999.-- pp. 21 – 29
12. Luz Ultravioleta. En: Internet. [www.uvta.com](http://www.uvta.com). Agosto del 2000



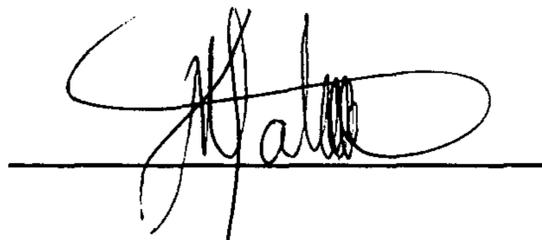
13. Luz, "Enciclopedia Microsoft" Encarta 2000. Microsoft Corporation.
14. Luz Ultravioleta, desinfección. En: Internet. [www.agualatinoamerica.com](http://www.agualatinoamerica.com). 2000
15. Luz Ultravioleta: Nuevos avances en la tecnología que utiliza la luz UV Para desinfección. En: Internet. [www.Microbiología.com.ar](http://www.Microbiología.com.ar)
16. Miller, Cris H.-- Esterilización : control microbiano sistemático.-- pp. 339-381.-- En: Control de Infecciones y Seguridad en el Consultorio / Robert R. Runnells, Director Huesped ; trad. Por José A. Ramos Tercero.-- México : Interamericana McGraw-Hill, 1991.-- ( Clínicas Odontológicas de Norteamérica Vol. 2 )
17. Marta Negroni.-- Microbiología Estomatológica : fundamentos y guía Práctica.-- Buenos Aires : Editorial Médica Panamericana, 1990.-- pp. 325 - 361.
18. Microbiología Médica / Ernest Jawets... [et al.]-- México : El Manual Moderno, 1990.-- pp. 188 - 217
19. Nolte A. William.-- Microbiología Odontológica / William Nolte, trad. por María Hernández Cázares.-- 4º. ed.-- México : Interamericana McGraw - Hill, 1985.-- pp 228
20. Pequeño Larousse Ilustrado / Miguel de Toro... [et al.]-- 5ª. ed.-- Argentina : Larousse, 1968.-- pp. 228



21. Pelczar, Michael J.-- Microbiología / Michael Pelczar, Reid Rogers D.--  
4ª. Ed.-- México : MacGraw-Hill, 1982.-- pp. 381, 654
22. Ross, W. Philip.-- Microbiología bucal y clínica / Philip W. Ross,  
W, Peter Holbrook ; trad. por Ma. Del Rosario Corsolio Pacheco.--  
México : Editorial Científica, 1985.-- pp. 49 – 55
23. Tratado de Microbiología con inclusión de inmunología / Henry M.  
Goldman... [ et al. ] ; trad. por Joaquín Felipe Llinas.-- Barcelon:  
Salvat Editores, 1982.-- pp. 1021-1028
24. Valdeavellano Pinot, Roberto.-- Principios de cirugía oral .--  
Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología,  
Unidad de Cirugía, Guatemala, sf, pp. 10-20

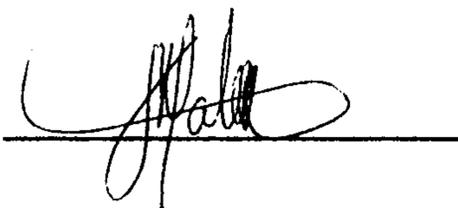


**El contenido de esta Tesis es única y exclusiva  
responsabilidad del autor:**

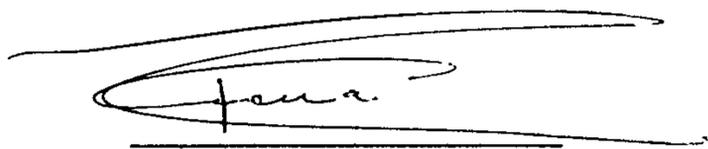
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Cabrera', is written over a solid horizontal line.

**Maria Luisa Cabrera Pinto**

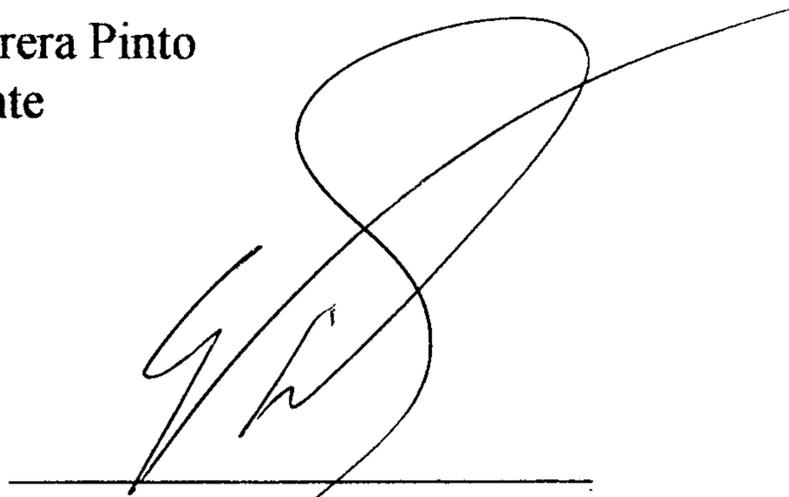
**APROBACIÓN INFORME FINAL**



María Luisa Cabrera Pinto  
Sustentante



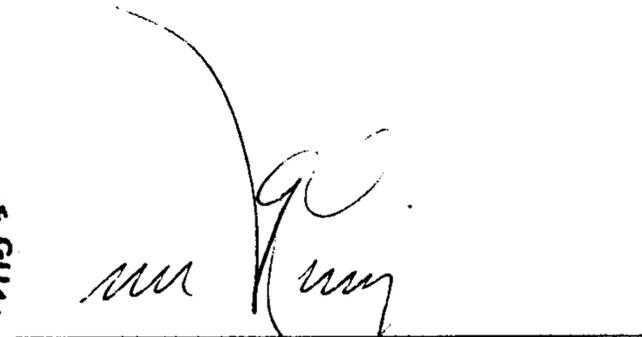
Dr. Arturo Peña Arias  
Asesor de Tesis



Dr. Estuardo Vaides Guzmán  
Asesor de Tesis

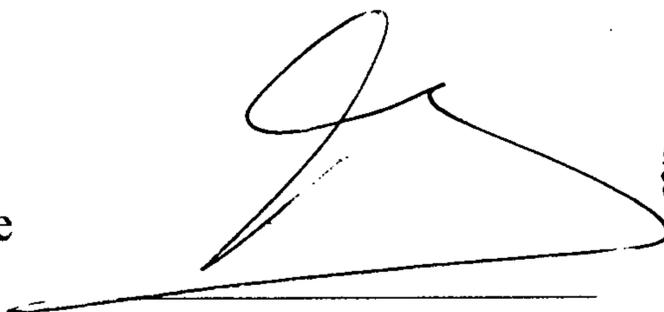


Dra. Dora King de García  
Comisión de Tesis



Dr. Alejandro Ruiz Ordóñez  
Comisión de Tesis

Vo. Bo. Imprimase



Dr. Otto Raúl Torres Bolaños  
Secretario

