



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

Comparación de la efectividad de dos métodos de desinfección en superficies ambientales de la UCI del Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MÉDICO ESPECIALISTA EN EPIDEMIOLOGÍA

Presenta:

**Pamela Rodríguez Velázquez**

**Dra. Yazmín Zacate Palacios**

División de Epidemiología Hospitalaria

U.M.A.E. "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez"

Centro Médico Nacional Siglo XXI

**Dr. Oscar Cruz Orozco**

Coordinador de Programas Médicos

Coordinación de Vigilancia Epidemiológica

**QFB Reyna Flores Cima**

Jefe de Sección de Bacteriología

U.M.A.E. "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez"

Centro Médico Nacional Siglo XXI

**QFB Norma Leticia Pérez Hernández**

Químico Clínico

U.M.A.E. "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez"

Centro Médico Nacional Siglo XXI

MÉXICO, D.F. ABRIL 2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AUTORIZACIÓN

---

Dr. Benjamín Acosta Cázares  
Profesor Titular de la Especialidad en Epidemiología  
Coordinación de Vigilancia Epidemiológica  
Instituto Mexicano del Seguro Social

---

Dra. Yazmín Zacate Palacios  
División de Epidemiología Hospitalaria  
U.M.A.E. “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez”  
Centro Médico Nacional Siglo XXI

## ÍNDICE TEMÁTICO

<b>I. RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
<b>III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>44</b>
<b>IV. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>47</b>
<b>V. OBJETIVO</b>	<b>49</b>
<b>VI. HIPÓTESIS</b>	<b>49</b>
<b>VII. MATERIAL Y MÉTODO</b>	<b>50</b>
<b>VIII. ASPECTOS ÉTICOS</b>	<b>57</b>
<b>IX. RECURSOS Y FINANCIAMIENTO</b>	<b>57</b>
<b>X. RESULTADOS</b>	<b>59</b>
<b>XI. DISCUSIÓN</b>	<b>67</b>
<b>XII. CONCLUSIONES</b>	<b>68</b>
<b>XIII. ANEXOS</b>	<b>71</b>
<b>XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>93</b>

## I. RESUMEN

Rodríguez Velázquez P, Zacate Palacios Y, Cruz Orozco O, Flores Cima R, Pérez Hernández NL. **Comparación de la efectividad de dos métodos de desinfección en superficies ambientales de la UCI del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.**

**Introducción:** Cada año, la atención de 1.4 millones de pacientes se complican a causa de infecciones contraídas durante la asistencia médica. Actualmente, el ambiente de los servicios de salud es foco de atención para minimizar la diseminación de patógenos causantes de Infecciones Relacionadas a la Atención en Salud.

**Objetivo:** Determinar la efectividad del método de desinfección con radiación UV en comparación con la efectividad del método de desinfección con Cloro en superficies ambientales de la UCI del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.

**Material y método:** Se realizó un ensayo comunitario de intervención que incluyó 5 superficies de alto contacto (barandales, colchones, bombas de infusión, monitores de signos vitales y perillas de oxígeno) de cubículos de la UCI del Hospital de Especialidades que se desocuparon, a las cuales se tomaron muestras basales para cultivos de bacterias mesofílicas aerobias y muestras para pruebas de bioluminiscencia, se realizó la asignación del método de desinfección (Radiación UV o Cloro) 1 a 1 y se tomaron muestras de las mismas 5 superficies una hora después de la desinfección, a las 2 y a las 4 horas posteriores para comparar cual fue el método más efectivo.

**Resultados:** Las medias de UFC/cm<sup>2</sup> que mostraron diferencias significativas una hora después de realizarse la post desinfección fueron en barandales Cloro 4.26 UFC/cm<sup>2</sup> en comparación con 0.97 UFC/cm<sup>2</sup> con Radiación UV (p=0.036); en colchones Cloro 1.61 UFC/cm<sup>2</sup> en comparación con 0.28 UFC/cm<sup>2</sup> con Radiación UV (p<0.001); en perillas de oxígeno Cloro 4.13 UFC/cm<sup>2</sup> en comparación con 0.25 UFC/cm<sup>2</sup> con Radiación UV (p=0.006). En los niveles de limpieza medidos con las pruebas de bioluminiscencia sólo mostraron diferencias significativas en colchones a las 2 horas de la desinfección que mostraron medias de URL con Cloro de 213.66 URL en comparación con 160.66 URL con radiación UV (p=0.035), y las 4 horas post desinfección en monitores de signos vitales con Cloro 285.42 URL en comparación con 165.53 URL con radiación UV (p=0.043) y en perillas de oxígeno con Cloro 228.45 URL en comparación con 92.69 URL con radiación UV (p=0.011)

**Conclusiones:** El método de radiación ultravioleta mostró mayor capacidad de desinfección y niveles de limpieza de las 5 superficies en que se tomaron las muestras en comparación con el método de desinfección con Cloro.

## II. MARCO TEÓRICO

### I.I INTRODUCCIÓN

Cada año, el tratamiento y atención de millones de pacientes en todo el mundo se complica a causa de infecciones contraídas durante la asistencia médica, lo que conlleva a una mayor estancia hospitalaria, discapacidad, o muerte. Además del costo en vidas, esta situación genera una carga económica adicional para los sistemas de salud. <sup>(2)</sup>

En algunas partes del mundo, el riesgo de infección es particularmente elevado, por lo que tanto en países desarrollados como en desarrollo, se realizan proyectos para demostrar que la aplicación de intervenciones y estrategias pueden reducir considerablemente la carga de morbilidad y mortalidad por infecciones relacionadas a la atención sanitaria (IRAS). <sup>(2)</sup>

En todo momento más de 1.4 millones de personas contraen IRAS en el mundo y del 5 al 10% de pacientes que ingresan a un hospital, desarrollarán una o más infecciones. Se estima que al menos uno de cuatro pacientes que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos contraerá una infección durante su estancia hospitalaria. En países en desarrollo, el riesgo de IRAS es de 2 a 20 veces mayor que en los países desarrollados. En algunos países en desarrollo, la proporción de pacientes con IRAS supera el 25%. <sup>(2)</sup>

En Estados Unidos, 1 de cada 136 pacientes hospitalizados enferman gravemente de IRAS, lo que equivale a 2 millones de casos y aproximadamente 80,000 muertes al año, generando un costo anual de entre 4,500 y 5,700 millones de dólares. En Inglaterra, 100,000 casos de IRAS provocan más de 5,000 muertes y generan un costo de 1,000 millones de libras por año. En México se calculan 450,000 casos de IRAS con una tasa de mortalidad de 32 por cada 100,00 habitantes por año y el costo anual se aproxima a los 1,500 millones de pesos. <sup>(2)</sup>

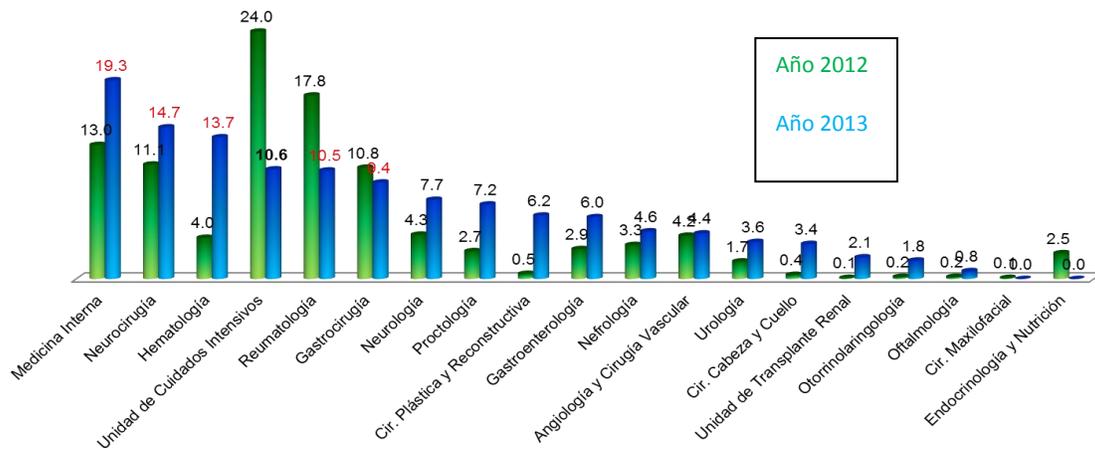
En el 2012 según la Coordinación de Vigilancia Epidemiológica del Instituto Mexicano del Seguro Social, reportó una letalidad en las Unidades Médicas de

Alta Especialidad de 7 por cada 100 casos de IRAS, catalogándola como la cuarta causa de mortalidad de la población derechohabiente.

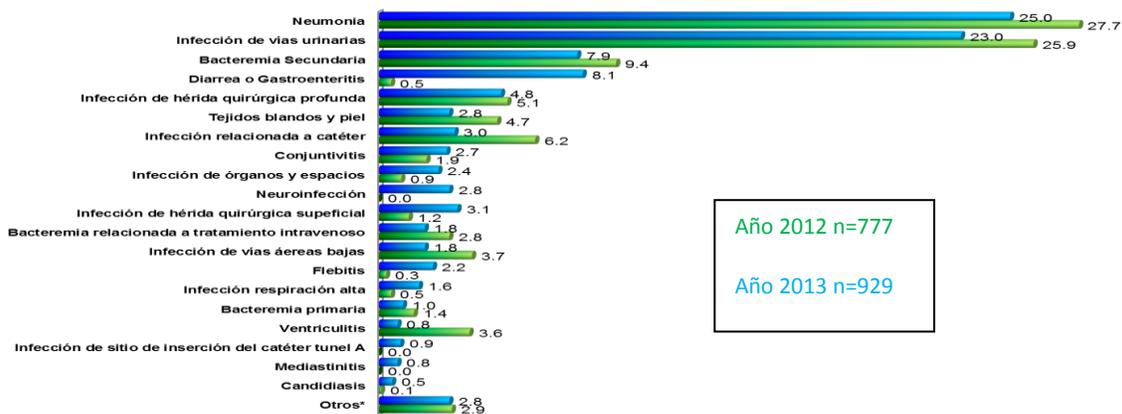
La tasa global de infecciones nosocomiales reportadas por el Hospital de Especialidades en el 2012 y 2013 fue:

Año	No de egresos hospitalarios	No. De Infecciones Nosocomiales (IN)	Tasa/100 Egresos	Días de EIH	Tasa /1000 días de EIH
2012	11193	777	7.0	87456	8.9
2013	11733	929	8.0	86738	10.7

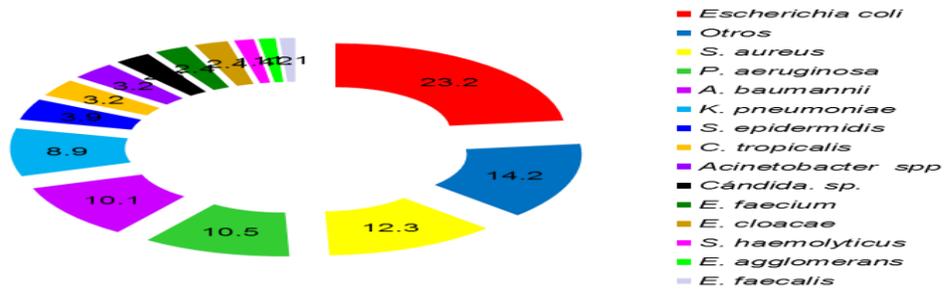
Y las tasas por servicio de estos mismos años fueron de:



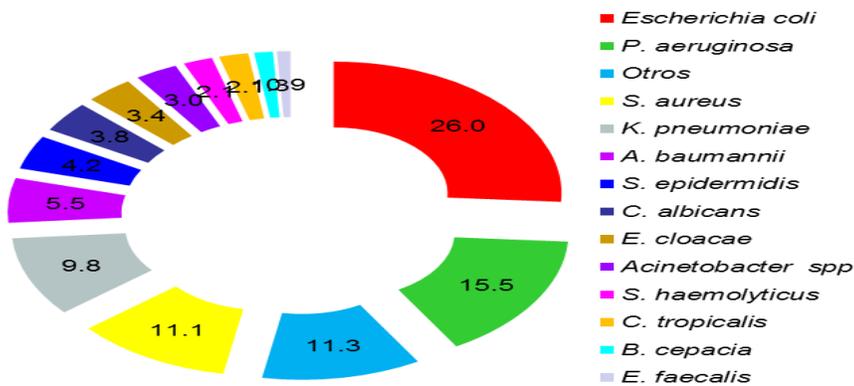
La prevalencia por tipo de Infección fue:



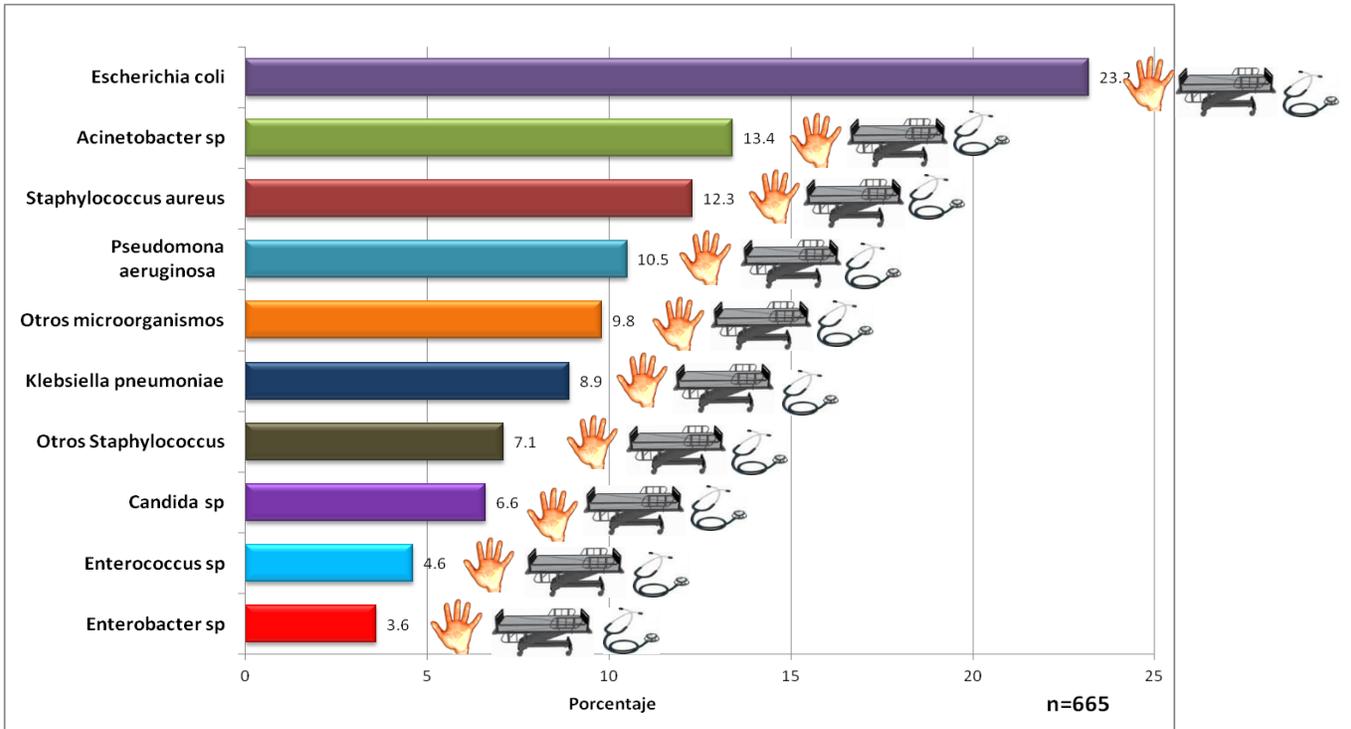
Dentro del perfil bacteriológico los tipos de microorganismos encontrados para las infecciones en el Hospital en el año 2012 fue:



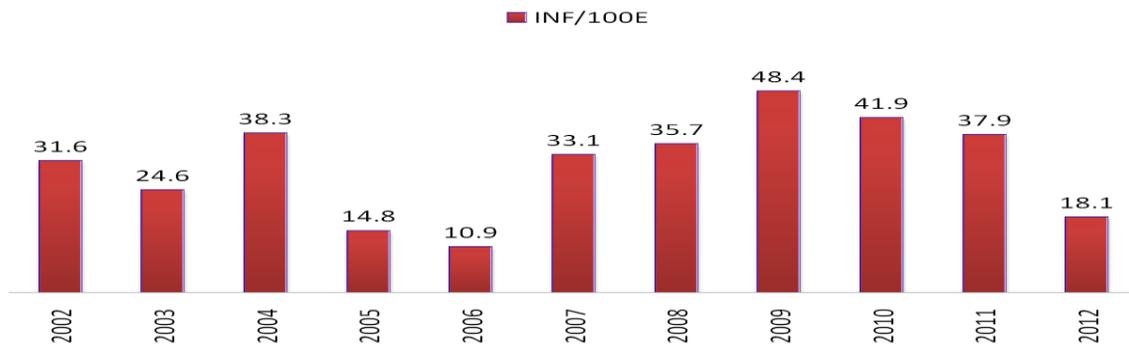
Y en el año 2013 los microorganismos que se identificaron fueron:



Microorganismos relacionados con infecciones nosocomiales en el 2012 y el 2013 en el Hospital de Especialidades y sus fuentes de transmisión:



La incidencia acumulada que se ha presentado en los últimos años de IRAS en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital ha sido la siguiente:



La prevalencia del 2007 al 2013 por tipo de IRAS en la UCI del Hospital es la siguiente:

PREVALENCIA POR TIPO DE IRA DEL 2007 AL 2013		
NAV	762	44.69
ITU	229	13.43
BACTEREMIAS	126	7.39
OTRAS	588	34.49
TOTAL	1705	100

En el 2013 la prevalencia por tipo de IRAS que se presentaron en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital fueron las siguientes:

TIPO DE INFECCIÓN	CASOS	PORCENTAJE
NAV	41	53.95
ITU	10	13.16
COLITIS PSEUDOMEMBRANOSA	7	9.21
BACTEREMIA	5	6.58
TRAQUEITIS	7	9.21
INF. TEJIDOS BLANDOS	2	2.63
INF. HERIDA QUIRÚRGICA	1	1.32
CONJUNTIVITIS	1	1.32
OTITIS	1	1.32
INFECCIONES RELACIONADAS A CATETER	1	1.32
TOTAL	76	100.00

Según el Diario Oficial de la Federación, los gastos de hospitalización son de \$5,684 por día, y el costo en Unidades de Cuidados Intensivos de \$31,434. En el 2012 en la Unidades Médicas de Alta Especialidad en el Instituto Mexicano del Seguro Social, se reportaron un total de 54,298 días sobre estancia y un total de 165,338 días sobre estancia en hospitalización con un gasto total de \$2,677,518,164

Según los indicadores de las CUMAE, la Dirección Médica del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” de Centro Médico Nacional Siglo XXI reportó durante el año 2013 que el gasto por días sobre estancia fue de 210 millones de pesos.

Los microorganismos que se encuentran en el ambiente hospitalario, y en las manos del personal de salud, suelen persistir incluso hasta meses en las superficies dependiendo del tipo de microorganismo identificado:

Patógeno	Tasa de contaminación	Tiempo de persistencia en las manos	Tiempo de persistencia en superficies inanimadas
<i>Acinetobacter spp.</i>	3 - 15	≥ 150 min	3 días - 5 meses
<i>E. Coli</i>	21- 86.1	6 - 90 min	2 h - 16 meses
<i>Virus de la influenza</i>	Desconocido	10 - 15 min	12 - 48 h
<i>HAV</i>	Desconocido	Varias horas	2h - 60 días
<i>HCV</i>	8 - 23.8	Desconocido	Desconocido
<i>Klebsiella spp.</i>	17	Mas de 2 h	2h - 30 meses
<i>MRSA</i>	16.9	Desconocido	4 semanas-7 meses
<i>Pseudomona spp.</i>	1.3 - 25	30 - 180 min	6h - 16 meses
<i>Rotavirs</i>	19.5 - 78.6	Mas de 260 min	6 - 60 días
<i>S. Marcescens</i>	15.4 - 24	≥ 30 min	3 días - 2 meses
<i>S.aureus</i>	10.5 - 78.3	≥ 150 min	4 semanas - 7 meses
<i>VRE</i>	41	Mas de 60 min	5 días - 4 meses
<i>Candida spp. (torulopsis glabrata)</i>	23 - 81	1 h	1 - 50 días

Las defensas deficientes del huésped asociada a una desinfección inadecuada del material, ambiente y superficies hospitalarias, conlleva el riesgo de transmisión persona a persona (por ejemplo, el virus de la hepatitis B) y la transmisión de patógenos ambientales (por ejemplo, *Pseudónimas eruginosa*). En diversos países, se han documentado la falta de cumplimiento de las normas establecidas para la desinfección y esterilización, y éste incumplimiento ha dado lugar a numerosos brotes. <sup>(3)</sup>

Actualmente, el ambiente de los servicios de salud es foco de especial atención para minimizar la diseminación de microorganismos, y que puede actuar como fuente de adquisición de patógenos potencialmente causantes de IRAS, como los microorganismos multiresistentes. Las superficies limpias y desinfectadas consiguen reducir cerca de un 99% el número de microorganismos, en tanto las superficies que solo fueron limpiadas, los reducen en un 80%. <sup>(4)</sup>

Las superficies tienen riesgo mínimo de transmisión directa de infección, pero pueden contribuir a la contaminación cruzada secundaria, ya sea por medio de las manos de los profesionales de la salud, o de los instrumentos o productos que podrían ser contaminados y entrar en contacto con esas superficies y posteriormente contaminar a los pacientes u otras superficies. Así, la higiene de

las manos de los profesionales de la salud, y la limpieza y desinfección de superficies, son fundamentales para la prevención y reducción de las IRAS. <sup>(4)</sup>

En el ambiente se encuentran presentes microorganismos en superficies húmedas y sobre fómites, algunos de ellos persisten en ambientes secos, la presencia de estos microorganismos no establece un papel causal en las infecciones, pero se pueden transmitir a través de medios indirectos como las manos. Es por eso que las superficies deben considerarse como reservorios potenciales que albergan microorganismos que pueden ser patógenos para huéspedes susceptibles, por lo que se subraya la importancia del ambiente en IRAS, y en algunos casos puede contribuir a casos de brotes. <sup>(5)</sup>

## **I.II HISTORIA**

La historia de las infecciones, va de la mano con las desinfecciones ambientales, donde se exponen procedimientos remotos con agentes químicos en los que se dificulta diferenciar el principio activo. <sup>(1)</sup>

La referencia más antigua de una desinfección, aparece en la Odisea, donde Ulises después de matar a sus rivales ordena quemar las casas con azufre para desinfectarlas. <sup>(1)</sup>

Los compuestos de Mercurio y Azufre, fueron los más utilizados como desinfectantes, posteriormente su utilización fue retomada por los árabes y transmitida a los europeos. <sup>(1)</sup>

En Europa, el siglo XVIII, durante la epidemia de peste bovina, los responsables de países afectados, recomendaron medidas enérgicas de desinfección, las cuales fueron inspiradas en trabajos de *Giovanni Lancisi*, médico de los Papas Inocencio XII y Clemente XI, quien aconsejó en 1715 el lavado de las fuentes, recipientes y abrevaderos con sosa concentrada, donde bebían habitualmente los bovinos. En 1730, Carlos VI de Francia plantea la limpieza de los recipientes donde se alimentaban los caballos que habían muerto, con sosa cáustica, así como pintar con cal los establos. <sup>(1)</sup>

La desinfección con medios físicos, ha sido practicada desde la cultura greco-romana, quienes utilizaban fuego para quemar establecimientos y cadáveres de personas sospechosas de haber contraído una infección de animales. <sup>(1)</sup>

En 1752 en Inglaterra, durante la peste bovina, se recomendó fumigación para evitar diseminación de infecciones, y se demostró la relación entre microorganismos, objetos animados e inanimados y los seres humanos. <sup>(1)</sup>

Durante la historia de las desinfecciones, se han desarrollado métodos que han sido perfeccionados hasta su aplicación actual. <sup>(1)</sup>

### **I.III CONCEPTOS BÁSICOS Y CLASIFICACIONES**

#### **Conceptos Básicos**

Para entender la importancia de la desinfección en las superficies del ambiente hospitalario y su relación con las infecciones nosocomiales, se deben definir:

**Limpieza:** eliminación de suciedad visible (materia orgánica e inorgánica) de objetos y superficies, se lleva a cabo manual o mecánicamente usando agua con detergentes o productos enzimáticos. <sup>(3)</sup>

**Descontaminación:** el uso medios físicos o químicos para eliminar, inactivar o destruir patógenos en una superficie o artículo, hasta el punto en que ya no son capaces de transmitir partículas infecciosas. <sup>(3)</sup>

**Desinfección:** proceso de aplicación de desinfectante físico o químico que elimina microorganismos patógenos en objetos inanimados, excepto esporas bacterianas. <sup>(3)</sup>

**Limpieza rutinaria:** limpieza en húmedo general, con el fin de recoger las acumulaciones de polvo y otras partículas de las superficies, mobiliario y equipo de las áreas con agua y jabón. <sup>(6)</sup>

**Limpieza exhaustiva:** procedimiento de eliminación de suciedad, materia orgánica y agentes infecciosos de las superficies, por medio de lavado y fregado

detallado, con el fin de evitar cualquier elemento que favorezca la proliferación de microorganismos patógenos. <sup>(6)</sup>

**Microorganismos:** ser vivo que solo puede visualizarse con microscopio. Organismos dotados de individualidad que presentan organización biológica elemental. <sup>(7)</sup>

**Virus:** agente infeccioso pequeño (20-300 nm), contiene una sola clase de ácido nucleico (ADN o ARN) como genoma, así como cápside y a veces cubierta. <sup>(8)</sup>

**Bacterias:** grupo heterogéneo de microorganismos unicelulares, de estructura celular procariota y transmisión de material genético de unas bacterias a otras mediante mecanismos de transferencia genética. <sup>(8)</sup>

**Hongos:** Organismos eucariotas, con metabolismo quimio heterótrofo, poseen pared celular constituida por quitina, celulosa o ambos. Las levaduras son hongos unicelulares que se reproducen por gemación. Los hongos filamentosos son multicelulares, constituidos por hifas que forman micelios. <sup>(8)</sup>

**Esporas:** célula reproductora haploide y unicelular. La espora es un elemento de los ciclos vitales biológicos de plantas, hongos y algas. El término puede referirse a la etapa inactiva de algunas bacterias, endoesporas. <sup>(8)</sup>

**Biofilm:** cúmulo de masa de bacterias y material extracelular que está fuertemente adherida a una superficie que dificulta su eliminación. <sup>(3)</sup>

**Germicida:** agente que destruye microorganismos resistentes productores de enfermedades, usado sobre tejidos vivos y también sobre objetos inanimados. <sup>(6)</sup>

**Fungicida:** Agente que mata hongos. <sup>(6)</sup>

**Esporicida:** Agente que destruye esporas. <sup>(6)</sup>

**Bactericida:** Agente que destruye bacterias. <sup>(6)</sup>

**Bacteriostático:** Inhibe el crecimiento de la bacteria sin destruirla. <sup>(6)</sup>

**Viricida:** Agente que mata virus. <sup>(6)</sup>

**UCI:** Unidad de Cuidados Intensivos. <sup>(6)</sup>

**Superficie de alto contacto:** tipo de superficie que supone un alto contacto con las manos. <sup>(3)</sup>

**Placas de cultivo para recuento aerobio:** Medio de cultivo enriquecido para el desarrollo de bacterias mesofílicas aerobias. <sup>(10)</sup>

**UFC/cm<sup>2</sup>:** Unidades Formadoras de Colonias miden el grado de contaminación microbiológica de superficies. <sup>(3)</sup>

**Porcentaje de reducción de UFC/cm<sup>2</sup>:** promedio de los microorganismos sobrevivientes entre la carga viable inicial posterior a la aplicación de algún método de desinfección. <sup>(38)</sup>

**Placas para cultivo:** de bacterias de mesofílicos aerobios que reflejan calidad sanitaria y detección de fuentes de contaminación durante procesos, reflejan la cantidad de UFC/cm<sup>2</sup> encontrada en las superficies predefinidas (barandales, colchones, bomba de infusión, monitor de signos vitales y perillas de oxígeno). <sup>(10)</sup>

**ATP:** Trifosfato de Adenosina. Energía que proviene de los nutrientes que consumen los organismos vivos para después utilizarla en sus reacciones químicas. Molécula energética presente en todas las células vivas. <sup>(10)</sup>

**URL:** Unidades Relativas de Luz medidas a través de la cantidad de ATP producida por la materia orgánica presente en las superficies. <sup>(10)</sup>

**Prueba de bioluminiscencia:** prueba de verificación de higiene basada en una reacción de quimioluminiscencia donde se produce luz por una reacción bioquímica catalizada por una enzima. La más conocida de las reacciones de bioluminiscencia, es la de ATP. La presencia de ATP en una superficie indica contaminación con residuos biológicos. El ATP de una superficie, es detectado utilizando la enzima Luciferasa, la misma que utilizan las luciérnagas para producir

luz, en la prueba de bioluminiscencia ésta enzima se sintetiza mediante biotecnología y su unidad de medida son las URL. <sup>(10)</sup>

**Contaminado:** estado de tener contacto real o potencial con microorganismos. En el cuidado de la salud, se refiere a la presencia de microorganismos que pueden producir enfermedad o infección. <sup>(3)</sup>

**Desinfectante:** agente químico o físico, que destruye agentes patógenos u otros microorganismos dañinos, algunos logran matar esporas bacterianas. <sup>(3)</sup>

**CDC:** Centros de Control de Enfermedades (*Centers for Disease Control*) <sup>(3)</sup>

**EPA:** Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*) <sup>(3)</sup>

**FDA:** Administración de comidas y alimentos (*Food and Drug Administration*) <sup>(3)</sup>

**AOAC:** Asociación Oficial de Químicos Agrícolas (*Association of Official Agricultural Chemists*) <sup>(3)</sup>

**IMSS:** Instituto Mexicano del Seguro Social <sup>(6)</sup>

### Espectro de los desinfectantes

Las sustancias con actividad biocida tienen grados variables de actividad sobre los diferentes grupos de microorganismos y se clasifican en tres categorías según su potencia y efectividad de acción contra los microorganismos. <sup>(9)</sup>

Nivel de desinfección	Capacidad de eliminación de tipos de microorganismos	Tipo de desinfectante
<b>Alto*</b>	Formas vegetativas bacterianas (grampositivas y gramnegativas), virus (con y sin envoltura), hongos (levaduras y filamentosos), <i>Micobacterium</i> spp, esporas bacterianas (algunas especies)	Glutaraldehído, ácido hipocloroso, radiación ultravioleta (UV), Cloro a concentraciones altas (> 13%)
<b>Intermedio*</b>	Formas vegetativas bacterianas (grampositivas y gramnegativas), virus (con y sin envoltura), hongos (levaduras y filamentosos), <i>Micobacterium</i> spp.	Cloro a concentraciones medias (6 – 13%, pH 5 – 7), ácido paracético, alcoholes al 70% y 95%, Yodopovidona (5, 7.5 y 10%)
<b>Bajo*</b>	Formas vegetativas bacterianas (grampositivas y gramnegativas), virus (envoltura lipídica) y hongos (levaduras)	Cloruro de benzalconio, Cloro a concentraciones bajas (soluciones acuosas de hipoclorito al 5.25% -6.15% (lejía))

\*De acuerdo a los tipos de microorganismos que inactivan

## **Niveles de desinfección**

El nivel de desinfección y el procedimiento a utilizar deben estar de acuerdo con la naturaleza del uso dado al objeto o área. La desinfección química y física debe estar precedida por una limpieza, ya que la acción mecánica por si sola elimina gran cantidad de microorganismos y materia orgánica (sangre, secreciones y fluidos corporales) que puede inactivar al desinfectante. <sup>(9)</sup>

## **Clasificación de áreas para la realización de la limpieza y desinfección**

- Área blanca: (restringida) sitio en las que solo se tiene acceso con ropa estéril, y se deberán llevar estrictas medidas de seguridad, higiene y asepsia, como son quirófanos, Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), trabajo de parto, sala de expulsión, secciones tóco quirúrgicas, neonatología, cuneros, prematuros, etc. <sup>(6)</sup>
- Área gris: (Semirestringida) zonas intermedias o de comunicación, donde circula el personal con ropa limpia, no estéril, como salas de interacción, cuartos de curación, puestos de enfermería, urgencias, hospitalización, etc. <sup>(6)</sup>
- Área Negra: (Libre) lugares de constante acceso sin condiciones estrictas para el tránsito del personal por ejemplo vestíbulos, sépticos, sanitarios y oficinas. <sup>(6)</sup>

A partir de estos conceptos podemos comenzar a definir el procedimiento utilizado en el IMSS para la desinfección y las áreas que requieren éste tipo de procedimientos.

## **Procedimientos, normas y materiales para la realización de limpieza desinfección exhaustiva**

Se realiza semanalmente bajo un programa establecido, o cuando se requiera en salida de pacientes de áreas críticas, en situaciones especiales como cirugías sépticas en quirófanos, encamados, aislados o lugares que por algún motivo se contaminaron. No se deben utilizar para la limpieza en general en áreas no críticas. <sup>(5,6)</sup> Así mismo, se deberá respetar estrictamente la normatividad de seguridad e higiene como se describe a continuación:

- Uso, manejo y aplicación adecuado de los recursos materiales para la desinfección <sup>(6)</sup>
- Utilización de medidas de seguridad, sobre todo en áreas blancas, para protección de los elementos que constituyen el inmueble, como mobiliario, equipos y accesorios, así como para protección de anestésicos, gases y productos inflamables. (6)
- Criterios de protección personal, utilizar únicamente ropa especial para estas áreas, así como la forma de vestirse y desvestirse. <sup>(6)</sup>
- Criterios de aislamiento: *externas*.- con las áreas vecinas, adyacentes y personal que transita en ellas. *Internas*.- en la movilización de objetos a descontaminar, que eviten la remoción de partículas, así como el empaquetado o embolsados de residuos que se generan, ropa de cirugía y el instrumental utilizado, desalojado por el personal de enfermería para su esterilización. <sup>(6)</sup>
- Criterios para aplicación del procedimiento y desarrollo de las actividades de desinfección, clausura, sellado y reapertura de la sala, cubículo o cuarto tratado. <sup>(6)</sup>
- Recolección de desechos y traslados al área de almacenamiento temporal y disposición final. <sup>(6)</sup>
- En la higiene del operario que realiza el procedimiento <sup>(6)</sup>

### **Especificación de insumos y equipo para limpieza y desinfección**

- Utensilios: Fibra abrasiva verde, 2 franelas, 2 trapeadores (mechudos) 3 cubetas, bolsas de polietileno. <sup>(6)</sup>
- Equipo: Escalera tipo tijera, carro colector de basura y aspersores. <sup>(6)</sup>
- Productos: Desinfectante y detergente para aseo del quirófano y áreas críticas <sup>(6)</sup>

### **Procedimientos para desinfección**

Procedimiento de desinfección de un cubículo de hospital según el manual de procedimientos de servicios básicos del IMSS con hipoclorito de sodio:

- 1.- Prepare los utensilios, materiales y equipo, y colóquese el uniforme y equipo de protección personal. <sup>(6)</sup>
- 2.- Prepare la dilución del producto desinfectante y gradúe la boquilla del aspersor para la aplicación del producto con un rocío fino. <sup>(6)</sup>
- 3.- En dos cubetas prepare una dilución del producto desinfectante por cada litro de agua. Dilución 4:1 (4 litros de agua por 1 litro de cloro) de hipoclorito de sodio al 6% (12,000 ppm de hipoclorito de sodio en la preparación de 5 litros de solución). <sup>(6)</sup>
- 4.- Retire ropa y materiales que se dañen al contacto con el producto desinfectante. <sup>(6)</sup>
- 5.- Aplicar el desinfectante empezando por el marco de la puerta al entrar, siguiendo con el techo, paredes y partes altas con movimientos en "S" de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, continuando con el mobiliario y equipo por todas sus partes, hasta cubrir la totalidad del área; cierre la puerta y coloque un letrero que señale la desinfección de la sala y permanecerá cerrado durante 30 minutos para que el desinfectante aplicado ejerza su acción. <sup>(6)</sup>
- 6.- Una vez transcurrido el tiempo de reposo, prepare los utensilios, materiales y el equipo para limpieza e inicie nuevamente la limpieza por el marco de la puerta al entrar, siguiendo con movimientos en "S" de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, para retirar residuos, se deja secar de 10 a 20 minutos y nuevamente se coloca letrero de aviso. <sup>(6)</sup>
- 7.- En caso de existir plafones, una vez transcurrido el tiempo, inicie la limpieza de éstos y de sus accesorios por la izquierda, utilice la escalera tipo tijera para alcanzar la superficie, introduzca una franela limpia en la cubeta con el desinfectante y friccione en forma de pintado que cubra la totalidad de la superficie, si se requiere talle con la fibra abrasiva. <sup>(6)</sup>

8.- En las cubetas, lave y enjuague la(s) franelas cuantas veces sean necesarias.  
(6)

10.- Los equipos y accesorios se deberá limpiar de arriba hacia abajo, iniciar con los que estén más altos y en la periferia. (6)

11.- Realice el trapeado del zoclo y piso hasta dejarlo limpio y seco, utilizando la otra cubeta con desinfectante diluido. (6)

12.- Acomode el mobiliario, equipos y accesorios. (6)

13.- Limpie, desinfecte y guarde los materiales en los lugares asignados para ello.  
(6)

14.- Informar a la Jefa de enfermeras sobre el desarrollo y realización de la desinfección concluida. (6)

Procedimiento de desinfección de un cubículo de hospital por medio de radiación UV con lámpara de luz de xenón:

1.- Colocar protecciones para evitar fuga de radiación UV

2.- Acomodar los objetos del cubículo para una mejor recepción de la radiación UV

3.- Colocar el dispositivo con la lámpara de xenón y conectar a la corriente de luz, y colocar el área en metros cuadrados para calcular el tiempo de emisión de radiación UV en el dispositivo electrónico.

4.- Desalojar el personal del cubículo para iniciar el procedimiento

5.- Activar el dispositivo para la emisión de radiación UV

6.- Una vez terminada la emisión de radiación UV, mantener el área cerrada aproximadamente 30 min para la estabilización del ambiente

7.- Retirar las protecciones y el dispositivo con la lámpara, y acomodar el material en su lugar

## I.IV AGENTES DESINFECTANTES

La Guía para el control Ambiental de los CDC establece la selección y uso adecuado de desinfectantes, que a través del tiempo se han modificado para obtener mayor eficacia en la eliminación de microorganismos del ambiente y de las superficies. <sup>(3)</sup>

**Factores que afectan a la eficacia de desinfección y esterilización:** limpieza previa del objeto, carga orgánica e inorgánica, tipo y nivel de contaminación microbiana, concentración y tiempo de exposición al desinfectante, naturaleza física del objeto (grietas, bisagras, y lúmenes), presencia de biofilms, temperatura y pH del proceso de desinfección y en algunos casos, la humedad relativa del proceso de esterilización. <sup>(3)</sup>

**Concentración eficaz mínima:** concentración mínima de un desinfectante químico, necesaria para conseguir la actividad microbicida. <sup>(3)</sup>

**Tiempo de contacto de los desinfectantes para la desinfección de superficies.** Tiempo en que un desinfectante está en contacto directo con la superficie o material a desinfectar, este período está enmarcada por la aplicación a la superficie hasta que el secado sea completo. <sup>(3)</sup>

Las etiquetas de la mayoría de los productos registrados por la EPA, para su uso contra el *Virus de Hepatitis B* (VHB), *Virus de inmunodeficiencia humana* (VIH), o *Micobacterium tuberculosis* (M. tuberculosis), especifican un tiempo de contacto de 10 minutos. La mayoría de los centros de salud aplican un desinfectante y dejan secar aproximadamente 1 minuto. Publicaciones científicas han demostrado una reducción microbiana significativa con tiempos de contacto de 30 a 60 segundos. La EPA aprobó un tiempo de contacto acortado de cualquier producto para que los fabricantes presenten datos que confirmen la eficacia. <sup>(3)</sup>

Actualmente, algunos desinfectantes registrados por la EPA tienen tiempos de contacto de 1 a 3 minutos. Por ley, en los Estados Unidos, los usuarios deben seguir las instrucciones de la etiqueta aplicables para los productos registrados

por la EPA. Lo ideal sería que los usuarios del producto deben considerar y utilizar productos que tengan el tiempo de contacto más corto. Sin embargo, los fabricantes de desinfectantes también necesitan obtener la aprobación de la EPA para los tiempos de contacto cortos por lo que estos productos se usan correcta y eficazmente en el entorno sanitario. <sup>(3)</sup>

Los desinfectantes deben estar registrados en la EPA o aprobados por la FDA. Los productos se encuentran diseñados para un propósito específico y su uso se encuentra marcado de una manera determinada. Los desinfectantes y las concentraciones no son intercambiables porque podrían resultar caros. El uso de los desinfectantes puede provocar lesiones en el personal de limpieza (formaldehído, glutaraldehído, y cloro), por lo que se deben tomar precauciones para minimizar la exposición. <sup>(3)</sup>

### **Desinfectante químico**

**Cloro (hipoclorito de sodio).** Es el más utilizado, tiene amplio espectro antimicrobiano, de acción rápida, bajo costo y elimina organismos desecados y biofilms de las superficies. <sup>(3)</sup>

Modo de Acción. Se dice de la inactivación resulta de:

- Oxidación de enzimas sulfhidrilo y aminoácidos,
- Cloración de anillos de aminoácidos,
- Pérdida del contenido intracelular,
- Disminución de la absorción de nutrientes,
- Inhibición de la síntesis de proteínas,
- Disminución de la captación de oxígeno,
- Oxidación de los componentes respiratorios,
- Disminución de la producción de trifosfato de adenosina,
- Rupturas y síntesis deprimida en ADN. <sup>(3)</sup>

Aplicación: por aspersión, inmersión y trapeado de las superficies a desinfectar. El cloro utilizado en el IMSS es una solución de hipoclorito de sodio al 6%, los manuales especifican diluir 4:1 (4 litros de agua por 1 litro de hipoclorito de sodio) para obtener una solución de 5 litros de la mezcla para utilizar en la desinfección de áreas blancas, con una concentración de 12,000 ppm de cloro obtenida en los 5 litros de preparación. <sup>(6)</sup>

## **Desinfectantes físicos**

**Radiación Ultravioleta (UV).** La luz ultravioleta de alta energía en la zona del espectro conocido como UV-C se produce por lámparas de mercurio o de xenón. Ésta energía pasa a través de las paredes celulares de bacterias, virus, hongos y esporas bacterianas, una vez que la energía ingresa al interior del microorganismo, es absorbido por el ADN, ARN y proteínas y ejerce su principal mecanismo de daño al fusionar las hebras de ADN creando "dímeros de timina", y el organismo ya no puede replicar, por lo que deja de ser infeccioso. Su efecto microbicida máximo se produce a una intensidad de 240 a 280 nanómetros (nm), y se ve afectada por la presencia de materia orgánica, tipo de microorganismo y la intensidad de la radiación. <sup>(3)</sup>

Las lámparas de mercurio son la forma más utilizada para producción de radiación UV, en estas lámparas, se crean UV a 253.7 nm. Las lámparas de mercurio producen una luz UV continua. <sup>(3)</sup>

Las lámparas mediante pulso de xenón, se han utilizado desde mediados de la década de 1970, produce un destello de luz que contiene un amplio espectro (de 200 nm a 320 nm) que cubre toda la banda microbicida UV, entregado en pulsos de milisegundos. Estas dos características realizan la inactivación de los microorganismos con mayor rapidez que las lámparas de mercurio. <sup>(3)</sup>

Actividad microbicida: Las longitudes de onda óptimas para que la radiación UV logre su efecto, varía dependiendo de los diferentes microorganismos. En promedio, las longitudes de onda de 260-265 nm son donde se produce la

absorción de ADN pico. El efecto deseado para la inactivación de *E. coli*, es de 265 nm, para *B. subtilis*, es de 270 nm. Las longitudes de onda más amplias producidas por las lámparas de luz de xenón eliminan todo tipo de virus, bacterias, hongos, esporas, incluyendo el *M. tuberculosis*.<sup>(3)</sup>

Usos: En el entorno sanitario, se limita a la destrucción de los microorganismos transportados por el aire y en las superficies. No existen datos de que apoyen el uso de lámparas de luz ultravioleta en salas de aislamiento, que producen luz con longitud de onda menores a las requeridas para su actividad microbicida.<sup>(3)</sup>

Aplicación: a través de la emisión de radiación UV por medio de un dispositivo electrónico con lámpara de xenón.

## I.V MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE SUPERFICIES

Existen 4 métodos utilizados para éste fin. La evaluación visual, cultivos microbiológicos, marcador invisible fluorescente y ATP tienen diferentes características que se presentan a continuación.

Características	Verificación visual	Cultivos microbiológicos	Marcador invisible fluorescente	ATP
Rapidez	sí	no	sí	sí
Objetividad	no	sí	sí	sí
Sensibilidad	no	sí	sí	sí
Detecta restos de productos	sí	no	no	sí
Simplicidad	sí	Requiere disponer de laboratorio	sí	sí
Recursos humanos requeridos	Muchos	Intermedio	Pocos	Pocos
Detecta bacterias, materia orgánica, etc.	Sólo detecta materia orgánica macroscópica	Sólo bacterias	no	sí

Sin embargo, la evaluación de la limpieza no se debe realizar al azar y sin dirección microbiológica, la evaluación de la desinfección de superficies ambientales, se encuentra indicada en caso de investigación epidemiológica o durante evaluaciones de las condiciones ambientales peligrosas para detectar contaminación o verificar reducción de peligro. Los cultivos microbiológicos del muestreo se utilizan para asegurar la calidad de los seguimientos de los procesos de esterilización, cultivos mensuales de agua y líquidos de diálisis en unidades de hemodiálisis, y evaluación a corto plazo del impacto en las medidas de control de infecciones, o cambios de protocolos del control de éstas. <sup>(5)</sup>

Existen normas oficiales mexicanas que delimitan una cantidad de bacterias permitidas en superficies como la norma 093 para la práctica de higiene y sanidad en la preparación de alimentos, sin embargo no se han publicado normas o manuales que regulen la cantidad de UFC/cm<sup>2</sup> permitidas en superficies ambientales hospitalarias.

La prueba de bioluminiscencia con ATP, es el método más comúnmente adoptado para monitoreo en tiempo real del rendimiento de los procesos de limpieza, se utiliza en todo el mundo debido a su sensibilidad, su rapidez y su practicidad. <sup>(10)</sup>

En el manual de procedimientos de servicios básicos del IMSS, sigue utilizándose el método del guante blanco o inspección visual de limpieza, sin embargo, esta práctica no es un método recomendado, debido a que a no se puede saber si el nivel de desinfección de las superficies hospitalarias es adecuado (medido en UFC/cm<sup>2</sup> y URL) <sup>(5)</sup>

Al realizar cualquier tipo de muestra ambiental, se deben realizar comparativos para evaluar los métodos de desinfección de superficies ambientales, se debe asegurar la toma previa a la desinfección y posterior a ésta para que las muestras sean comparables entre el nivel de microorganismos y las especies recuperadas antes y después de ésta. <sup>(5)</sup>

Para la aplicación y desarrollo de los métodos de desinfección de superficies, se requieren muestreos bacteriológicos pre y post desinfección, efectuados por el laboratorio al seleccionar el producto desinfectante, concentraciones y rotación de los desinfectantes cada 3 meses, para verificar por medio de cultivos microbiológicos, si las áreas se encuentran desinfectadas correctamente y son seguros para su uso. <sup>(6)</sup>

**Nota:** Se han utilizado métodos para evaluación de la eficacia de los desinfectantes, sin embargo, se ha puesto de manifiesto que no son reproducibles ni exactos en otros hospitales, por lo que se han seguido diferentes métodos para la evaluación. Hasta el momento se sigue trabajando en proyectos para la estandarización de evaluación de pruebas germicidas para los desinfectantes. <sup>(3)</sup>

A continuación se aporta una descripción más amplia de los métodos de evaluación de la desinfección más utilizados a nivel mundial.

### **Método microbiológico**

Determinación de actividad antimicrobiana, es el porcentaje de reducción resultante del promedio de los microorganismos sobrevivientes entre la carga viable inicial posterior a la aplicación de algún método de desinfección. <sup>(38)</sup>

$$\text{Porcentaje de reducción} = 100 - \frac{\text{UFC/cm}^2 \text{ sobrevivientes} * 100}{\text{UFC/cm}^2 \text{ iniciales}}$$

### **Método de bioluminiscencia con ATP**

Basado en la medición de ATP, presente en todas las células animales, vegetales, de bacterias, de levaduras y hongos; su detección indica la presencia de contaminación de cualquiera de estas fuentes. Las pruebas de ATP ofrecen resultados en segundos. <sup>(10)</sup> Rangos de higiene y desinfección:

PASA	PRECAUCIÓN	FALLA
<= 150	151 - 299	300>=

Gracias a su enzima líquida estable única, ofrece niveles superiores de sistematización y los resultados son medidos con la prueba de bioluminiscencia en URL. <sup>(10)</sup>

## **I.VI ANTECEDENTES**

### **Panorama Internacional de la evaluación de las desinfecciones en superficies ambientales hospitalarias.**

Doan L, et al. en 2012 publicaron en Reino Unido (UK) un estudio prospectivo aleatorizado para comparar la clínica y costo efectividad de 8 métodos de desinfección ambiental para la limpieza de las salas de hospitales contaminadas con esporas de *Clostridium difficile* (*C. difficile*), llevado a cabo en 3 fases; cada habitación vacía fue desinfectada previamente, contaminada con esporas de *C. difficile* y desinfectada nuevamente con uno de los 8 productos de desinfección: vapor de peróxido de hidrógeno a 350-700 partes por millón (ppm), ozono seco a 25 ppm, agente de liberación de cloro a 1,000 ppm, paños de microfibra con agente de liberación de cloro y sin agente, limpieza en seco con atomizador de vapor en combinación con una solución desinfectante, limpieza con vapor y toallitas con ácido peracético. Los hisopos se inocularon en *C. difficile*-agar selectivo y los recuentos de colonias se realizaron antes y después de la desinfección de cada método. Se realizó un análisis de costo-efectividad comparando los métodos con el método actual de 1,000 ppm de agente de liberación de cloro. Los productos se clasificaron de acuerdo con el registro de reducción en el recuento de colonias a partir de la fase de contaminación para la desinfección. Los 3 productos más eficaces fueron peróxido de hidrógeno, agente de liberación de cloro a 1,000 ppm y toallitas con ácido peracético. El método más barato fue el tradicional agente de liberación de cloro. <sup>(11)</sup>

Attaway HH, et al. realizaron en EUA en 2012, un ensayo donde se tomó muestras de bacterias, presentes en los rieles de las camas de 36 pacientes de la UCI, antes de la limpieza y en 0.5, 2.5, 4.5, y 6.5 horas después de la limpieza. Las camas se desinfectaron con un producto de desinfección embotellado y otro con

sistema automatizado de desinfectante diluido. La mayoría de las bacterias recuperadas de los rieles de la cama, fueron estafilococos. Se obtuvieron *Enterococos resistentes a vancomicina (ERV)* en 3 camas. El desinfectante embotellado redujo el promedio de carga bacteriana en un 99%. Sin embargo, se recuperó el 30% de la carga bacteriana después de 6.5 hrs. de la desinfección. El producto del sistema automatizado diluido, redujo la carga en un promedio de 45%, pero se recuperó dentro de 2.5 horas. La eficacia de los dos desinfectantes, se reflejó en una reducción media en la carga bacteriana del 98% para el desinfectante embotellado y el 95% para el desinfectante diluido. La limpieza con desinfectantes hospitalarios aprobados, reduce la carga bacteriana intrínseca en superficies de los rieles de las camas hasta en un 99%, aunque la población, principalmente estafilococos, se recuperó rápidamente a niveles anteriores a la desinfección. <sup>(12)</sup>

Markus Dettenkofer, et al. desarrollaron en Alemania en 2004, una investigación para revisar la evidencia sobre los efectos de la desinfección de las superficies del medio ambiente hospitalario en la ocurrencia de infecciones nosocomiales, en comparación con la limpieza sin el uso de desinfectantes. Realizaron una revisión de estudios experimentales y no experimentales, relacionados con la desinfección o limpieza en diferentes contextos sanitarios; con un total de 236 artículos científicos revisados, ninguno mostró bajas tasas de infección asociadas con la desinfección rutinaria de las superficies, frente a la limpieza solo con detergente. Los desinfectantes pueden suponer un peligro para el personal, los pacientes y el medio ambiente, y requieren precauciones especiales de seguridad. Sin embargo, la desinfección selectiva de ciertas superficies ambientales, es en algunos casos, un componente establecido para el control de infecciones. <sup>(13)</sup>

Goodman ER, et al. publicaron en EUA en el año 2008, un estudio de intervención para evaluar la idoneidad y el impacto de la limpieza en presencia de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (*MRSA*) y *ERV* en superficies ambientales en la UCI. La intervención consistió en el cambio del uso de las botellas de verter hacia una cubeta de inmersión para la aplicación de

desinfectantes en los paños de limpieza, una campaña educativa y retroalimentación en la aplicación de los métodos de limpieza. La limpieza de 15 superficies se evaluó mediante la inspección de la eliminación de una marca pre aplicada, visibles sólo con una lámpara ultravioleta ("luz negra"). Se encontraron 6 superficies con *MRSA* o *ERV*. El punto negro de la luz se retiró en el 44% de las superficies al inicio del estudio, en comparación con el 71% durante la intervención. La intervención aumentó la probabilidad de retiro de la marca tras la limpieza, redujo la probabilidad de contaminación con *MRSA* o *ERV* (45% de cultivos positivos antes de la intervención y 27% después de esta). Estos métodos de intervención, redujeron la frecuencia de contaminación con *MRSA* y *ERV*.<sup>(14)</sup>

Cozad A, et al. realizaron en el año 2003, en EUA, una revisión de la literatura publicada, para determinar el papel que juega la desinfección del medio ambiente en la prevención de las enfermedades infecciosas. Se han establecido beneficios para la salud con la desinfección a través de aplicaciones tales como la esterilización de instrumentos críticos, tratamiento de agua y la producción de alimentos. Las Directrices por los CDC, FDA, la Agencia de Protección del Medio Ambiente y el Foro Científico Internacional sobre Higiene reconocen de inicio la incidencia de la enfermedad debido a la deficiencia de la desinfección y que uno de los medios para la prevención de la enfermedad, es a través de una adecuada desinfección. Por todo esto, se han llevado a cabo estudios por los laboratorios de desinfectantes que contienen una variedad de ingredientes activos, demostrando eficacia contra un amplio espectro de patógenos y la interrupción de la transmisión microbiana.<sup>(15)</sup>

Thom KA, et al. publicaron en 2011, en EUA, un estudio de cohorte prospectivo de pacientes en UCI colonizados o infectados con *Acinetobacter baumannii* *multirresistente* (*MDR-AB*), patógeno nosocomial asociada con una morbilidad y mortalidad significativas. Para cada paciente, se tomaron muestras de 10 superficies de su habitación y se evaluó la presencia de *MDR-AB*. Se muestrearon 50 habitaciones, en 48% (24/50) fueron positivos a *MDR-AB* en 1 o más sitios ambientales, 20% (10/50) en los carros de suministro, 16% (8/50) en plantas, 14%

(7/50) en bombas de infusión y 11.4% (5/44) en almohadillas táctiles de ventilador. Los pacientes con una historia reciente del *MDR-AB* no fueron más propensos a contaminar el medio ambiente que los pacientes con antecedentes remotos. En 85% (17/20) de los casos, el microorganismo del medio ambiente aislado fue clasificado como genéticamente similar al del paciente. Para los pacientes con *MDR-AB*, el ambiente que los rodea, se encontró frecuentemente contaminado. Las superficies de mayor contacto por los trabajadores de atención a la salud durante el cuidado habitual del paciente, son frecuentemente contaminados y pueden ser una fuente de transmisión nosocomial. <sup>(16)</sup>

Hayden MK, et al. en 2006, en EUA, publicaron un estudio de intervención, usando *ERV* como organismo marcador, para investigar efectos en la diseminación de *ERV* en UCI y la mejora de limpieza ambiental con y sin promoción a la higiene de manos. El estudio comprendió un periodo de referencia, un periodo de intervención educativa para mejorar la limpieza del medio ambiente, un periodo de lavado sin ninguna intervención y un periodo de intervención de higiene de manos multimodal. Se realizaron cultivos de muestras de hisopo rectales de *ERV*, obtenidas de pacientes al ingreso de UCI y posteriormente, cada día, se realizó cultivos de muestras del medio ambiente y de las manos en trabajadores dos veces por semana. El estudio incluyó a 748 ingresos de UCI; Las tasas de adquisición de *ERV* fueron 33.47 casos por 1,000 días-paciente para el período 1, y 16.84, 12.09, y 10.40 casos por 1,000 días-paciente periodos 2, 3 y 4, respectivamente. La tasa media de limpieza ambiental por semana, aumento de 0.48 + / - 0.08 al inicio del estudio a 0.87 + / - 0.08 en el período 2, igualmente persistió en los períodos 3 y 4. La media de las proporciones de resultados positivos de los cultivos del medio ambiente, y las muestras de mano disminuyeron en el período 2 y se mantuvo baja a partir de entonces. El riesgo de contraer *ERV* durante los períodos 2-4, fue de 0.36 con intervalos de confianza al 95% (IC<sub>95%</sub>) de 0.19 a 0.68, el único factor determinante que explicó la diferencia en adquisición de *ERV*, fue la admisión a la UCI durante el periodo 1. <sup>(17)</sup>

Clark J, et al. publicaron en el año 2006 en UK, un ensayo realizado sobre la eficacia de la desinfección con niebla *Sterilox (HOCl)* contra MRSA y *A. baumannii*. Se inocularon cerámicas con los microorganismos y una vez secas, se sometieron a *Sterilox* en nebulizaciones a una distancia de 3 metros por 10 minutos, y se dejó por una hora más. En otra intervención se dejó por 10 minutos a 1 metro y otro por 30 segundos a 1 metro. Los microorganismos se cultivaron a partir de los azulejos en agar triptona soja y se incubaron durante 48 horas. En el recuento inicial fueron  $10^9$  UFC/ml para ambos organismos, se redujeron a  $10^4$  UFC/ml para MRSA y  $10^{5.8}$  UFC/ml para *A. baumannii* cuando se utilizó un solo empañamiento. El segundo resultó en reducciones a  $10^{6.8}$  UFC/ml para ambos organismos. Niebla *Sterilox* es seguro y fácil de usar, y puede reducir los niveles de patógenos nosocomiales por un factor de casi  $10^7$  UFC/ml. Es digno de evaluación clínica en entornos clínicos para determinar si mantiene sus efectos microbicidas contra una variedad de organismos en superficies diferentes. <sup>(18)</sup>

Miner N, et al. publicaron en 2010 en EUA un ensayo con el objetivo de analizar un desinfectante basado en aldehídos, que mata bacterias formadoras de esporas y mycobacterias en un tiempo de exposición y temperatura práctica. Se prepararon soluciones de glutaraldehído con diversas concentraciones de sales, alcoholes, sodio y potasio, agentes quelantes y detergentes alcalinos, se probaron contra cultivos de bacterias formadoras de esporas y mycobacterias de 20 a 25 °C. Las concentraciones  $\leq 20\%$  de isopropanol y  $\leq 8\%$  de acetato de potasio, combinado con concentraciones de glutaraldehído alcalinizado  $\leq 3.5\%$ , eliminó  $6 \log^{10}$  micobacterias en 10 minutos a 20 °C, combinaciones similares mataron  $6 \log^{10}$  de *Bacillus subtilis* en suspensión en 30 minutos a 25 °C, y *B. subtilis* dentro de 60 minutos a 20 °C. La actividad esporicida de OPA no se aumentó en combinación con sales de acetato, isopropanol y potasio. El desinfectante Aldahol, formulación de 3.5% de glutaraldehído en combinación con 20% de isopropanol y 8% de acetato de potasio, mata mycobacterias en 10 minutos a 20 °C y eliminó a  $6 \log^{10}$  de los cultivos *B. subtilis* formadoras de esporas dentro de 60 minutos a 20 °C. <sup>(25)</sup>

## **Panorama Latinoamericano de la evaluación de las de las desinfecciones en superficies ambientales hospitalarias.**

Campos GB, et al. publicaron en Brasil en 2012, un ensayo para aislar *MRSA* y caracterizar los perfiles de genotipo de resistencia de los estafilococos y evaluar la eficacia de los agentes antisépticos y desinfectantes utilizados en dos hospitales públicos. Las muestras clínicas se obtuvieron de las superficies ambientales de UCI. Los caldos de cultivos se sembraron en placas de agar sal manitol, y se realizaron pruebas de susceptibilidad antimicrobiana por el método de microdilución en caldo. Las cepas de *MRSA* fueron sometidas a PCR para la detección del gen *mecA*. Los productos de PCR fueron purificados y secuenciados para la identificación de tipo SCCmec. Las cepas se ensayaron para determinar la eficacia de diferentes soluciones desinfectantes. Se aisló *MRSA* en 31 y 67 puntos en cada hospital. Entre los aislamientos 7 (22.6%) en el hospital uno y 28 (41.8%) en el hospital dos, fueron resistentes a oxacilina. Treinta y uno fueron positivos para el gen *mecA*. Todos los aislados mostraron SCCmec tipo III, genotipo característico del clon epidémico brasileño. En las pruebas de desinfectantes el cloro al 0.5, 1 y 2%, el gluconato de clorhexidina al 2%, amonio cuaternario, ácido peracético y formaldehído fueron eficaces contra los microorganismos aislados. Las cepas mostraron mayor resistencia al ácido acético al 4%, alcohol y al glutaraldehído. <sup>(19)</sup>

## **Panorama en México de la evaluación de las de las desinfecciones en superficies ambientales hospitalarias.**

Hasta el momento, se sabe que la limpieza y desinfección de áreas críticas y habitaciones hospitalarias donde se mantuvo algún paciente con infecciones por microorganismos multiresistentes, se debe hacer de forma exhaustiva y con productos desinfectantes de alto nivel, en México, no se cuentan con estudios publicados a cerca de éste tema de investigación.

## **Panorama Internacional del uso de Cloro como desinfectante de superficies hospitalarias.**

Wilcox MH, et al. en el año 2004, en UK, realizaron un ensayo prospectivo para determinar la mejor manera de desinfección ambiental hospitalaria de *C. difficile*, en 2 salas de medicina geriátrica, se midieron las tasas de infección, para determinar si la limpieza con cloro, era mejor que usar detergente neutro en la reducción de la incidencia de infección por *C. difficile*. Se examinaron 1,128 muestras de superficies ambientales, 35% de los cuales se desarrollaron *C. difficile*. Hubo una disminución significativa de la incidencia en la sala "X", de 8.9 a 5.3 casos por cada 100 ingresos ( $p < 0.05$ ), con cloro no hubo diferencias significativas en el efecto de la sala "Y". En la sala "X" la incidencia se asoció con la proporción de cultivos positivos de sitios ambientales. Sólo en la sala "Y" hubo una correlación significativa entre la infección de *C. difficile* y cultivos positivos de sitios ambientales ( $r = 0.41$ ,  $p < 0.05$ ). El uso de cloro para la limpieza del medio ambiente, puede reducir la incidencia de infección de *C. difficile*.<sup>(20)</sup>

Omidbakhsh N, et al. publicaron en el año 2010, en Canadá, un ensayo prospectivo en el que se describe que para la prevención y control del *C. difficile*, requiere desinfectantes más seguros y eficaces. Se evaluó el cloro a 500 y 5,000 ppm y un gel que contiene 4.5% de peróxido de hidrógeno contra esporas de *C. difficile* y sus sustitutos, *Bacillus subtilis* y *Clostridium sporogenes*, con tiempos de contacto de 1.5 y 10 minutos a  $20\text{ C}^\circ \pm 2\text{ C}^\circ$ , utilizando una prueba cuantitativa (QCT-2). El gel y el cloro de más alto nivel ( $\geq 6\text{-log}^{10}$ ) inactivó esporas viables de los 3 tipos a los 10 minutos, pero no lo hicieron después de 1 y 5 minutos. El cloro en la concentración mas baja, no mostró ninguna actividad, incluso después de 10 minutos. El gel pudo mantener la superficie tratada húmeda por los 10 minutos requeridos, en cambio la lejía se secó aproximadamente en 4 minutos y se necesitó una nueva aplicación. Es por eso que el gel, al no liberar gases, fue especialmente diseñado para el uso en las tazas de inodoro para permitir el tiempo de permanencia requerido en superficies verticales con una sola aplicación, y es una alternativa potencial para la aplicación de los altos niveles de cloro.<sup>(21)</sup>

Petti S, et al. publicaron en Roma, en 2013, un ensayo sobre la contaminación de superficies ambientales y la transmisión de *MRSA*. Se pusieron suspensiones de 5 cepas de *MRSA* en aerosol en un sillón de atención dental, para hacer una densidad de aproximadamente 10 UFC/cm<sup>2</sup>, 5 minutos después de la dispersión. Se aplicaron 3 protocolos de desinfección, el primero fue posicionando barreras desechables que se retiraron 5 minutos después de la dispersión, el segundo fue desinfección con lejía, y el protocolo 3 una limpieza con un detergente a base de lauril sulfato de sodio. Se utilizaron placas de contacto que contienen agar sal manitol, para evaluar el nivel de contaminación. En todos los protocolos, disminuyó la carga por *MRSA* más del 99%. Densidades residuales en el sillón fueron 0.030 ± 0.010 (protocolo 1), 0.029 ± 0.09 (protocolo 2), y 0.030 ± 0.011 (protocolo 3) UFC/cm<sup>2</sup>. La limpieza con detergente de lauril sulfato de sodio demostró una equivalencia a la colocación de barreras desechables. <sup>(22)</sup>

Chitnis V, et al. en 2004, realizaron un ensayo clínico en India con el propósito de monitorizar la desinfección con cloro a 10,000 ppm para desinfección de los derrames hospitalarios comunes. Se utilizaron derrames simulados contaminados deliberadamente. Los resultados mostraron una mayor reducción de 5 log en las bacterias para todos los derrames (suero, pus, esputo, líquido céfalo raquídeo, líquido ascítico, orina y heces), excepto sangre. La desinfección fue satisfactoria para sangre contaminada con bacterias gram-negativas, pero no para *Staphylococcus*. Como un procedimiento práctico, las superficies contaminadas por derrames de fluidos corporales humanos primero deben contenerse con materiales absorbentes, a continuación se deben desinfectar con cloro. <sup>(23)</sup>

Grabsh EA, et al. en 2012, observaron que la colonización por *ERV* había aumentado en su hospital en Australia, a pesar de la adhesión a las directrices estándar de control de *ERV*. Diseñaron un ensayo prospectivo e implementan un programa multimodal, en todo el hospital que incluyó limpieza-desinfección con cloro, colonización por *ERV*, y comparación antes y después de la desinfección de la contaminación ambiental. El programa incluyó un nuevo producto (cloro a 1,000 ppm + detergente), prácticas de desinfección y limpieza estandarizadas,

trabajo de limpieza, supervisores y protocolos modificados para confiar en la higiene de manos a base de alcohol y los delantales en vez de mangas largas de batas y guantes. *ERV* fue aislado utilizando agar cromogénico y/o métodos de rutina de laboratorio. Los resultados se evaluaron durante los 6 meses previos y posteriores a la aplicación, incluyendo proporciones de colonización de salas de alto riesgo (UCI, Unidades de trasplantes y oncología), las proporciones de contaminación ambiental, y episodios de bacteriemia por *ERV* en todo el hospital. Se encontraron reducciones en la colonización por *ERV* de pacientes reconocidos con colonización con los pacientes de recién adquisición (208/1948 vs 324/4035, 24.8% de reducción,  $p = 0.001$ ) y la contaminación del medio ambiente (66.4% de reducción,  $p = 0.012$ ), la proporción de pacientes colonizados al ingreso era estable. La carga total de pacientes hospitalizados con *ERV* en las salas de alto riesgo también disminuyó (mediana del porcentaje por semana, 19.4% vs 17.3%,  $p = 0.016$ ). En todo el hospital la bacteriemia por *ERV* disminuyó de 14/2935 pacientes a 5/6194 (83.1% de reducción). El programa de limpieza con cloro se asoció con reducciones notables en las colonizaciones *ERV* de nuevos pacientes de alto riesgo, y bacteriemia por *ERV*.<sup>(24)</sup>

### **Panorama Latinoamericano del uso de Cloro como desinfectante de superficies hospitalarias.**

Ya se ha mencionado en el apartado de la evaluación de la desinfección el estudio realizado en Brasil sobre éste tema, el cual incluye como uno de los métodos de desinfección a evaluar, la desinfección con cloro.

### **Panorama en México del uso de Cloro como desinfectante de superficies hospitalarias.**

Dentro de los desinfectantes más usados a nivel latinoamericano y mexicano, se encuentra el Cloro para la desinfección de superficies hospitalarias de áreas críticas y no críticas, sin embargo, en México, no se encuentra literatura sobre los resultados que se obtienen en la disminución de los microorganismos al utilizarlo como desinfectante de superficies hospitalarias.

## **Panorama Internacional del uso de radiación UV como desinfectante de superficies hospitalarias.**

Moore G, et al. publicaron en el 2012 en UK, ensayos controlados de laboratorio donde se evalúa la desinfección por medio de UV. El gabinete de Nanoclave produce grandes cantidades de radiación ultravioleta C (UV-C) y está diseñado para desinfectar rápidamente los elementos individuales del equipo clínico. Se evaluó la habilidad para erradicar patógenos potenciales, incluyendo *C. difficile* y adenovirus de diferentes tipos de superficies. En cada superficie se inocularon niveles conocidos de bacterias ( $10^6$  UFC/cm<sup>2</sup>), esporas de *C. difficile* ( $10^2$  - $10^6$  UFC/cm<sup>2</sup>) o adenovirus ( $10^9$  genomas virales), se expusieron durante 6 minutos a la fuente de luz UV-C. La supervivencia de las bacterias contaminantes se determinó a través de técnicas de cultivo convencionales. La degradación del ADN viral se determinó mediante PCR. Los resultados se compararon con el número de colonias o el nivel de ADN recuperado de superficies de control no expuestas. La eficacia de ese gabinete no fue afectada por la presencia de materia orgánica. Después de la exposición de 8 artículos comunes no críticos para el cuidado del paciente a 2 ciclos de 30 segundos de irradiación UV-C, el número de bacterias se redujo de 40 en 51 sitios por debajo de los niveles detectables ( $\geq 4,7 \log^{10}$ ). La carga bacteriana se redujo, pero aún persistía en algunos sitios. Los objetos que resultaron difíciles de desinfectar como el manguito de medición de presión arterial también fueron difíciles de desinfectar usando toallitas antimicrobianas. La eficacia los UV-C no se vio afectada por la presencia de materia orgánica. Las esporas de *C. difficile* fueron más resistentes a la radiación UV-C que las bacterias. Sin embargo 2 ciclos de 60 segundos de radiación fueron suficientes para reducir el número de esporas en las superficies de  $10^3$  UFC/cm<sup>2</sup> por debajo de los niveles detectables. Se logró una reducción de  $3 \log^{10}$  en el ADN de adenovirus en 3 minutos, y después de 6 minutos el ADN viral fue indetectable. Los resultados de éste estudio sugieren que la radiación UV-C puede proporcionar desinfección rápida y eficaz de algunos equipos relacionados con el paciente. <sup>(26)</sup>

Boyce JM, et al. publicaron en el 2011 en EUA un ensayo clínico, para determinar la capacidad de desinfección de las superficies ambientales en habitaciones de hospitales de los rayos de luz UV. Colocó un aparato de radiación UV en 25 habitaciones de pacientes dados de alta y se realizó el procedimiento en 1 o 2 etapas. Los recuentos de colonias aerobias se calcularon para cada una de las habitaciones en 5 superficies estandarizadas de alto contacto antes y después de la desinfección. Se determinaron las reducciones logarítmicas de esporas de *C. difficile* a través de un disco portador, y se midieron las concentraciones de ozono durante la desinfección en todas las habitaciones. Para el procedimiento de la primera etapa, la media de los recuentos de colonias aerobias para las 5 superficies de alto contacto varió desde 10.6 a 98.2 UFC por Dey/Engley (D/E) antes de la desinfección UV y 0.3 a 24 UFC por D/E después de la radiación UV, con reducciones significativas en todas las superficies. La media de reducción de esporas de *C. difficile* osciló entre  $\log^{1.8}$  a  $2.9$ . Los tiempos de ciclo UV varió desde 34.2 hasta 100.1 minutos. Para el procedimiento de la segunda etapas, la media de los recuentos de colonias aerobias oscilaron desde 10 a 89.2 UFC por placas de D/E antes de UV y eran 0 UFC por D/E después de UV, con reducciones significativas en las 5 superficies de alto contacto. Los tiempos de ciclo UV variaron desde 72.1 hasta 146.3 minutos. Todas las concentraciones de ozono en las habitaciones durante la radiación UV variaron de indetectable hasta 0.012 ppm. La descontaminación con UV reduce significativamente los recuentos de colonias de microorganismos y esporas en superficies de habitaciones de hospitales. <sup>(27)</sup>

Nerandzic MM, et al. en el 2010 en EUA evaluó un aparato de descontaminación que utiliza radiación UV para matar agentes patógenos en superficies ambientales (Tru-D) en un ensayo prospectivo. Para evaluar su eficacia se recogieron cultivos para *C. difficile*, *MRSA* y *ERV* antes y después de la desinfección de las superficies de contacto común. La inoculación de superficies con la aplicación de UV a dosis de 22.000 microWs/cm<sup>2</sup> durante aproximadamente 45 minutos redujo consistentemente la recuperación de esporas de *C. difficile* y *MRSA* > 2-3  $\log^{10}$

UFC/cm<sup>2</sup> y de *ERV* > 4.3 log<sup>10</sup> UFC/cm<sup>2</sup>. Una eliminación de MRSA y *ERV* se logró en aproximadamente 20 minutos a una dosis de 12.000 microWs/cm<sup>2</sup>. La desinfección de habitaciones de hospitales con UV reduce la frecuencia de cultivos positivos en un 93% para *MRSA* y *ERV*, y un 80% para *C. difficile*. Éste aparato de desinfección reduce significativamente el *C. difficile*, *ERV* y *MRSA* de las superficies de mayor contacto en hospitales. <sup>(28)</sup>

Memarzadeh F, et al. en 2010 en EUA realizaron una revisión bibliográfica que evalúa la aplicabilidad y la contribución relativa de la radiación germicida de la luz UV para la desinfección de las superficies ambientales de las instalaciones de los centros dedicados al cuidado de la salud. El balance de la evidencia científica indica que la desinfección UV debe ser considerada para su aplicación sólo en combinación con otros elementos bien establecidos como temperatura y ventilación adecuada, eliminación dinámica de los contaminantes del aire y mantenimiento preventivo en combinación con la limpieza de las superficies ambientales. Por todo esto, se llegó a la conclusión que aunque la radiación UV es microbicida, aún no está listo para ser utilizado como primera opción en una intervención para matar o inactivar microorganismos infecciosos, sino que debe considerarse como complemento. Es por eso que se necesitan estudios multi paramétricos para evaluar la eficacia, seguridad y beneficio de la radiación UV para mitigar los reservorios de microorganismos y finalmente la prevención de la transmisión cruzada de patógenos asociados a las infecciones relacionadas a la atención en la salud. <sup>(29)</sup>

### **Panorama Latinoamericano y mexicano del uso de radiación UV como desinfectante de superficies hospitalarias.**

La radiación UV como método de desinfección de superficies ambientales hospitalarias ha sido poco estudiada, es por eso que se encuentran muy pocos artículos que evalúan el nivel de desinfección que proporciona éste método, y en Latinoamérica y México no se han realizado estudios sobre su eficacia.

## **Panorama internacional de la evaluación de los métodos utilizados para medir los niveles de desinfección.**

Lewis T, et al. publicaron en 2008 en UK, un ensayo de intervención para mejorar la administración de la limpieza de hospitales, se propuso el uso ATP en combinación con análisis microbiológicos, con un valor general de estudios comparativos de ATP igual a 500 URL. Se utilizó la misma combinación de prueba para evaluar la eficacia de la limpieza en un hospital escuela con una capacidad de 1,300 camas luego de protocolos de limpieza rutinarios y modificados. Sobre la base de los resultados de ATP, se propuso un estudio comparativo revisado y más estricto; el resultado de aceptado o rechazado se basó en un índice de 250 URL. Esto se logró rutinariamente utilizando procedimientos de mejores prácticas de limpieza modificadas, que también resultaron en recuentos reducidos de colonias en superficie, los recuentos reducidos de colonias aerobias desde >100 hasta <2.5 UFC/cm<sup>2</sup>, y recuentos de *Staphylococcus aureus* reducidos con IC<sub>95%</sub> de 2.5 a <1 UFC/cm<sup>2</sup>. Los estudios comparativos están asociados con mejoras incrementos en calidad, y tanto la sugerencia original de 500 URL como el índice revisado de 250 URL pueden ser utilizados por hospitales como parte de este proceso. Se recomienda el índice de 250 URL como umbral de aceptación/rechazo y el uso de ATP y métodos microbiológicos para el control de la limpieza. <sup>(30)</sup>

Boyce JM, et al. publicaron un estudio en el 2009 en EUA con el objetivo de evaluar la utilidad de ensayos de bioluminiscencia de ATP, para comprobar la eficacia de prácticas diarias de limpieza en hospitales. Se realizó un estudio de intervención prospectiva de 2 etapas en un hospital escuela comunitario asociado a una universidad. Durante la etapa I se obtuvieron muestras de 5 superficies de alto contacto en 20 habitaciones para pacientes, antes y después de la limpieza diaria. Se utilizaron hisopos humedecidos para obtener las muestras y, luego, se colocaron en placas para medios de cultivo rutinarios y selectivos. Se determinaron recuentos de colonias aerobias luego de 48 horas de incubación. Se utilizaron hisopos especiales para ATP a fin de obtener muestras en las mismas superficies en 20 habitaciones, la cantidad de ATP presente se expresó en URL.

Durante la etapa II después de realizar sesiones educativas para el personal de limpieza, se le comunicó a este personal con anterioridad cuándo se realizarían las lecturas de ATP antes de la limpieza y después. Durante la etapa I, los recuentos de colonias revelaron que las 5 superficies no se higienizaban en forma adecuada. Luego de la limpieza, 24 (24%) de 100 muestras de superficies continuaban contaminadas con *MRSA*, y 16 (16%) de 100 muestras de superficies todavía contenían *EVR*. Las lecturas de ATP revelaron que sólo las agarraderas de baños y los inodoros estaban significativamente más limpios luego de la limpieza diaria que antes de ésta. Durante la etapa II, se obtuvieron un total de 1,013 lecturas de ATP antes de la limpieza diaria y después de ella en 105 habitaciones. La media de URL fue significativamente menor (es decir, las superficies estaban más limpias) luego de la limpieza que antes de ésta para las 5 superficies. Se documentaron prácticas de limpieza sub óptimas al determinar recuentos de colonias aerobias y ATP. Las lecturas de ATP brindaron evidencia cuantitativa de una mejor limpieza de superficies de alto contacto luego de la implementación de un programa de intervención. <sup>(31)</sup>

Cooper RA, et al. en 2007, realizaron un ensayo sobre la eficacia de la limpieza en 2 salas de 4 hospitales en Inglaterra y Gales. Las superficies se controlaron antes de la limpieza y después de ella en tres momentos diferentes; se utilizó un método de evaluación visual, bioluminiscencia de ATP y métodos microbiológicos (recuentos de colonias aerobias [ACC, aerobic colony counts]), expresados en UFC/cm<sup>2</sup>. La comparación de datos de un total de más de 3.000 evaluaciones comprobó la existencia de diferencias altamente significativas en las frecuencias de fallos entre las evaluaciones visuales y los recuentos, ya sean de ATP o microbiológicos. No se detectaron diferencias significativas en las frecuencias de fallos entre recuentos de ATP y microbiológicos. Con evaluación visual, las frecuencias de fallos fueron significativamente más bajas después de la limpieza que antes; con métodos de ATP ó microbiológicos, no fueron significativamente diferentes después de la limpieza. Los datos al utilizar ATP o ACC indicaron variación considerable después de la limpieza, y el número de superficies con

fallos estaba habitualmente por encima de los valores de estudios comparativos. En conjunto los resultados indican que la evaluación visual no es un indicador confiable de la limpieza en hospitales y existen motivos de preocupación en los estándares de limpieza de superficies. <sup>(32)</sup>

Sherlock O, et al. publicaron en 2009 en Dublín, un ensayo clínico donde se compararon 4 métodos para determinar la eficacia de la limpieza en las superficies hospitalarias: evaluación visual, ATP, y microbiológicos; recuento de ACC y presencia de *MRSA*. La evaluación visual y las evaluaciones de ATP, ACC y *MRSA* dieron resultados de: 93,3%, 71,5%, 92,1% y 95,0% respectivamente; estos se consideraron aceptables o “limpios” de acuerdo con el estándar de cada prueba. La evaluación visual sola no brindó una medición significativa del nivel de limpieza. El índice promedio de ATP obtenido de 120 hisopos antes de la limpieza fue de 612 URL (rango: 72–2575) y de 375 URL luego de la limpieza (rango: 106–1071). El estándar aceptado fue 500 URL. Las conclusiones obtenidas fueron que en hospitales con recuentos microbiológicos bajos, se puede realizar ATP como información adicional a la eficacia de limpieza, y si se realizan tendencias de ATP se pueden identificar superficies que requieran limpieza adicional o pueden realizarse ajustes en cronogramas de esta, y la evaluación visual no es un método adecuado para controlar la eficacia de la limpieza. <sup>(33)</sup>

Boyce JM, et al. en 2011 en EUA realizaron un ensayo utilizando ATP y ACC para determinar si los sistemas de marcado con tinta fluorescente están correlacionados con una limpieza mejorada cuando se comparan con estos métodos cuantitativos. Con una muestra por conveniencia de 24 habitaciones para pacientes, se obtuvieron muestras de 5 superficies de alto contacto: baranda de la cama, mesa de la cama, control remoto de la televisión, agarraderas del baño e inodoro. Antes de la limpieza posterior al alta hospitalaria, se marcaron las superficies con una tinta fluorescente. Mediante una luz negra, las superficies se consideraron limpias/repasadas si se quitó el marcador parcial o totalmente. Antes de la limpieza y después, se utilizó ATP para obtener muestras de las superficies. Un valor menor a 250 URL se consideró limpio. Se presionaron firmemente placas

con agar RODAC D/E neutralizador. Se incubaron las placas por 48 horas a 37°C, y se realizaron recuentos de colonias. Se consideró limpio un valor menor a 2.5 UFC/cm<sup>2</sup>. De las 120 superficies de las que se obtuvieron muestras, 90 (75%) se consideraron limpias sobre la base de resultados del marcado fluorescente, y 80 (67%) por el método de ACC ( $p = 0.1443$ ). En cambio, sólo 58 (48%) estaban limpias de acuerdo con el criterio del método de ATP ( $p = 0.0001$ ). Según el criterio del método de ATP, 32/120 (27%) de las superficies se consideraron limpias antes de la limpieza, y 58/120 (48%) después de la limpieza. Según el criterio ACC, 60/120 (50%) de las superficies se consideraron limpias antes de la limpieza, y 80/120 (67%) después. Los sistemas de marcado con tinta fluorescente pueden determinar si la superficie ha sido limpiada con un paño, pero no asegurar que esté limpia. Por el contrario, ATP y ACC pueden brindar una medición cuantitativa del nivel de limpieza antes y después de ésta. <sup>(34)</sup>

Luick L, et al. en 2013 publicaron en EUA, un estudio prospectivo para la evaluación simultánea de 250 superficies de alto contacto en el ambiente, se evaluó antes y después de la limpieza con ACC, marcador fluorescente y ATP. Las superficies se consideraron limpias con eliminación completa del marcador, menos de 2.5 UFC/cm<sup>2</sup>, menos de 250 URL, y una evaluación subjetiva de un mismo investigador al clasificarla como limpia. Se calculó sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo tomando ACC como referencia. Se consideraron sin ninguna contaminación visible antes de limpiar 214 (86%) de las superficies, aumentando a 93% después de la limpieza. Por medio del método ATP se consideraron 53% limpias antes de la limpieza y 76% después. De forma similar, ACC consideró 148 (59%) limpia antes y 218 (87%) después. Cuando se compararon ACC e inspección visual, esta mostró una proporción significativamente mayor de las superficies consideradas limpias antes o después de la limpieza. Se estimó una sensibilidad de 68%, especificidad 50%, VPP de 90 y VPN de 19 del marcador en base al total de la muestra, para el ATP se estimó una sensibilidad de 78, especificidad 38%, 90 de VPP y 20 de VPN, y por último para la evaluación visual hubo una sensibilidad de 95%, especificidad

9%, VPP 9 y 23 de VPN. El ATP demostró una mejor evaluación en comparación con la inspección visual. Estos resultados apoyan el uso de estos sistemas de control ambiental en el entorno sanitario, ya que se encontró que las medidas de limpieza basadas en inspección visual, ATP o cultivo fueron capaces de demostrar un aumento significativo en la proporción de las superficies consideradas limpias, si se analiza antes y después del protocolo de limpieza de rutina. <sup>(35)</sup>

Al-Hamad A, et al. publicaron en 2008 en UK un ensayo con el objetivo de evaluar la eficacia de la limpieza y desinfección de las unidades de UCI utilizando un método llamado wipeerise para detectar un organismo indicador y diptiles para determinar cuantitativamente la carga microbiana. Se muestrearon superficies de alto contacto de áreas clínicas y no clínicas para cultivos dirigidos a *Staphylococcus aureus* metilcilino sensibles (*MSSA*) y *MRSA*. Se muestreó un subconjunto de las superficies para determinar ACC total. Se aisló *MRSA* a partir de 9 (6,9%) y *MSSA* fue aislado de 15 (11,5%) de las 130 muestras recogidas. En 7 de 81 (8,6%) muestras recogidas en zonas no clínicas creció *MRSA*, en comparación con 2 (4,1%) de 49 muestras recogidas de áreas clínicas. De 116 sitios seleccionados para ACC, 9 (7,7%) mostraron >5 UFC/cm<sup>2</sup>. Marcos de cama, teléfonos y teclados de computadoras estaban entre las superficies que produjeron un alto recuento viable total. No hubo una correlación directa entre los resultados de recuentos de aerobios totales y aislamiento *MRSA*. <sup>(36)</sup>

### **Panorama Latinoamericano de la valuación de los métodos utilizados para medir los niveles de desinfección**

Ferreira AM, et al. publicaron en 2011 en Brasil un estudio prospectivo, realizado en una UCI, durante 14 días, con el objetivo de describir las condiciones de limpieza/desinfección de cuatro superficies próximas al paciente. Cien evaluaciones de las superficies fueron realizadas después del proceso de limpieza. Se utilizaron 3 métodos para evaluar la limpieza: inspección visual, ATP y presencia de *MRSA*, con 20%, 80% y 16% respectivamente de las evaluaciones reprobadas. Hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre las

tasas de reprobación de la limpieza utilizando los métodos ATP, visual y al microbiológico. La inspección visual no mostró una medida confiable para evaluar la limpieza de las superficies. Los resultados demostraron que la actual rutina de limpieza requiere ser modificada. (37)

### **Panorama en México de la valuación de los métodos utilizados para medir los niveles de desinfección**

En México no existe literatura de la evaluación y de los métodos utilizados para medir la desinfección con el uso de diferentes productos utilizados en superficies ambientales hospitalarias.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el mundo y en México, las Infecciones Relacionadas a la Atención Sanitaria (IRAS) como las infecciones de sitio quirúrgico, las neumonías, las infecciones del tracto urinario y las bacteriemias, representan un problema de salud pública, debido a que se asocian a elevada morbilidad con 6.07 por cada 100 egresos, y mortalidad, éstas infecciones ocupan la cuarta causa de mortalidad en la población derechohabiente. Asimismo, estas infecciones se encuentran presentes en las Unidades de Cuidados Intensivos con una tasa de morbilidad de 40 IRAS por cada 100 egresos, siendo las más prevalentes las infecciones de sitio quirúrgico con 18.8% en Hospitales del IMSS. Todas estas infecciones adquiridas durante la estancia en las UCI llevan a un incremento de los días de estancia, aumentando el costo por paciente.

En el IMSS, las infecciones nosocomiales son más frecuentes en las UCI y en pisos donde se manejan a los pacientes post quirúrgicos, las bacterias que se han identificado entre las principales causas son la E. coli, Proteus, Klebsiella, Enterobacter, Serratia marcescens, Pseudomonas spp y Legionella spp., las tasas de morbilidad para los diferentes tipos de IRAS son de 3 bacteriemias por cada 1000 días catéter, 18.3 neumonías asociadas a ventilación mecánica por cada 1000 días ventilador y 2.7 infecciones de sitio quirúrgico por cada 100 cirugías, su atención incrementa la estancia hospitalaria a 54,298 días en UCI y 165,538 días en áreas de hospitalización. Asimismo, los costos de atención ascienden a \$7,530,307,790 en segundo y tercer nivel de atención, y la letalidad es de 6.7 por cada 100 IRAS, principalmente por neumonías; y se ubican entre los principales motivos de egreso hospitalario.

En el Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI, del 2010 al 2013 las infecciones nosocomiales presentan tasas de 10.7 por cada 1000 días de estancia intrahospitalaria, predominando las neumonías asociadas a ventilación mecánica, y los microorganismos que se han aislado son: E. coli, P. aeruginosa y S. aureus. La proporción de mortalidad en el 2013 a causa de IRAS fue de 20.7%.

Las infecciones ocurren principalmente en el servicio de Medicina Interna, Hematología, Neurología y Unidad de Cuidados Intensivos.

En el Hospital de Especialidades, los cubículos de la UCI se desinfectan con cloro, lo realiza personal capacitado que aplica un protocolo específico en la desinfección. El procedimiento es eficiente pero tiene entre sus desventajas que es potencialmente tóxico y daña las superficies de contacto. En algunos estudios realizados en la UCI se han cultivado en la post-desinfección *A. baumannii*, que se ha asociado a brotes con incremento de las tasas de infecciones nosocomiales. Entre los métodos disponibles se encuentra la exposición de las superficies de contacto de las UCI, a radiación UV. Sin embargo, en México se desconoce la efectividad de este método desinfectante, en comparación con el cloro.

El personal de salud que tiene contacto directo con los pacientes, tiene la posibilidad de transferir microorganismos entre los pacientes, entre ellos mismos y entre las superficies del entorno hospitalario. Existen estudios que han demostrado la facilidad con la que microorganismos pueden ser transferidos de los pacientes colonizados y/o infectados a los objetos de hospital dentro de la habitación del paciente y/o de los objetos de hospital a manos de los trabajadores de la salud. También hay evidencia que sugiere que un paciente que reside en una habitación ocupada previamente por un individuo infectado o colonizado tiene un riesgo mayor de adquirir el microorganismo del ocupante anterior, o de los objetos en la habitación.

Por otro lado en el IMSS se ha utilizado el Cloro como el método de desinfección para superficies del medio ambiente hospitalario para interrumpir la propagación de infecciones, sin embargo existen métodos con mayor capacidad de desinfección como la Radiación UV que incluso son más seguros para el cuidado de los materiales a desinfectar, el ambiente y el ser humano, y no crean resistencia de los microorganismos presentes en el ambiente.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la efectividad del método de desinfección con Radiación UV comparada con la del Cloro de las superficies ambientales de la UCI del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS?

#### IV. JUSTIFICACIÓN

En el IMSS, las infecciones nosocomiales constituyen un problema que muestra una tendencia a la alza, debido a la interacción de múltiples factores (higiene de manos, desinfección de áreas hospitalarias y técnicas de aislamiento). En el Instituto, se utiliza cloro diluido al 6% como método de desinfección, el cual se aplica bajo un protocolo, que norma los procedimientos de desinfección. Sin que hasta el momento se haya logrado un control adecuado.

Las infecciones nosocomiales complican la evolución de los pacientes que ingresan a las UCI, ya sea agravando la enfermedad que derivo en el ingreso a esa Unidad, o poniendo en riesgo la vida del paciente. Asimismo, incrementan los días de estancia hospitalaria y los costos de atención. En diversos estudios se reporta la identificación de los principales microorganismos causantes de las enfermedades, los cuales no son sensibles en su totalidad al efecto del proceso de desinfección, es decir, en la post-desinfección se erradica prácticamente el cien por ciento de los microorganismos, pero en las siguiente mediciones inicia la formación de colonias bacterianas.

Debido a la pérdida del poder desinfectante de las superficies de contacto por medio de cloro, es necesario probar la eficacia de otros métodos de desinfección, como la Radiación Ultravioleta, que se utiliza en la actualidad en Hospitales de países desarrollados, con una potencia de desinfección que se mantiene a través del tiempo (por horas), el cual no implica riesgo para los operarios, es de fácil manejo, no daña la superficie de los equipos de las UCI y sobre todo destruye la totalidad de microorganismos presentes en las superficies de contacto y el ambiente, fuentes potenciales de infección. Derivado de lo anterior, se plantea probar la efectividad de la Radiación UV como método de desinfección en cubículos de la UCI.

Para probar la efectividad de ambos métodos, se desarrolló un estudio en forma comparativa en la UCI del Hospital de Especialidades. Entre los beneficios potenciales se encuentra principalmente, contribuir al control de las infecciones

nosocomiales, disminuir la morbilidad y mortalidad asociada a las mismas, disminuir los días de estancia hospitalaria, la contención de costos y sobre todo lograr impactos en salud y en la calidad de vida de la población derechohabiente, usuaria del Hospital de Especialidades del CMN SXXI.

## **V. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la efectividad del método de desinfección con radiación UV en comparación con la efectividad del método de desinfección con Cloro en superficies ambientales de la UCI del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la cantidad de UFC/cm<sup>2</sup> en los periodos post desinfección, a la hora, a las 2 y a las 4 horas de haber aplicado los métodos de desinfección con Cloro y Redición UV.
- Determinar los porcentajes de reducción de UFC/cm<sup>2</sup> en los periodos post desinfección, a la hora, a las 2 y a las 4 horas de haber aplicado los métodos de desinfección con Cloro y Radiación UV
- Determinar los niveles de limpieza a través de URL en los periodos post desinfección, a la hora, a las 2 y a las 4 horas de haber aplicado los métodos de desinfección con Cloro y Radiación UV

## **VI. HIPÓTESIS**

H<sub>A</sub>: La efectividad del método de desinfección con radiación UV es mayor que la del método de desinfección con cloro en superficies ambientales de la UCI del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.

H<sub>0</sub>: La efectividad del método de desinfección con radiación UV es igual que la del método de desinfección con cloro en superficies ambientales de la UCI del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.

## VII. MATERIAL Y MÉTODO

### VI.I DISEÑO DEL ESTUDIO:

- Tipo de diseño: Ensayo comunitario de intervención.
- Población de estudio: UCI de la UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del C.M.N. Siglo XXI del IMSS.
- Tipo de Muestreo: bietápico no probabilístico por conveniencia

### VI.II POBLACIÓN DE ESTUDIO

- Área de estudio: UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del C.M.N. Siglo XXI del IMSS.
- Universo del estudio: Superficies ambientales de alto contacto de la UCI de la UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del C.M.N. Siglo XXI del IMSS.

### VI.III CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Con la fórmula de comparación de dos medias:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

Donde:

- n = sujetos necesarios en cada una de las muestras
- $Z_{\alpha} = 1.645$ , valor Z correspondiente al riesgo  $\alpha$  deseado
- $Z_{\beta} = 1.285$ , valor Z correspondiente al riesgo  $\beta$  deseado
- $S^2 = 12.64$ , Varianza del grupo control
- $d^2 = 2$ , Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar

Sustituyendo:

$$n = \frac{2(1.645 + 1.285)^2 12.64}{2}$$

Por lo tanto se necesitan 39 observaciones en cada grupo.

## **VI.IV CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **Inclusión**

Cubículos de UCI en los que egresa paciente

### **Exclusión**

Cubículos de la UCI en los que al egresar paciente se realiza la limpieza antes de la toma de muestras basales

## **VI.V DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

### **VARIABLES INDEPENDIENTES**

- **Nombre de la variable: Método de desinfección**

**Definición conceptual:** Es el tipo de método utilizado para realizar la desinfección ya sea químico o físico

**Definición operacional:** Se realiza el método de desinfección indicado uno a uno ya sea Cloro o radiación UV.

**Clasificación:** Cualitativa

- **Nombre de la variable: Cantidad de UFC/cm<sup>2</sup> pre desinfección**

**Definición conceptual:** Carga bacteriana medidos por medio de las UFC/cm<sup>2</sup> antes de realizar la desinfección.

**Definición operacional:** Número de UFC/cm<sup>2</sup> provenientes de la muestra que se tomó y se cultivó en placas de cultivo para bacterias aerobias en el momento que el paciente abandona el cubículo antes de que se realice la desinfección.

**Clasificación:** cuantitativa, continua

- **Nombre de la variable: Cantidad de URL pre desinfección**

**Definición conceptual:** Contaminación de las superficies medida por medio de las URL antes de realizar la desinfección.

**Definición operacional:** Contaminación medida por medio de la cantidad de URL provenientes de la muestra que se tomó y se leyó con el aparato de bioluminiscencia en el momento que el paciente abandona el cubículo antes de que se realice la desinfección.

**Clasificación:** cuantitativa, continua

#### **VARIABLES DEPENDIENTE**

- **Nombre de la variable: Cantidad de UFC/cm<sup>2</sup> post desinfección**

**Definición conceptual:** Carga bacteriana medidos por medio de las UFC/cm<sup>2</sup> en el momento de la post desinfección una hora después del método

**Definición operacional:** Número de UFC/cm<sup>2</sup> provenientes de la muestra que se tomó y se cultivó en placas de cultivo para bacterias aerobias en el momento de la post desinfección.

**Clasificación:** cuantitativa, continua

- **Nombre de la variable: Cantidad de UFC/cm<sup>2</sup> a las 2 horas de la desinfección**

**Definición conceptual:** Carga bacteriana medidos por medio de las UFC/cm<sup>2</sup> después de 2 horas de realizada la desinfección.

**Definición operacional:** Número de UFC/cm<sup>2</sup> provenientes de la muestra que se tomó y se cultivó en placas de cultivo para bacterias aerobias 2 horas después de realizada la desinfección.

**Clasificación:** cuantitativa, continua

- **Nombre de la variable: Cantidad de UFC/cm<sup>2</sup> a las 4 horas de la desinfección**

**Definición conceptual:** Carga bacteriana medidos por medio de las UFC/cm<sup>2</sup> después de 4 horas de realizada la desinfección.

**Definición operacional:** Número de UFC/cm<sup>2</sup> provenientes de la muestra que se tomó y se cultivó en placas de cultivo para bacterias aerobias 4 horas después de realizada la desinfección.

**Clasificación:** cuantitativa, continua

- **Nombre de la variable: Cantidad de URL post desinfección**

**Definición conceptual:** Contaminación de las superficies medida por medio de las URL después de realizar la desinfección.

**Definición operacional:** Contaminación medida por medio de la cantidad de URL provenientes de la muestra que se tomó y se leyó con el aparato de bioluminiscencia en el momento de la post desinfección.

**Clasificación:** cuantitativa, continua

- **Nombre de la variable: Cantidad de URL a las 2 horas de la desinfección**

**Definición conceptual:** Contaminación de las superficies medida por medio de las URL después de 2 horas de realizar la desinfección.

**Definición operacional:** Contaminación medida por medio de la cantidad de URL provenientes de la muestra que se tomó y se leyó con el aparato de bioluminiscencia a las 2 horas posteriores de realizar la desinfección.

**Clasificación:** cuantitativa, continua

- **Nombre de la variable: Cantidad de URL a las 4 horas de la desinfección**

**Definición conceptual:** Contaminación de las superficies medida por medio de las URL después de 4 horas de realizar la desinfección.

**Definición operacional:** Contaminación medida por medio de la cantidad de URL provenientes de la muestra que se tomó y se leyó con el aparato de bioluminiscencia a las 4 horas posteriores de realizar la desinfección.

**Clasificación:** cuantitativa, continua

## **VI.VI PLAN DE ANÁLISIS**

Se efectuó de primera instancia un análisis univariado para realizar una descripción de las medidas de tendencia central y de dispersión de las variables cuantitativas o de escala continua, así como una descripción de las proporciones de las variables categóricas o cualitativas. La prueba de Kolmogorov-Smirnov se utilizó para determinar la normalidad de las distribuciones de muestreo para las variables cuantitativas.

La eficacia con la que cada desinfectante reduce la carga bacteriana residente en las superficies se calculó mediante la medición de la diferencia entre la carga bacteriana resultante en los cultivos de las superficies y de las URL de éstas antes y después de la método de desinfección utilizado. La reducción media de la carga bacteriana y URL se calculó para cada método y se comparó con la prueba u de Mann Whitney en los casos donde no hubo distribución normal de los datos, o t student cuando los datos presentaron distribuciones normales, y se realizó análisis de varianza de mediciones repetidas para comparar la efectividad de los dos métodos de desinfección con el programa SPSS versión 20.

## **VI.VII PLAN GENERAL**

1. Se capacitó al personal de servicios básicos fijo de UCI para la adecuada aplicación del método de desinfección con Cloro
2. Se realizó capacitación para la toma de muestras para pruebas de bioluminiscencia al personal del laboratorio de microbiología.
3. Al liberarse un cubículo, se asignó la exposición de la desinfección uno a uno

4. El personal de laboratorio tomó muestra basal con hisopos y se cultivó en placas para el cultivo de bacterias aerobias y muestras con hisopos especiales para ATP, en 5 superficies ambientales de alto contacto predefinidas (barandal, colchón, bomba de infusión, monitor de signos vitales y perilla de oxígeno) de la UCI
5. El personal de servicios básicos procedió a realizar la limpieza exhaustiva del cubículo y se supervisaron los métodos aplicados para su adecuado uso, en caso de no llevarse a cabo adecuadamente, se informó al oficial de servicios básicos para corregir el método.
6. De acuerdo a la asignación del método de desinfección, se ejecutó
7. Para realizar la desinfección con cloro, se aplicó en las superficies del cubículo según los manuales de procedimientos de Servicios básicos para áreas críticas.
8. Se dejó de 30 minutos a 1 hora, para actuación del desinfectante de las superficies del cubículo
9. Transcurrido el tiempo necesario, se verificó que el producto se haya secado, se tomó las muestras para cultivo de bacterias y ATP de superficies elegidas en la toma basal
10. Se tomó muestras para cultivo de bacterias y ATP a las 2 y a las 4 horas posteriores a la verificación del secado de las superficies ambientales del cubículo
11. Para realizar la desinfección con radiación UV, se procedió a cubrir los espacios abiertos con protecciones especiales para evitar la fuga de radiación UV del cubículo
12. Se acomodó el mobiliario para una mejor recepción de radiación UV

13. Se ubicó el aparato dentro del cubículo para garantizar una distribución adecuada de radiación UV
14. Se programó el aparato productor de radiación UV de acuerdo con el área a desinfectar
15. Se dejó transcurrir aproximadamente 30 minutos para la estabilización del ambiente
16. Se tomó muestras de las mismas superficies ambientales basales para cultivo de bacterias y ATP
17. Se tomó muestras para cultivo de bacterias y ATP, a las 2 horas y 4 horas posterior a la radiación UV de las superficies ambientales del cubículo
18. Se procedió a la lectura del ATP por el personal del laboratorio
19. Se ingresó el resultado a la base de datos para su posterior análisis
20. Para el caso del cultivo se dejó incubar por 48 horas a una temperatura de 30° a 32° centígrados para su posterior lectura por el personal del laboratorio microbiológico e ingreso de resultados a la base de datos para su análisis posterior

## VIII. ASPECTOS ÉTICOS

El presente trabajo de investigación se llevara a cabo conforme a los aspectos éticos que rigen a toda investigación, teniendo como principal exponente a la declaración de Helsinki, la declaración de Ginebra, el código internacional de ética médica y la ley general de salud de los Estados Unidos Mexicanos.

De acuerdo al reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación en salud, título segundo, capítulo 1, artículo 17, categoría 1, se consideró a esta investigación como de riesgo mayor que el mínimo.

## IX. RECURSOS, Y FINANCIAMIENTO

### Desglose presupuestal del proyecto

#### Gasto de inversión:

• Equipo de laboratorio	0.00
• Mobiliario y equipo de oficina	0.00
• Equipo de cómputo y periféricos	0.00
• Herramienta y accesorios de laboratorio	0.00
<b>Sub total</b>	<b>0.00</b>

#### Gasto corriente:

• Trabajo de campo	0.00
• Accesorios para trabajo de campo	0.00
• Compra y mantenimiento de animales	0.00
• Servicios del centro de instrumentos o equivalentes	0.00

• Reparación, mantenimiento de equipo, material de laboratorio, cómputo y oficina	0.00
• Inscripción a cursos de capacitación	0.00
• Suscripción y pago de servicio por concepto de recuperación vía electrónica (Internet)	0.00
• Reactivos y material de laboratorio	0.00
• Material de oficina	0.00
• Publicación y/o producción de libros y revista	0.00
• Suscripciones y sobretiros de materiales impresos	0.00
• Envío de correspondencia dentro y fuera del país	0.00
• Transporte aéreo o terrestre relacionado con eventos académicos o científicos	0.00
• Adquisición de libros y manuales	0.00
• Programas y consumibles de cómputo	0.00
• Impuestos y derechos de importación de reactivos, material, equipo o refacciones del laboratorio	0.00
<b>Subtotal</b>	0.00

<b>Total</b>	0.00
--------------	------

## X. RESULTADOS

Se realizaron un total de 70 desinfecciones en la UCI del Hospital, 38 observaciones con el método de desinfección con Cloro y 32 con el método de desinfección con radiación UV. Se tomó un total de 1,400 cultivos para bacterias para la determinación de UFC/cm<sup>2</sup>, distribuidos en 350 cultivos inmediatamente después de que se desocupó el cubículo y antes de realizar la desinfección, 350 cultivos después de realizar la desinfección, 350 a las 2 horas de terminada la desinfección y 350 a las 4 horas de que se realizó la desinfección. Así mismo se tomaron 1,400 muestras para la determinación de URL con la misma distribución.

Se realizó prueba de Kolmogorov-Smirnov para comprobación de la normalidad de los datos, los cuales siguieron una distribución normal.

En la comparación de medias de las muestras en superficies en general, con el método de desinfección con cloro se obtuvo una media basal de 7.75 UFC/cm<sup>2</sup> y con radiación UV de 5.16 UFC/cm<sup>2</sup>, con una diferencia entre las medias de 2.59 UFC/cm<sup>2</sup> menos con el método de radiación UV ( $p = 0.003$ ). En la post desinfección las medias del muestreo de las superficies en general, con el método de desinfección con cloro fue de 2.26 en comparación con radiación UV de 0.31, con una diferencia entre las medias de 1.95 UFC/cm<sup>2</sup> menos con el método de radiación UV ( $p < 0.001$ ), a las dos horas posteriores a la desinfección, se obtuvieron medias con método de desinfección con cloro de 1.23 UFC/cm<sup>2</sup> en comparación con 0.09 con radiación UV, con una diferencia entre las medias de 1.14 UFC/cm<sup>2</sup> menos con el método de radiación UV ( $p < 0.001$ ) por último a las 4 horas posterior a la desinfección, con cloro se obtuvo una media de 0.91 UFC/cm<sup>2</sup> y 0.06 con radiación UV, con una diferencia entre las medias de 0.85 UFC/cm<sup>2</sup> menos con el método de radiación UV ( $p < 0.001$ ). (Tabla 1).

En la reducción de medias de UFC/cm<sup>2</sup> con el método de desinfección con cloro por tiempo y tipo de superficie, se obtuvo una reducción entre las medias de UFC/cm<sup>2</sup> en la post desinfección en barandales de 8.71 UFC/cm<sup>2</sup>, en colchón hubo una reducción de 5.07 UFC/cm<sup>2</sup>, en cuanto a las bombas de infusión hubo una reducción de 0.92 UFC/cm<sup>2</sup>, en los monitores se redujo 8.63 UFC/cm<sup>2</sup>, y en perillas de oxígeno 4.13 UFC/cm<sup>2</sup>, en cuanto al periodo de 2 horas posterior a la desinfección las reducciones obtenidas fueron de 10.6 UFC/cm<sup>2</sup> en barandales, 5.76 UFC/cm<sup>2</sup> en colchones, 0.92 UFC/cm<sup>2</sup> en

bombas de infusión, 10.65 UFC/cm<sup>2</sup> en monitores y 4.65 UFC/cm<sup>2</sup> en perillas de oxígeno. Y en el periodo comprendido 4 horas después de la desinfección, las reducciones entre las medias de UFC/cm<sup>2</sup> para barandales fue de 11.08, en colchones de 6 UFC/cm<sup>2</sup>, en bombas de infusión 0.95 UFC/cm<sup>2</sup>, en monitores 10.97 UFC/cm<sup>2</sup> y en Perillas de oxígeno 5.23 UFC/cm<sup>2</sup>. (Tabla 2)

En la reducción de medias de UFC/cm<sup>2</sup> con el método de desinfección con radiación UV por tiempo y tipo de superficie, se obtuvo una reducción de UFC/cm<sup>2</sup> entre las media en la post desinfección en barandales de 9.97 UFC/cm<sup>2</sup>, en colchón hubo una reducción de 4 UFC/cm<sup>2</sup>, en cuanto a las bombas de infusión hubo una reducción de 0.84 UFC/cm<sup>2</sup>, en los monitores se redujo 4.5 UFC/cm<sup>2</sup>, y en perillas de oxígeno 4.94 UFC/cm<sup>2</sup>, en cuanto al periodo de 2 horas posterior a la desinfección las reducciones obtenidas fueron de 10.75 UFC/cm<sup>2</sup> en barandales, 4.15 UFC/cm<sup>2</sup> en colchones, 0.84 UFC/cm<sup>2</sup> en bombas de infusión, 4.62 UFC/cm<sup>2</sup> en monitores y 5 UFC/cm<sup>2</sup> en perillas de oxígeno. Y en el periodo comprendido 4 horas después de la desinfección, las reducciones de medias de UFC/cm<sup>2</sup> para barandales fue de 10.81, en colchones de 4.12 UFC/cm<sup>2</sup>, en bombas de infusión 0.84 UFC/cm<sup>2</sup>, en Monitores 4.75 UFC/cm<sup>2</sup> y en Perillas de oxígeno 5 UFC/cm<sup>2</sup>. (Tabla 3)

En la reducción general entre las medias de UFC/cm<sup>2</sup> por tiempo en el método de desinfección con Cloro, se encontró una reducción post desinfección de 5.49 UFC/cm<sup>2</sup>, a las 2 horas posteriores a la desinfección la reducción entre las medias fue de 6.52 UFC/cm<sup>2</sup>, y la reducción entre las medias a las 4 horas posteriores a la desinfección fue de 6.84 UFC/cm<sup>2</sup>. (Tabla 4)

En cuanto a la reducción general entre las medias de UFC/cm<sup>2</sup> por tiempo en el método de desinfección con radiación UV, se encontró una reducción post desinfección de 4.85 UFC/cm<sup>2</sup>, a las 2 horas posteriores a la desinfección la reducción entre las medias fue de 5.07 UFC/cm<sup>2</sup>, y la reducción entre las medias a las 4 horas posteriores a la desinfección fue de 5.1 UFC/cm<sup>2</sup>. (Tabla 5)

La media de UFC/cm<sup>2</sup> basal con el método de desinfección con Cloro de las 5 superficies de alto contacto predefinidas varió de 0.95 UFC/cm<sup>2</sup> en las bombas de infusión hasta 12.97 UFC/cm<sup>2</sup> en los barandales de las camas desocupadas, aunque el valor máximo reportado de UFC/cm<sup>2</sup> se obtuvo del Monitor de signos vitales con 149 UFC/cm<sup>2</sup>, también se obtuvieron valores mínimos de cero UFC/cm<sup>2</sup> (Tabla 6).

Las muestras de los barandales, empleando método de desinfección con cloro, las UFC/cm<sup>2</sup> mostraron una reducción de las medias post desinfección con 4.26 UFC/cm<sup>2</sup> y acentuándose transcurrido el periodo de dos horas con 2.7 UFC/cm<sup>2</sup> y 4 horas con 1.89 UFC/cm<sup>2</sup>. (Gráfico 1)

Para las superficies de colchón con el método de desinfección con cloro, las medias mostraron una reducción posterior a la desinfección con un valor de 1.61 UFC/cm<sup>2</sup> y a las 2 horas con 0.92 UFC/cm<sup>2</sup> y finalmente a las 4 horas con 0.68 UFC/cm<sup>2</sup>. (Gráfica 2)

Con respecto a la superficie de bomba de infusión con el método de desinfección con cloro los valores de las UFC/cm<sup>2</sup> mostraron una disminución desde la post desinfección y a las dos horas con 0.03 UFC y a las 4 horas con inexistencia de UFC/cm<sup>2</sup>. (Gráfica 3)

En las superficies correspondientes a los monitores de signos vitales con el método de desinfección con Radiación UV, mostraron una disminución en las UFC/cm<sup>2</sup> con 4.13 en la post desinfección a 2.11 UFC/cm<sup>2</sup> a las dos horas y 1.79 a las cuatro horas. (Gráfica 4)

Las mediciones de las UFC/cm<sup>2</sup> en las superficies de las perillas de oxígeno con el método de desinfección con cloro, también mostraron disminución de las UFC/cm<sup>2</sup> de 1.26 en la post desinfección a 0.74 a las dos horas y 0.16 a las cuatro horas. (Gráfica 5)

Las mediciones de las URL de las medias basales con el método de desinfección con cloro mostraron altos niveles de contaminación, con las lecturas más altas en barandales con media de 1,828.16 URL. El valor máximo de contaminación de obtuvo en barandales con 26,433 URL y el valor mínimo detectado fue en colchón con 40 URL. (Tabla 7)

Las mediciones de las URL de las medias post desinfección con el método de desinfección con cloro mostraron altos y moderados niveles de contaminación, con las lecturas más altas en barandales con media de 838.92 URL. El valor máximo de contaminación de obtuvo en barandales con 12,447 URL y el valor mínimo detectado fue en perillas de oxígeno con 11 URL. (Tabla 8)

Las mediciones de las URL de las medias a las dos horas con el método de desinfección con cloro mostraron altos y moderados niveles de contaminación, con las lecturas más altas en barandales con media de 766.47 URL. El valor máximo de contaminación de obtuvo en barandales con 3,457 URL y el valor mínimo detectado fue en perillas de oxígeno con 20 URL. (Tabla 9)

Las mediciones de las URL de las medias a las cuatro horas con el método de desinfección con cloro mostraron moderados niveles de contaminación, con las lecturas más altas en barandales con media de 507.29 URL. El valor máximo de contaminación se obtuvo en barandales con 2,558 URL y el valor mínimo detectado fue el colchón con 13 URL. (Tabla 10)

Las medias del porcentaje de reducción de UFC/cm<sup>2</sup> de la medición basal a la post desinfección con el método de cloro con lecturas más altas en barandales con 70.54% (Tabla 11), y el porcentaje de reducción de las UFC/cm<sup>2</sup> desde la medición basal a las 2 horas con el mismo método de desinfección antes descrito los porcentajes más altos se encontraron en los barandales con 82.26% de reducción de las UFC/cm<sup>2</sup>. (Tabla 12); y finalmente la reducción desde la medición basal hasta posterior a las 4 horas las medias más altas se obtuvieron en las superficies de barandales con 92.77 % de reducción. (Tabla 13)

La media de UFC/cm<sup>2</sup> basal con el método de desinfección con Radiación UV de las 5 superficies de alto contacto predefinidas varió de 0.84 UFC/cm<sup>2</sup> en las bombas de infusión hasta 10.94 UFC/cm<sup>2</sup> en los barandales de las camas desocupadas, aunque el valor máximo reportado de UFC/cm<sup>2</sup> se obtuvo de los Barandales con 64 UFC/cm<sup>2</sup>, también se mostraron valores mínimos de cero UFC/cm<sup>2</sup> (Tabla 14).

En los barandales con método de desinfección con Radiación UV, las UFC/cm<sup>2</sup> mostraron una reducción de las medias posterior a la desinfección con 0.97 UFC/cm<sup>2</sup> y acentuándose transcurrido el periodo de dos horas con 0.19 UFC/cm<sup>2</sup> y 4 horas con 0.13 UFC/cm<sup>2</sup>. (Gráfico 6)

Para las superficies de colchón con el método de desinfección con Radiación UV, las medias mostraron una reducción posterior a la desinfección con un valor de 0.28 UFC/cm<sup>2</sup> y a las 2 horas con 0.13 UFC/cm<sup>2</sup> y finalmente a las 4 horas con 0.16 UFC/cm<sup>2</sup>. (Gráfica 7)

En el caso de la superficie de bomba de infusión con el método de desinfección Radiación UV los valores de las UFC/cm<sup>2</sup> mostraron una disminución desde la post desinfección, a las dos y a las 4 horas con cero UFC/cm<sup>2</sup>. (Gráfica 8)

En las superficies correspondientes a los monitores de signos vitales con el método de desinfección con Radiación UV, mostraron una disminución en las UFC/cm<sup>2</sup> con 0.25 en la post desinfección a 0.13 UFC/cm<sup>2</sup> a las dos horas y cero a las cuatro horas. (Gráfica 9)

Las mediciones de las UFC/cm<sup>2</sup> en las superficies de las perillas de oxígeno con el método de desinfección con Radiación UV, también mostraron disminución de las UFC/cm<sup>2</sup> de 0.06 en la post desinfección a cero a las dos horas y a las cuatro horas. (Gráfica 10)

En cuanto a las mediciones de las URL de las medias basales con el método de desinfección con Radiación UV mostraron altos niveles de contaminación, con las lecturas más altas en barandales con media de 830.06 URL. El valor máximo de contaminación se obtuvo en barandales con 3,011 URL y el valor mínimo detectado fue en colchón con 55 URL. (Tabla 15)

Las mediciones de las URL de las medias post desinfección con el método de desinfección con Radiación UV mostraron altos y moderados niveles de contaminación, con las lecturas más altas en barandales con media de 389.84 URL. El valor máximo de contaminación se obtuvo en barandales con 1,145 URL y el valor mínimo detectado fue en perillas de oxígeno con 11 URL. (Tabla 16)

Las mediciones de las URL de las medias a las dos horas con el método de desinfección con radiación UV mostraron altos y moderados niveles de contaminación, con las lecturas más altas en barandales con media de 492.91 URL. El valor máximo de contaminación se obtuvo en barandales con 2,425 URL y el valor mínimo detectado fue en Monitor de signos vitales con 15 URL. (Tabla 17)

Las mediciones de las URL de las medias a las cuatro horas con el método de desinfección con Radiación UV mostraron niveles moderados y permitidos de contaminación, con las lecturas más altas en barandales con media de 295.53 URL. El valor máximo de contaminación se obtuvo en barandales con 1,208 URL y el valor mínimo detectado fue en las perillas de oxígeno con 10 URL. (Tabla 18)

Las medias del porcentaje de reducción de UFC/cm<sup>2</sup> de la medición basal a la post desinfección con el método de Radiación UV con porcentajes más altos en barandales con 92.36% (Tabla 19), y el porcentaje de reducción de las UFC/cm<sup>2</sup> desde la medición basal a las 2 horas con el mismo método de desinfección antes descrito los porcentajes más altos se encontraron en los barandales con 97.16% de reducción de las UFC/cm<sup>2</sup>. (Tabla 20); y finalmente la reducción desde la medición basal hasta posterior a las 4 horas las medias más altas se obtuvieron en las superficies de barandales con 96.79 % de reducción. (Tabla 21)

En cuanto a la comparación entre medias de UFC/cm<sup>2</sup> en la post desinfección, se mostraron diferencias significativas en barandales con una media en el método de desinfección con cloro de 4.26 UFC/cm<sup>2</sup> y 0.97 UFC/cm<sup>2</sup> para la desinfección con Radiación UV ( $p=0.036$ ) (Gráfica 11), en la comparación en las medias en la superficie de colchón, se encontró una media de 1.61 UFC/cm<sup>2</sup> en método de desinfección con Cloro y 0.28 UFC/cm<sup>2</sup> en el método de Radiación UV ( $p=0.020$ ) (Gráfica 12), en cuanto a las diferencias de medias de UFC/cm<sup>2</sup> en ambos métodos no se mostraron diferencias significativas en las bombas de infusión (Gráfica 13), los monitores de signos vitales mostraron medias de 4.13 UFC/cm<sup>2</sup> en la desinfección con Cloro y 0.25 UFC/cm<sup>2</sup> en la desinfección con Radiación UV ( $p < 0.001$ ) (Gráfica 14), y en las perillas de oxígeno la media de UFC/cm<sup>2</sup> para cloro fue de 1.26 y 0.06 UFC/cm<sup>2</sup> en el método de desinfección con Radiación UV ( $p=0.006$ ) (Gráfica 15). (Tabla 22)

En la comparación de medias entre los dos métodos de desinfección, se obtuvo una diferencia entre medias de UFC/cm<sup>2</sup> en barandales de 3.294 IC<sub>95%</sub> (-0.294 - 6.883), en colchones de 1.324 IC<sub>95%</sub> (0.097 - 2.552), en bombas de infusión de 0.026 IC<sub>95%</sub> (-0.027 - 0.080), en monitores de signos vitales de 3.882 IC<sub>95%</sub> (1.375 - 6.388), y en perillas de oxígeno de 1.201 IC<sub>95%</sub> (0.165 - 2.237). (Tabla 22)

En la comparación de medias de las UFC/cm<sup>2</sup> de muestras tomadas en superficies de ambos métodos de desinfección, los barandales en medición basal mostraron 12.97 UFC/cm<sup>2</sup> con cloro y 10.94 UFC/cm<sup>2</sup> con radiación UV ( $p = 0.327$ ), en las tomas de muestras post desinfección con cloro se obtuvo una media de 4.26 UFC/cm<sup>2</sup> y 0.97 UFC/cm<sup>2</sup> para radiación UV ( $p = 0.036$ ), y a las 2 horas posterior a la desinfección con cloro la media fue de 2.37 UFC/cm<sup>2</sup> en comparación con 0.19 UFC/cm<sup>2</sup> con radiación UV ( $p = 0.067$ ) y finalmente a las 4 horas posterior a la desinfección, con el método de cloro se obtuvieron mediciones de 1.89 UFC/cm<sup>2</sup> y radiación UV 0.13 ( $p = 0.064$ ). (Gráfica 16), (Tabla 23).

En cuanto a la comparación de medias de las UFC/cm<sup>2</sup> de muestras tomadas en superficies de ambos métodos de desinfección, los colchones en medición basal mostraron 6.68 UFC/cm<sup>2</sup> con cloro y 4.28 UFC/cm<sup>2</sup> con radiación UV ( $p = 0.075$ ), en las tomas de muestras post desinfección con cloro se obtuvo una media de 1.61 UFC/cm<sup>2</sup> y 0.28 UFC/cm<sup>2</sup> para radiación UV ( $p = 0.020$ ), y a las 2 horas posterior a la desinfección con cloro la media fue de 0.92 UFC/cm<sup>2</sup> en comparación con 0.13 UFC/cm<sup>2</sup> con radiación UV ( $p = 0.056$ ) y finalmente a las 4 horas posterior a la desinfección, con el método de cloro se obtuvieron

mediciones de 0.68 UFC/cm<sup>2</sup> y radiación UV 0.16 ( $p = 0.136$ ). (Gráfica 17), (Tabla 23).

En la comparación de medias de las UFC/cm<sup>2</sup> de muestras tomadas en superficies de ambos métodos de desinfección, las superficies de las bombas de infusión en medición basal mostraron 0.95 UFC/cm<sup>2</sup> con cloro y 0.84 UFC/cm<sup>2</sup> con radiación UV ( $p = 0.713$ ), en las tomas de muestras post desinfección con cloro se obtuvo una media de 0.03 UFC/cm<sup>2</sup> y 0 UFC/cm<sup>2</sup> para radiación UV ( $p = 0.064$ ), y a las 2 horas posterior a la desinfección con cloro la media fue de 0.03 UFC/cm<sup>2</sup> en comparación con 0 UFC/cm<sup>2</sup> con radiación UV ( $p = 0.064$ ) y finalmente a las 4 horas posterior a la desinfección, con el método de cloro y radiación UV se obtuvieron mediciones de cero. (Gráfica 18), (Tabla 23).

En cuanto a la comparación de medias de las UFC/cm<sup>2</sup> de muestras tomadas en superficies de ambos métodos de desinfección, los monitores de signos vitales en medición basal mostraron 12.76 UFC/cm<sup>2</sup> con cloro y 4.75 UFC/cm<sup>2</sup> con radiación UV ( $p = 0.024$ ), en las tomas de muestras post desinfección con cloro se obtuvo una media de 4.13 UFC/cm<sup>2</sup> y 0.25 UFC/cm<sup>2</sup> para radiación UV ( $p < 0.001$ ), y a las 2 horas posterior a la desinfección con cloro la media fue de 2.11 UFC/cm<sup>2</sup> en comparación con 0.13 UFC/cm<sup>2</sup> con radiación UV ( $p = 0.001$ ) y finalmente a las 4 horas posterior a la desinfección, con el método de cloro se obtuvieron mediciones de 1.79 UFC/cm<sup>2</sup> y cero UFC/cm<sup>2</sup> con radiación UV ( $p = 0.001$ ). (Gráfica 19), (Tabla 23).

Para la comparación de medias de las UFC/cm<sup>2</sup> de muestras tomadas en superficies de ambos métodos de desinfección, las perillas de oxígeno en medición basal mostraron 5.39 UFC/cm<sup>2</sup> con cloro y 5 UFC/cm<sup>2</sup> con radiación UV ( $p = 0.993$ ), en las tomas de muestras post desinfección con cloro se obtuvo una media de 1.26 UFC/cm<sup>2</sup> y 0.06 UFC/cm<sup>2</sup> para radiación UV ( $p = 0.006$ ), y a las 2 horas posterior a la desinfección con cloro la media fue de 0.74 UFC/cm<sup>2</sup> en comparación con cero UFC/cm<sup>2</sup> con radiación UV ( $p < 0.001$ ) y finalmente a las 4 horas posterior a la desinfección, con el método de cloro se obtuvieron mediciones de 0.16 UFC/cm<sup>2</sup> y cero para radiación UV ( $p = < 0.001$ ). (Gráfica 20), (Tabla 23).

Los modelos lineales generales de mediciones repetidas para UFC/cm<sup>2</sup>, muestran un descenso en ambos métodos de desinfección que se mantienen a través del tiempo, con un descenso más pronunciado en el método de desinfección con Radiación UV en barandales y colchones (Gráfica 21 y 22), en las bombas de infusión, los dos métodos muestran un nivel de descenso

muy parecido que permanece a través de las tomas de muestra que se realizaron en todos los momentos post desinfección, y se igualan en la última toma de muestra a las 4 horas (Gráfica 23). En los monitores de signos vitales se muestra el mismo patrón de descenso de UFC/cm<sup>2</sup> y la radiación UV, se mantiene en niveles más bajos que el método de desinfección con cloro (Gráfica 24), continuando con éste método de análisis en las UFC/cm<sup>2</sup> para el caso de las perillas de oxígeno, el método de desinfección con Radiación UV presenta una disminución más pronunciada en el momento de la primer hora post desinfección, sin embargo el cloro continúa disminuyendo las UFC/cm<sup>2</sup> hasta aproximarse a los mismos niveles de UFC/cm<sup>2</sup> en la última toma de muestra a las 4 horas (Gráfica 25).

En la comparación de medias de URL en ambos métodos, no mostraron diferencias significativas en las mediciones basales, ni en la medición post desinfección en ninguna de las superficies, a las 2 horas sólo se muestra una diferencia significativa en las medias de URL en las superficies de los colchones, donde cloro muestra una media de 213.66 URL en comparación con radiación UV de 160.66 URL ( $p = 0.035$ ), a las 4 horas, en las superficies de monitores de signos vitales se obtuvo una media de 285.42 URL para cloro y 165.53 URL para radiación UV ( $p = 0.043$ ) y en perillas de oxígeno con el método de cloro se obtuvo una media de 228.45 URL y 92.89 para radiación UV ( $p = 0.011$ ). (Tabla 24).

Para los modelos lineales generales de mediciones repetidas en el caso de URL, se muestra un descenso de ambos métodos de desinfección en la primera toma de muestra para el caso de los barandales, a la segunda toma de muestra, ambos muestran un aumento de URL, y por último vuelven a descender manteniéndose por debajo del cloro los niveles de URL del método de desinfección de radiación UV (Gráfica 26). En el modelo para el caso de los colchones, los dos métodos muestran un descenso parecido en la primer toma de muestra post desinfección, sin embargo el cloro aumenta en la segunda muestra los niveles por arriba de 200 URL, volviendo a bajar e igualar al método de radiación UV a las 4 horas de la desinfección (Gráfica 27).

Para el caso de las bombas de infusión, los dos métodos mostraron descenso en los niveles de URL, y el método de radiación UV, se mantuvo por debajo del método con Cloro (Gráfica 28).

En el modelo aplicado para el caso de los monitores de signos vitales, los dos métodos mostraron descenso en la primer toma de muestra post desinfección, el descenso continuó con el método de desinfección con radiación UV, y el

cloro mostró un aumento en los niveles de URL en la segunda toma de muestra a las 2 horas, bajando en la última toma de muestra a las 4 horas, sin embargo la radiación UV mantuvo se mantuvo por debajo del Cloro hasta el final de las tomas de muestra a las 4 horas los cuales de mostraron niveles por debajo de 200 URL (Gráfica 29).

El modelo lineal general para el caso de las perillas de oxígeno, mostró un descenso que se mantuvo con el método de radiación UV, incluso hasta bajar a 100 URL, no así el cloro, que en la primer toma de muestra mostró un descenso, sin embargo en la segunda toma, aumentaron los niveles de hasta 400 URL, mostrando un último descenso en la última toma de muestra que fue por arriba de 200 URL. (Gráfica 30)

## **XI. DISCUSIÓN**

Las UFC/cm<sup>2</sup> entre los dos métodos de desinfección en las muestras tomadas en la etapa basal, se mostraron en las mismas cantidades.

En los monitores de signos vitales, la radiación UV mostró un mejor resultado en todas las tomas de muestra que se tomaron a través del tiempo en cuanto al método de medición por cultivos en UFC/cm<sup>2</sup>.

En muy pocos casos al medir URL, las diferencias mostraron significancia estadística, por lo que es importante destacar que al evaluar cualquier método de desinfección, no se deben omitir cultivos microbiológico. Éste método de evaluación es más objetivo, rápido y confiable que el del “guante blanco” o inspección visual que utiliza el Instituto para determinar la limpieza de las superficies.

Al realizar las limpiezas exhaustivas y las desinfecciones, se llevó a cabo el procedimiento marcado por el manual de servicios básicos del IMSS, con una supervisión constante del procedimiento, para garantizar éstos procedimientos, ya que si se encontraba que el personal fijo de servicios básicos en la UCI no estaba llevando a cabo el procedimiento adecuado, se comunicaba al supervisor para su corrección.

El proyecto de investigación se llevó a cabo para comparar nuevos métodos de desinfección con el método de desinfección con Cloro que es el utilizado en el Instituto.

Es importante señalar, que al inicio del estudio, se presentó un brote por *A. baumannii*, por lo que los pacientes fueron movilizados de una manera más rápida de lo habitual, con la finalidad de interferir en la transmisión del microorganismo, y no es posible descifrar si ésta situación influyó en los resultados del estudio, ya que no existe literatura reportada sobre éste tema.

Los estudios que se han realizado con radiación UV, son estudios controlados, en donde éste producto de desinfección no se prueba en condiciones reales en ambientes hospitalarios.

La radiación UV ha probado resultados eficaces en los diversos estudios en los que se ha probado, y es necesario recalcar, que los microorganismos necesitan contacto directo con la radiación UV para que se logre su efecto microbicida, es por eso que se eligieron las superficies de alto contacto para probar su efectividad en comparación con la efectividad del cloro, sin embargo en los lugares donde la radiación no tiene contacto (lugares donde se produce sombra), la radiación no logra alcanzar su efecto, por lo que no es posible garantizar que el efecto deseado se logre en todas las superficies de los cubículos. Éste método es de un costo mayor al del método de desinfección con Cloro, y es de difícil acceso ya que no se encuentra disponible en todo México.

Otros estudios que se han realizado tratando de probar la efectividad de métodos de desinfección, no han comparado la tecnología de radiación UV con Cloro.

La radiación UV tiene mayor capacidad que el cloro para la desinfección, ya que mantiene niveles más bajos de UFC/cm<sup>2</sup> en el primer periodo de toma de muestra post desinfección, sin embargo, se observó que el cloro, va incrementando la capacidad de desinfección disminuyendo los niveles de UFC/cm<sup>2</sup> incluso hasta casi igualar resultados como las superficies de las perillas de oxígeno y las bombas de infusión.

## **XII. CONCLUSIONES**

Éste proyecto fue un estudio para comparar uno de los tantos métodos de desinfección que se ofrecen diariamente en el ambiente hospitalario, ya que al someterse a ésta prueba logran comprobar su efectividad en comparación con el método utilizado en forma habitual en los Hospitales del IMSS.

Las diferencias entre las medias basales de UFC/cm<sup>2</sup> entre los dos métodos de desinfección, no mostraron diferencias estadísticamente significativas, lo que muestra que los niveles de microorganismos que se encontraron al inicio de ambos se encontraron en las mismas cantidades.

Al no haber evidencia que muestre resultados de los distintos métodos de desinfección en condiciones reales, éste estudio puede ser una pauta para comparar la efectividad de los métodos de desinfección contra el método de desinfección con Cloro, que es el más utilizado en los servicios de salud del IMSS y de México.

En algunos sitios de toma de muestra hubo mayor cantidad de UFC/cm<sup>2</sup>, lo que pudo ser influenciado por el tipo de superficie de mayor contacto que las demás superficies en que se tomó la muestra.

La superficie que se mostró con mayor contaminación fueron los barandales.

El cloro al igual que la radiación UV, mostraron disminución en la cantidad de UFC/cm<sup>2</sup> a través de los tiempos en los que se tomaron las muestras para cultivos.

La desinfección con Radiación UV, mostró una mayor reducción en UFC/cm<sup>2</sup> en el periodo post desinfección, y logró resultados más rápidos en comparación con Cloro, que iguala las condiciones de desinfección a las 4 horas de haberse aplicado y es necesario esperar un tiempo adecuado para que el Cloro alcance sus niveles óptimos de desinfección para proporcionar al paciente un ambiente hospitalario seguro; por lo que la radiación UV se puede utilizar cuando se requiera de mayor rapidez ya que en muchas ocasiones, no es posible mantener las salas cerradas por tiempo prolongado, ya sea por la saturación de los servicios de salud, o incluso por el desconocimiento por parte del personal que designa los cubículos.

Una ventaja del método de desinfección con Radiación UV es que no se hace necesaria la intervención humana, y garantiza la buena aplicación de éste método para un ambiente hospitalario seguro, al contrario que con el método con Cloro que requiere de supervisión constante en su manejo, aplicación correcta, transporte y diluciones adecuadas para llevar a cabo el procedimiento.

Por otra parte, la ventaja del método de desinfección con cloro radica en su bajo costo, fácil acceso y existe la normatividad institucional para su aplicación,

al contrario con la Radiación UV que es de mayor costo, difícil obtención y no existe antecedente de aplicación por personal del Instituto.

Éste estudio, es uno de los primeros estudios en el escenario clínico para medir la efectividad de productos desinfectantes, y puede ser un preámbulo de estudios para medir el impacto en la Incidencia de las Infecciones relacionadas a la atención en salud.

### XIII. ANEXOS

#### Anexo 1

#### Hoja de Recolección de datos

		BASAL		POST DESINFECCIÓN		2 HORAS		4 HORAS	
Tipo de superficie		UFC	URL	UFC	URL	UFC	URL	UFC	URL
MÉTODO:									
SECTOR:									
CUBÍCULO:									
OBSERVACIÓN:									
SUPERFICIE 1	Barandillas cama								
SUPERFICIE 2	Colchón de cama								
SUPERFICIE 3	Botones bomba inf								
SUPERFICIE 4	Botones monit sv								
SUPERFICIE 5	Perilla oxígeno								
MÉTODO:									
SECTOR:									
CUBÍCULO:									
OBSERVACIÓN:									
SUPERFICIE 1	Barandillas cama								
SUPERFICIE 2	Colchón de cama								
SUPERFICIE 3	Botones bomba inf								
SUPERFICIE 4	Botones monit sv								
SUPERFICIE 5	Perilla oxígeno								
MÉTODO:									
SECTOR:									
CUBÍCULO:									
OBSERVACIÓN:									
SUPERFICIE 1	Barandillas cama								
SUPERFICIE 2	Colchón de cama								
SUPERFICIE 3	Botones bomba inf								
SUPERFICIE 4	Botones monit sv								
SUPERFICIE 5	Perilla oxígeno								

## Anexo 2

**Tabla 1. Medias de UFC/cm<sup>2</sup> por método de desinfección**

*t student	Cloro	Radiación UV	Diferencia de medias entre los dos métodos	p
Basal	7.75	5.16	2.59	0.003
Post desinfección	2.26	0.31	1.95	<0.001
A las 2 horas	1.23	0.09	1.14	<0.001
A las 4 horas	0.91	0.06	0.85	<0.001

**Tabla 2. Reducción de medias de UFC/cm<sup>2</sup> con Cloro por tiempo y sitio**

	Basal Cloro	Post Cloro	Reducción de medias de UFC/cm <sup>2</sup> basal-post	2 hrs	Reducción de medias de UFC/cm <sup>2</sup> basal-2hrs	4 hrs	Reducción de medias de UFC/cm <sup>2</sup> basal-4 hrs
Barandal	12.97	4.26	8.71	2.37	10.6	1.89	11.08
Colchón	6.68	1.61	5.07	0.92	5.76	0.68	6
Bomba de infusión	0.95	0.03	0.92	0.03	0.92	0	0.95
Monitor de signos vitales	12.76	4.13	8.63	2.11	10.65	1.79	10.97
Perilla de oxígeno	5.39	1.26	4.13	0.74	4.65	0.16	5.23

**Tabla 3. Reducción de medias de UFC/cm<sup>2</sup> con Radiación UV por tiempo y sitio**

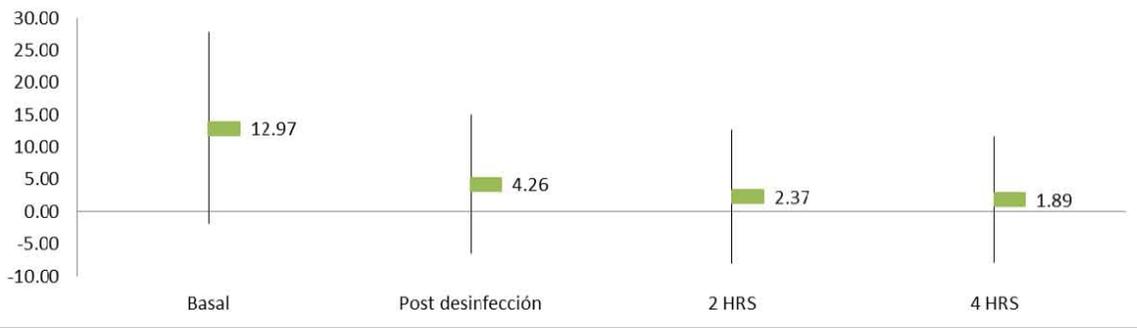
	Basal Radiación UV	Post Radiación UV	Reducción de medias de UFC/cm <sup>2</sup> basal-post	2 hrs	Reducción de medias de UFC/cm <sup>2</sup> basal-2hrs	4 hrs	Reducción de medias de UFC/cm <sup>2</sup> basal-4 hrs
Barandal	10.94	0.97	9.97	0.19	10.75	0.13	10.81
Colchón	4.28	0.28	4	0.13	4.15	0.16	4.12
Bomba de infusión	0.84	0	0.84	0	0.84	0	0.84
Monitor de signos vitales	4.75	0.25	4.5	0.13	4.62	0	4.75
Perilla de oxígeno	5	0.06	4.94	0	5	0	5

<b>Tabla 4. Reducción general de medias de UFC/cm<sup>2</sup> con Cloro por tiempo</b>	
Reducción general de medias de UFC/cm <sup>2</sup> post desinfección	5.49
Reducción general de medias de UFC/cm <sup>2</sup> a las 2 hrs	6.52
Reducción general de medias de UFC/cm <sup>2</sup> a las 4 hrs	6.84

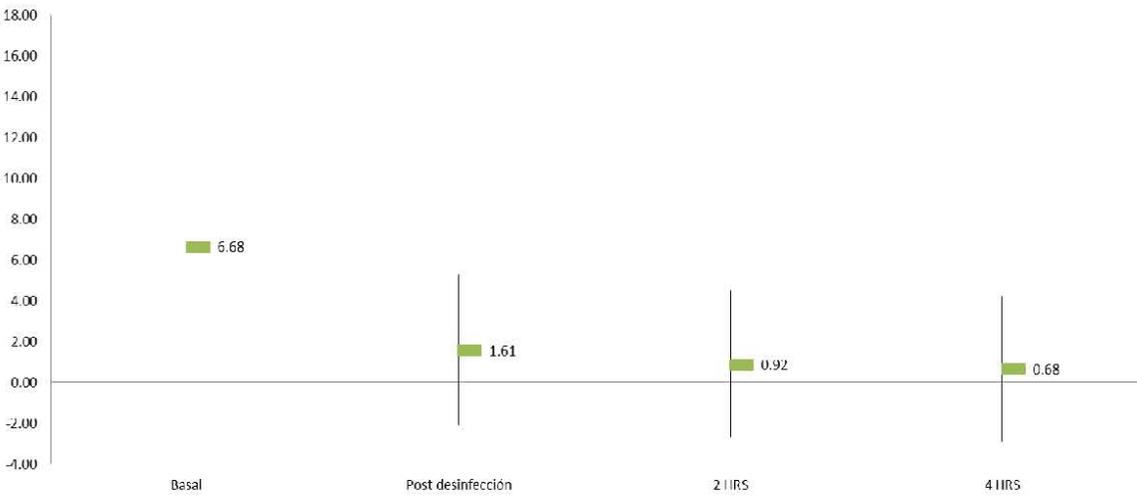
<b>Tabla 5. Reducción general de medias de UFC/cm<sup>2</sup> con Radiación UV por tiempo</b>	
Reducción general de medias de UFC/cm <sup>2</sup> post desinfección	4.85
Reducción general de medias de UFC/cm <sup>2</sup> a las 2 hrs	5.07
Reducción general de medias de UFC/cm <sup>2</sup> a las 4 hrs	5.1

<b>Tabla 6. Descripción de UFC/cm<sup>2</sup> basales con Método de desinfección con Cloro</b>				
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	1	65	12.97	14.789
Colchón	0	51	6.68	10.442
Bomba de infusión	0	4	.95	1.089
Monitor de signos vitales	0	149	12.76	25.378
Perillas de oxígeno	0	50	5.39	9.099

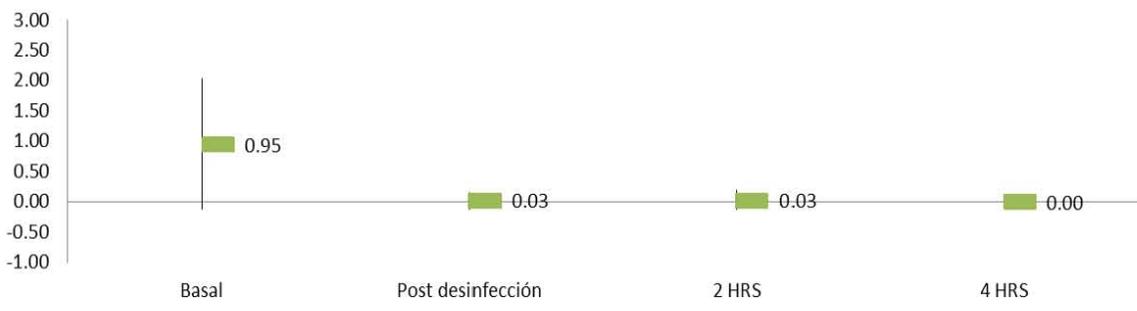
**Gráfica 1. UFC en Barandales con método de desinfección con Cloro**



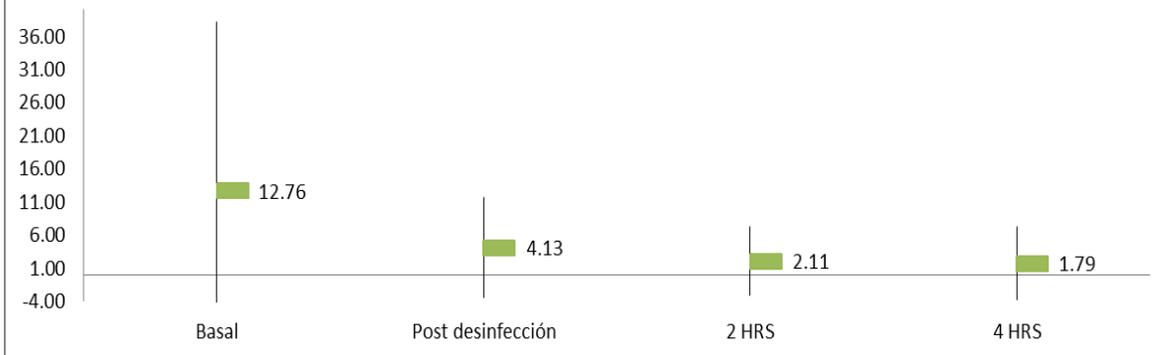
**Gráfica 2. UFC en Colchones con método de desinfección con Cloro**



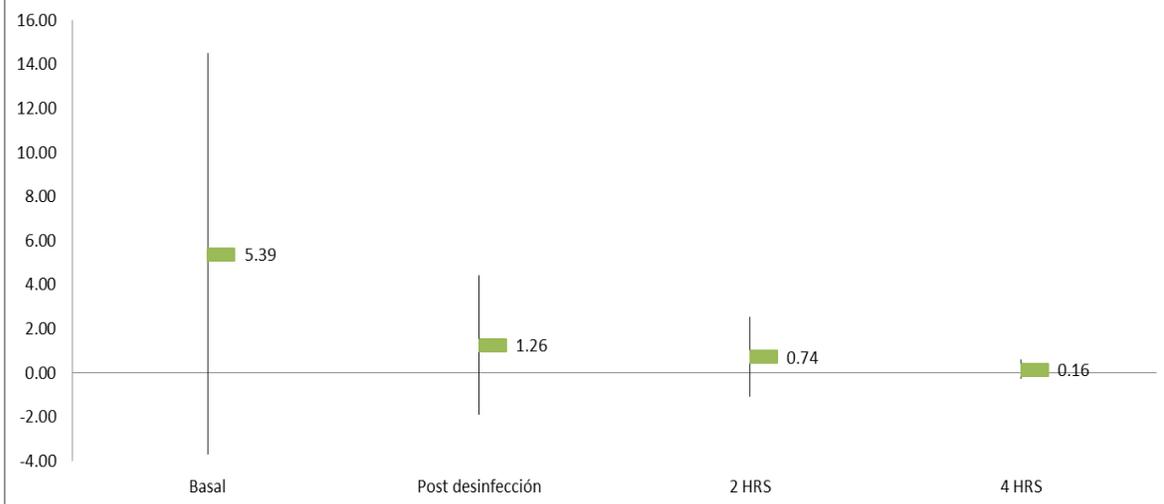
**Gráfica 3. UFC en Bomba de Infusión con método de desinfección con Cloro**



**Gráfica 4. UFC en Monitor de SV con método de desinfección con Cloro**



**Gráfica 5. UFC en Perillas de Oxígeno con método de desinfección con Cloro**



**Tabla 7. Descripción de URL basales con Método de desinfección con Cloro**

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	167	26433	1828.16	4474.031
Colchón	40	2755	394.82	468.836
Bomba de infusión	111	12736	712.34	2016.737
Monitor de signos vitales	176	2673	711.95	507.337
Perillas de oxígeno	125	1027	467.58	241.377

**Tabla 8. Descripción de URL post desinfección con Método de desinfección con Cloro**

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	31	12447	838.92	2021.256
Colchón	33	856	182.11	167.144
Bomba de infusión	50	10696	527.32	1697.763
Monitor de signos vitales	44	1363	361.97	272.046
Perillas de oxígeno	11	706	273.21	162.716

**Tabla 9. Descripción de URL a las 2 hrs con Método de desinfección con Cloro**

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	113	3457	766.47	703.417
Colchón	17	769	213.66	181.080
Bomba de infusión	38	1957	289.71	334.622
Monitor de signos vitales	44	2386	470.24	495.862
Perillas de oxígeno	20	929	373.34	178.791

**Tabla 10. Descripción de URL a las 4 hrs con Método de desinfección con Cloro**

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	30	2558	507.29	510.310
Colchón	13	745	178.13	157.402
Bomba de infusión	23	1700	265.97	304.713
Monitor de signos vitales	29	1191	285.42	239.992
Perillas de oxígeno	18	972	228.45	180.452

**Tabla 11. Porcentaje de Reducción de UFC/cm<sup>2</sup> Basal - Post desinfección del Método con Cloro**

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	0.00	100.00	70.5424	29.85443
Colchón	0.00	100.00	56.6313	40.33519
Bomba de infusión	0.00	100.00	57.2368	49.62967
Monitor de signos vitales	0.00	100.00	52.6700	40.64698
Perillas de oxígeno	0.00	100.00	59.3079	43.45786

**Tabla 12. Porcentaje de Reducción de UFC/cm<sup>2</sup> Basal - A las 2 hrs del Método con Cloro**

Barandales	0.00	100.00	82.2624	31.09039
Colchón	0.00	100.00	74.7795	40.20383
Bomba de infusión	0.00	100.00	61.8421	48.53838
Monitor de signos vitales	0.00	100.00	71.7197	37.73780
Perillas de oxígeno	0.00	100.00	70.7345	40.99342

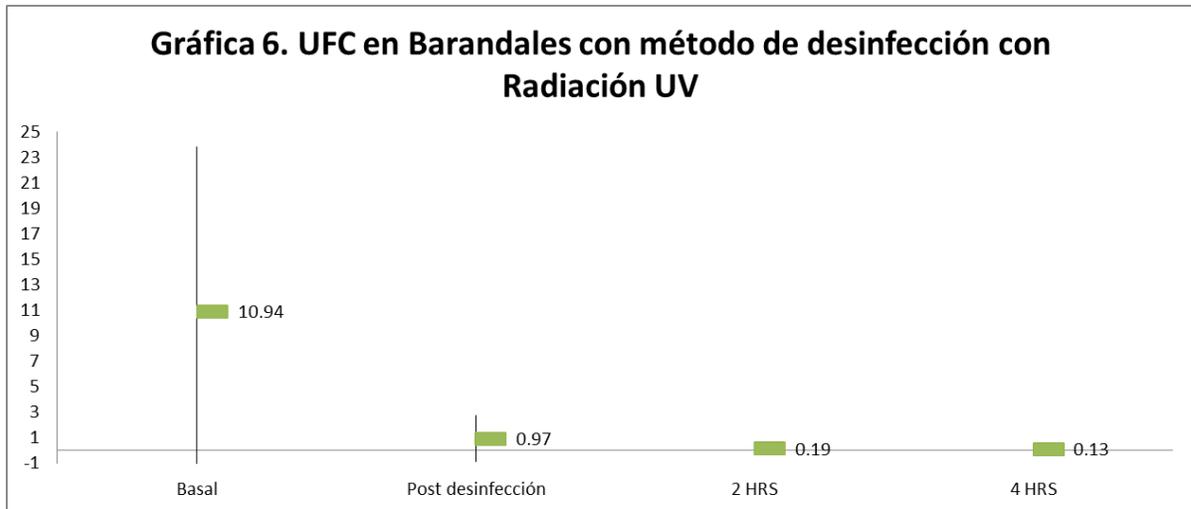
**Tabla 13. Porcentaje de Reducción de UFC/cm<sup>2</sup> Basal - A las 4 hrs del Método con Cloro**

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	7.69	100.00	92.7711	18.81033
Colchón	0.00	100.00	79.0926	38.15681
Bomba de infusión	0.00	100.00	63.1579	48.88515
Monitor de signos vitales	0.00	100.00	73.7300	39.41914
Perillas de oxígeno	0.00	100.00	76.7781	41.29601

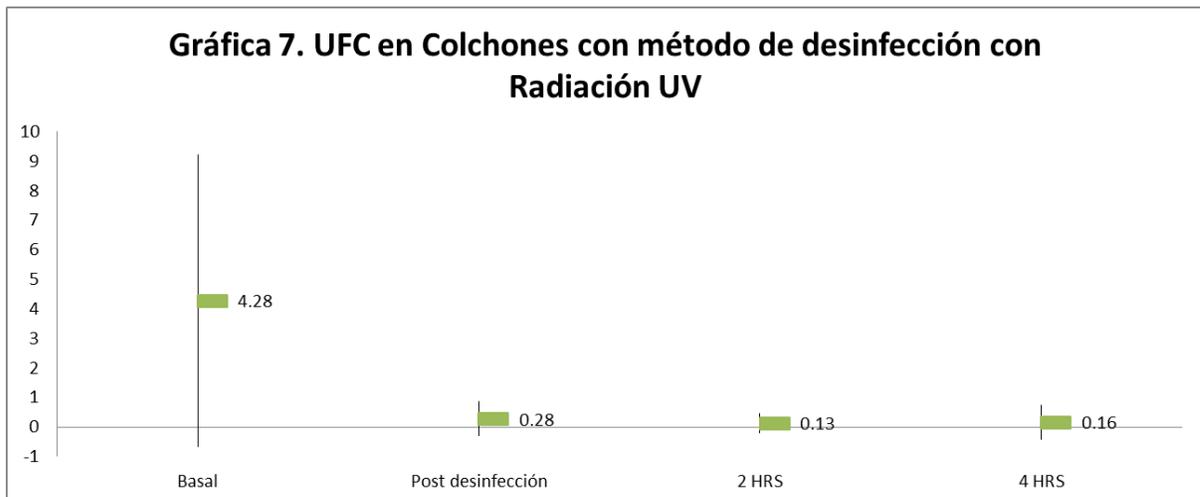
**Tabla 14. Descripción de UFC/cm<sup>2</sup> basales con Método de desinfección con Radiación UV**

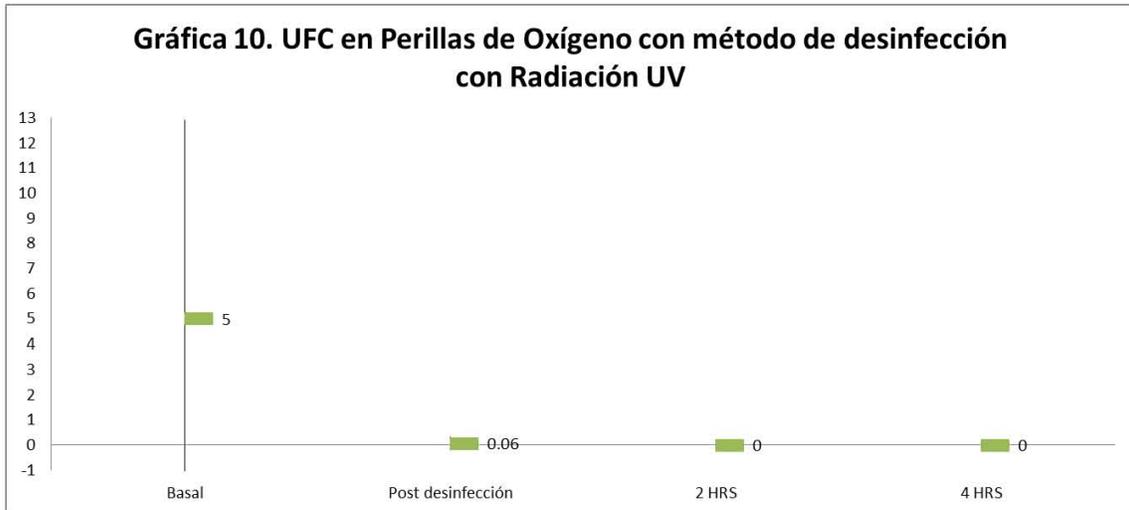
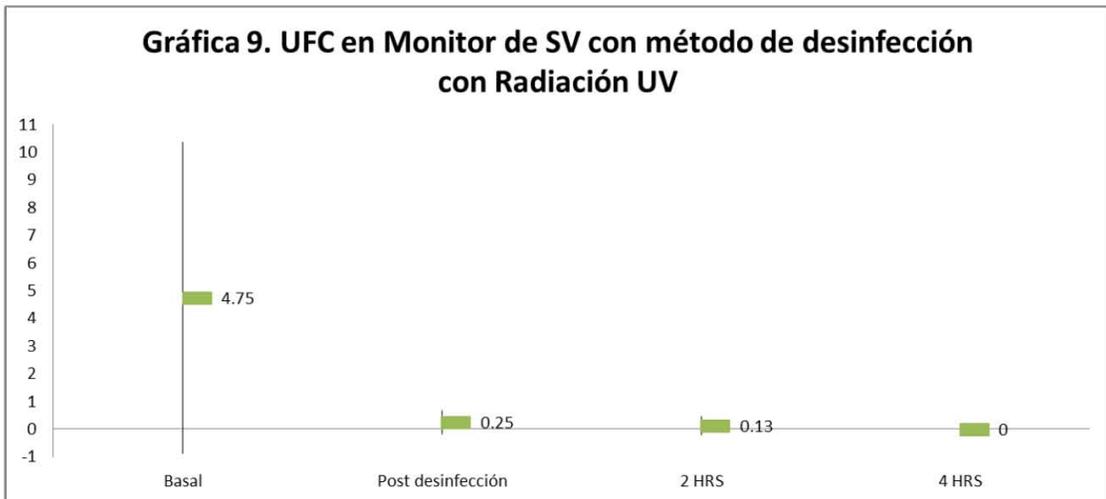
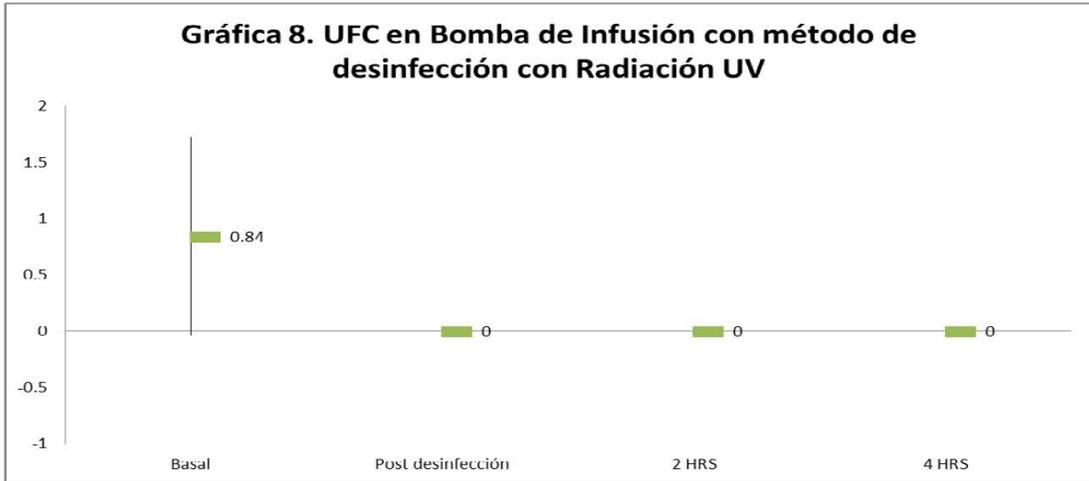
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	1	64	10.94	12.884
Colchón	0	20	4.28	4.953
Bomba de infusión	0	3	.84	.884
Monitor de signos vitales	0	19	4.75	5.628
Perillas de oxígeno	0	30	5.00	7.890

**Gráfica 6. UFC en Barandales con método de desinfección con Radiación UV**



**Gráfica 7. UFC en Colchones con método de desinfección con Radiación UV**





**Tabla 15. Descripción de URL basales con Método de desinfección con Radiación UV**

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	72	3011	830.06	537.048
Colchón	55	2175	503.16	523.930
Bomba de infusión	79	832	311.47	151.747
Monitor de signos vitales	200	1854	656.56	337.277
Perillas de oxígeno	125	1508	494.16	344.856

**Tabla 16. Descripción de URL post desinfección con Método de desinfección con Radiación UV**

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	124	1145	389.84	238.164
Colchón	13	415	169.34	97.661
Bomba de infusión	66	506	216.28	107.436
Monitor de signos vitales	25	784	287.72	179.892
Perillas de oxígeno	11	536	231.31	135.107

**Tabla 17. Descripción de URL a las 2 hrs con Método de desinfección con Radiación UV**

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	105	2425	492.91	544.608
Colchón	16	400	160.66	95.560
Bomba de infusión	43	740	199.19	156.167
Monitor de signos vitales	15	950	263.94	201.562
Perillas de oxígeno	23	449	176.34	115.879

<b>Tabla 18. Descripción de URL a las 4 hrs con Método de desinfección con Radiación UV</b>				
Barandales	13	1208	295.53	316.290
Colchón	20	729	178.53	151.852
Bomba de infusión	12	762	168.63	164.989
Monitor de signos vitales	21	357	165.53	108.477
Perillas de oxígeno	10	203	92.69	60.813

<b>Tabla 19. Porcentaje de Reducción de UFC/cm<sup>2</sup> Basal - Post desinfección del Método con Radiación UV</b>				
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	36.36	100.00	92.3672	14.13828
Colchón	0.00	100.00	77.2481	39.13271
Bomba de infusión	0.00	100.00	62.5000	49.18694
Monitor de signos vitales	0.00	100.00	71.5063	42.98694
Perillas de oxígeno	0.00	100.00	65.5000	48.16906

<b>Tabla 20. Porcentaje de Reducción de UFC/cm<sup>2</sup> Basal - A las 2 hrs del Método con Radiación UV</b>				
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	66.67	100.00	97.1603	7.50640
Colchón	0.00	100.00	78.7500	39.63544
Bomba de infusión	0.00	100.00	62.5000	49.18694
Monitor de signos vitales	0.00	100.00	74.6178	43.79543
Perillas de oxígeno	0.00	100.00	68.7500	47.09291

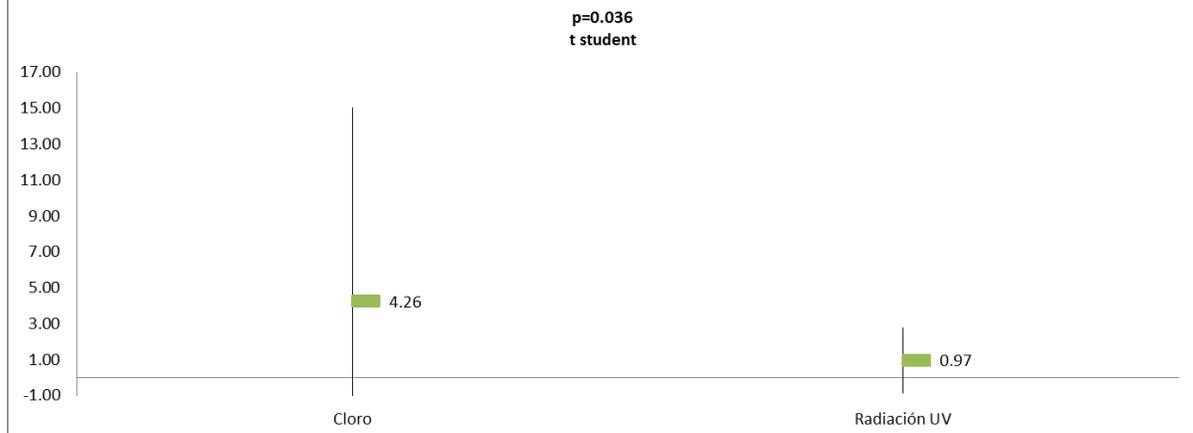
**Tabla 21. Porcentaje de Reducción de UFC/cm<sup>2</sup> Basal - A las 4 hrs del Método con Radiación UV**

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Barandales	50.00	100.00	96.7994	10.57341
Colchón	0.00	100.00	79.9219	39.56663
Bomba de infusión	0.00	100.00	62.5000	49.18694
Monitor de signos vitales	0.00	100.00	78.1250	42.00134
Perillas de oxígeno	0.00	100.00	68.7500	47.09291

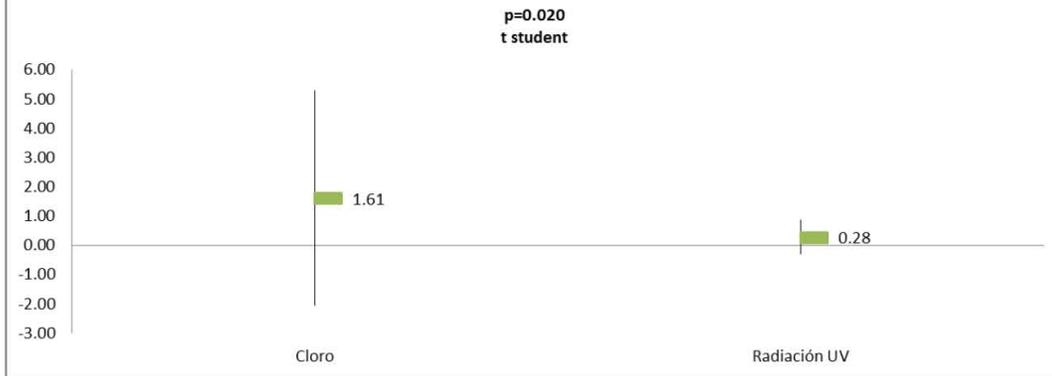
**Tabla 22. Comparación de UFC/cm<sup>2</sup> entre los dos Métodos post desinfección**

	Media Cloro	Media UV	IC95%	p
Barandales	4.26	0.97	3.294 (-0.294 - 6.883)	0.036
Colchón	1.61	0.28	1.324 (0.097 - 2.552)	0.020
Bomba de infusión	0.03	0.00	0.026 (-0.027 - 0.080)	0.064
Monitor de signos vitales	4.13	0.25	3.882 (1.375 - 6.388)	<0.001
Perillas de oxígeno	1.26	0.06	1.201 (0.165 - 2.237)	0.006

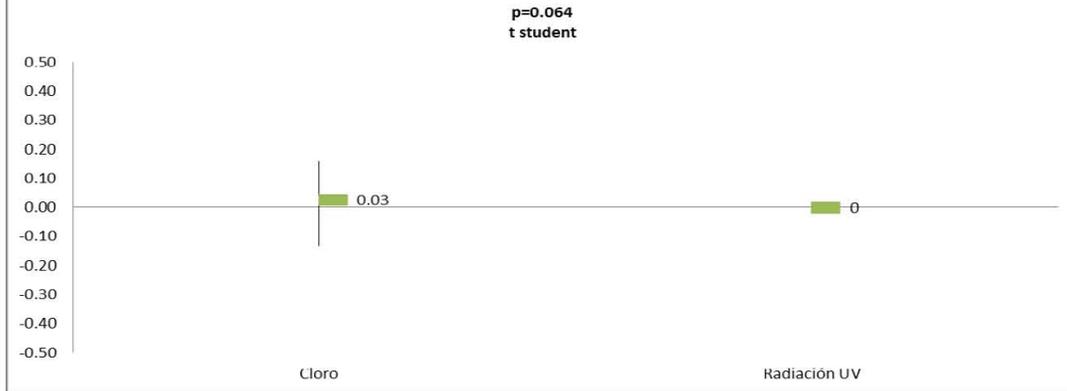
**Gráfica 11. Comparación de medias de UFC post desinfección en Barandales**



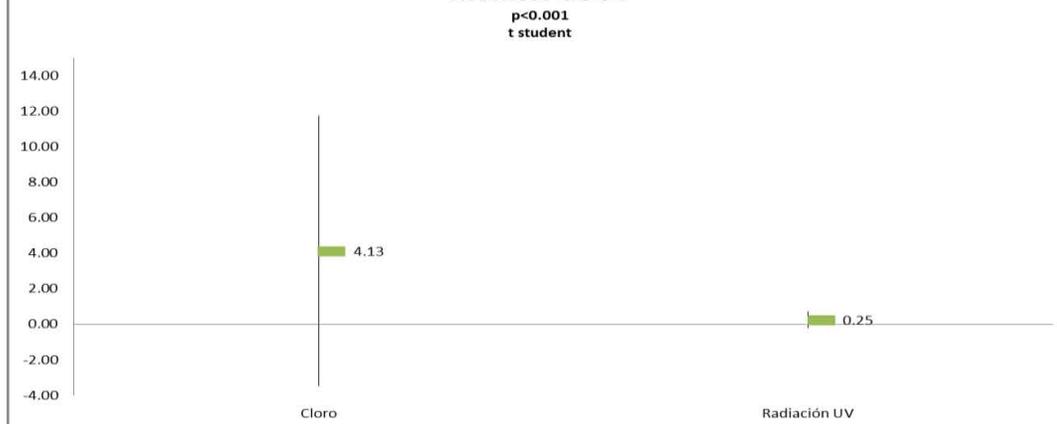
**Gráfica 12. Comparación de medias de UFC post desinfección en Colchones**



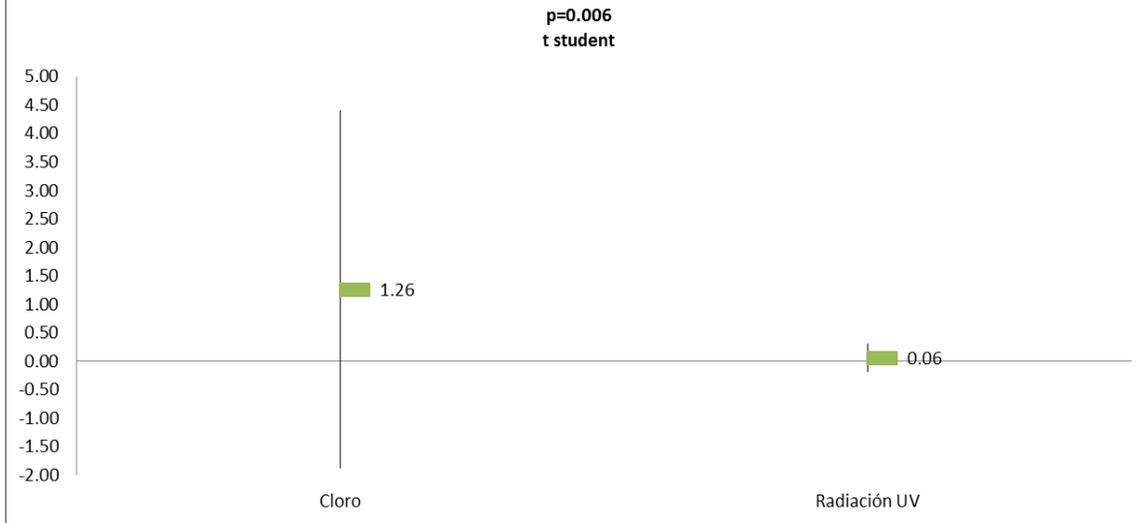
**Gráfica 13. Comparación de medias de UFC post desinfección en Bombas de Infusión**



**Gráfica 14. Comparación de medias de UFC post desinfección en Monitor de SV**

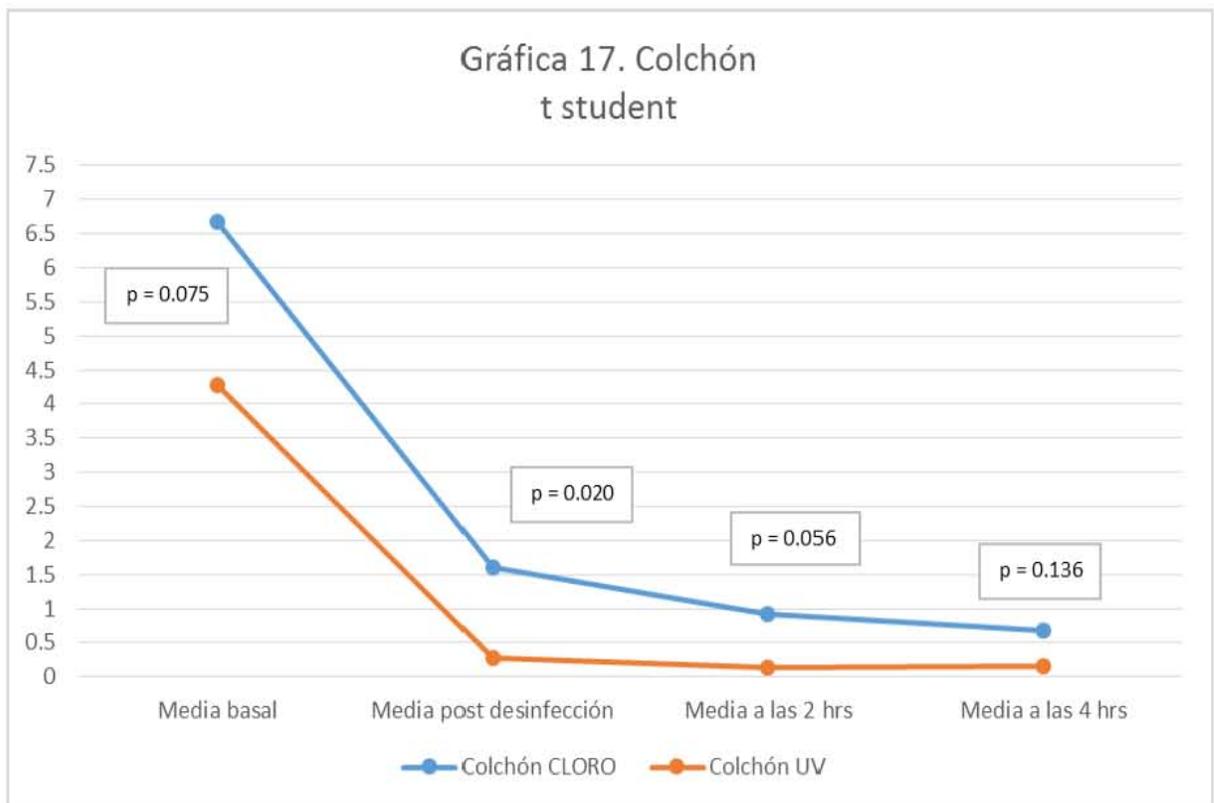
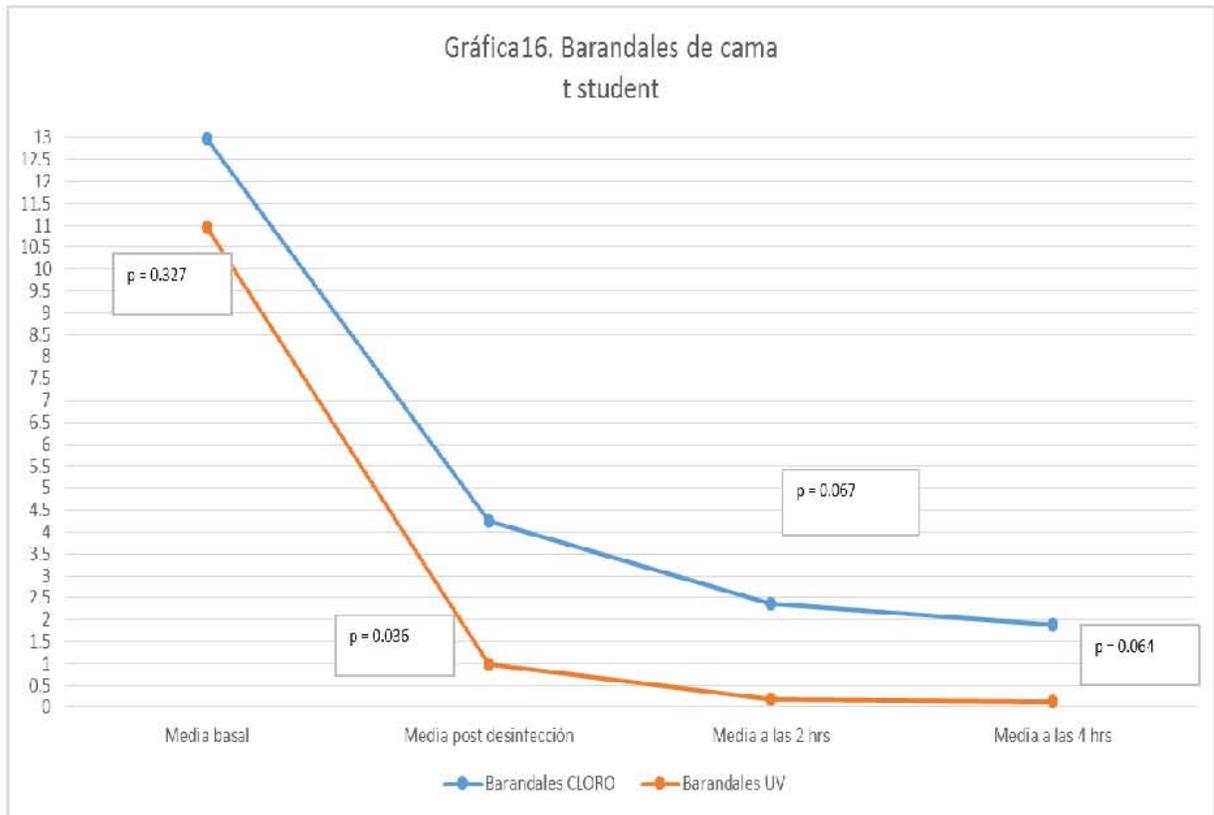


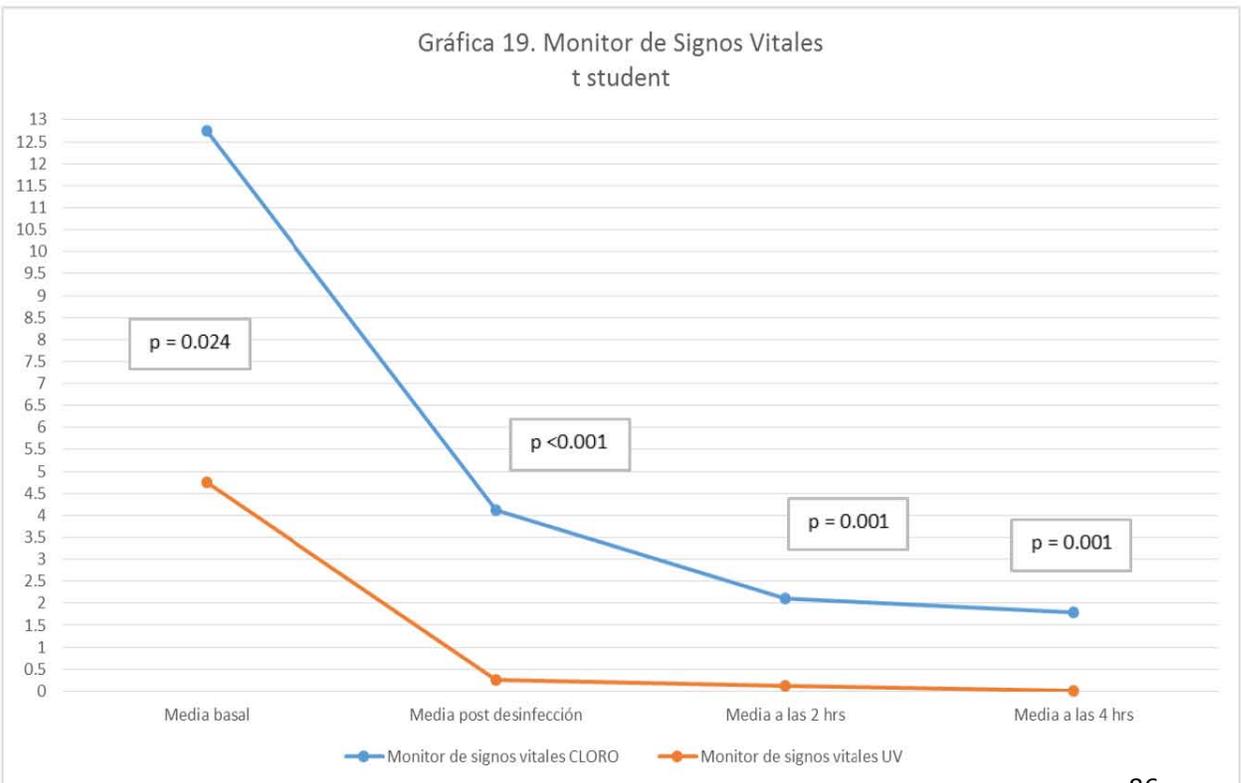
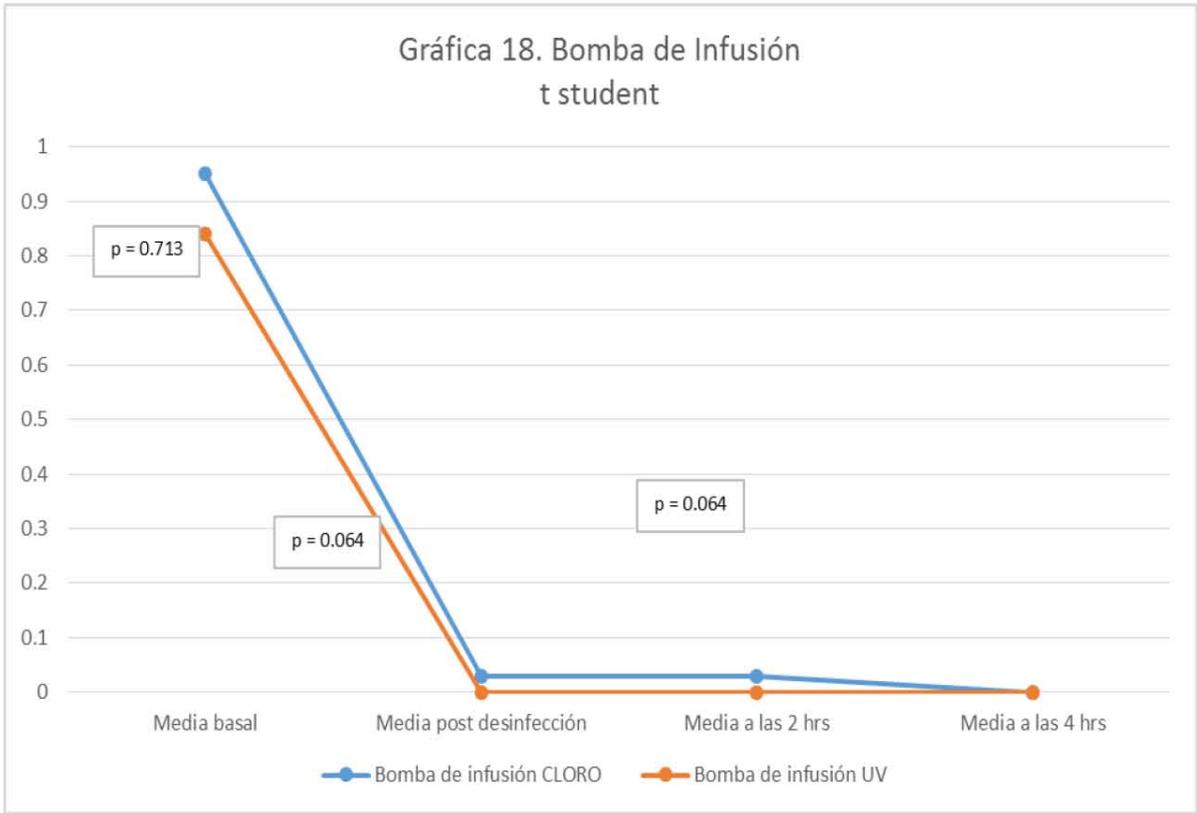
**Gráfica 15. Comparación de medias de UFC post desinfección en Perillas de Oxígeno**

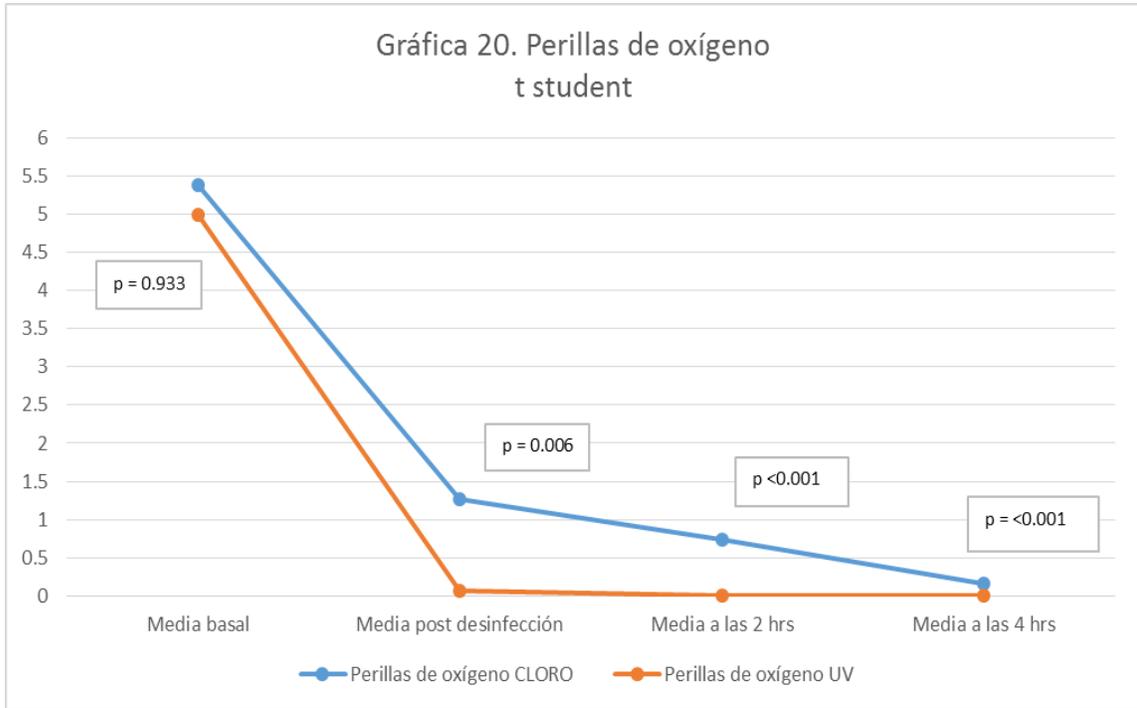


**Tabla 23. Comparación de medias de UFC/cm<sup>2</sup>**

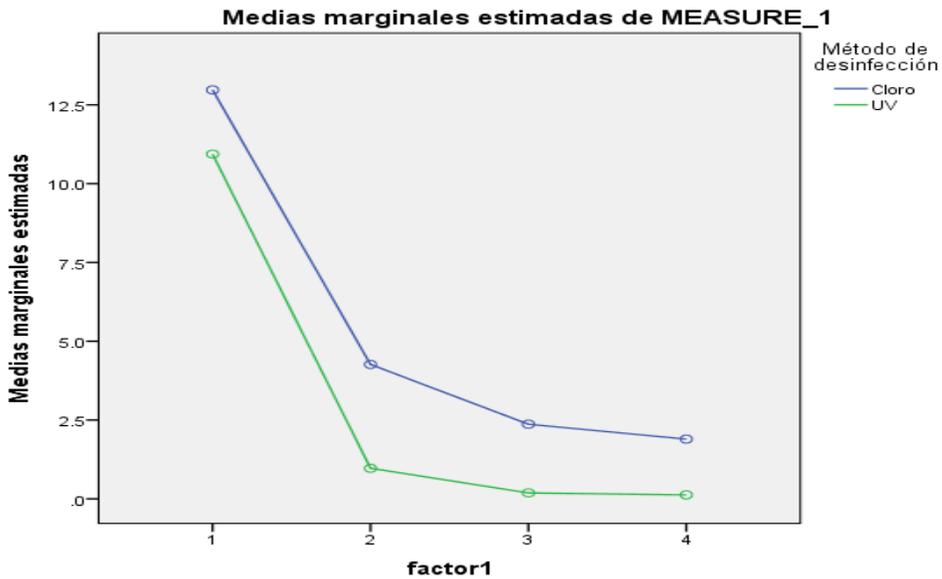
*t student	Media basal			Media post desinfección			Media a las 2 horas			Media a las 4 horas		
	Cloro	Radiación UV	p	Cloro	Radiación UV	p	Cloro	Radiación UV	p	Cloro	Radiación UV	p
Barandal	12.97	10.94	0.327	4.26	0.97	0.036	2.37	0.19	0.067	1.89	0.13	0.064
Colchón	6.68	4.28	0.075	1.61	0.28	0.020	0.92	0.13	0.056	0.68	0.16	0.136
Bomba de infusión	0.95	0.84	0.713	0.03	0	0.064	0.03	0	0.064	0	0	...
Monitor de signos vitales	12.76	4.75	0.024	4.13	0.25	<0.001	2.11	0.13	0.001	1.79	0	0.001
Perilla de oxígeno	5.39	5	0.933	1.26	0.06	0.006	0.74	0	<0.001	0.16	0	<0.001



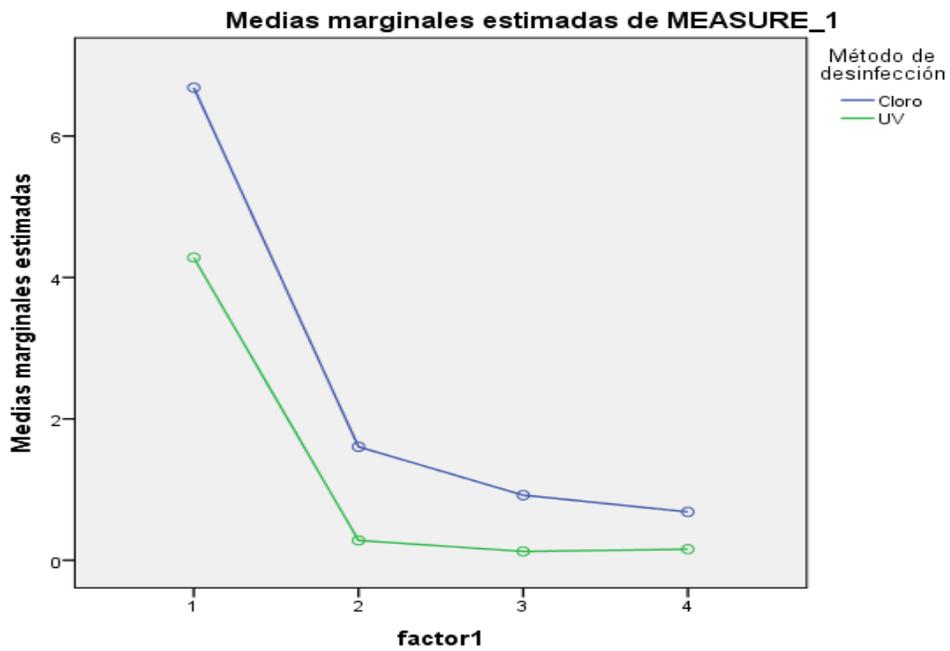




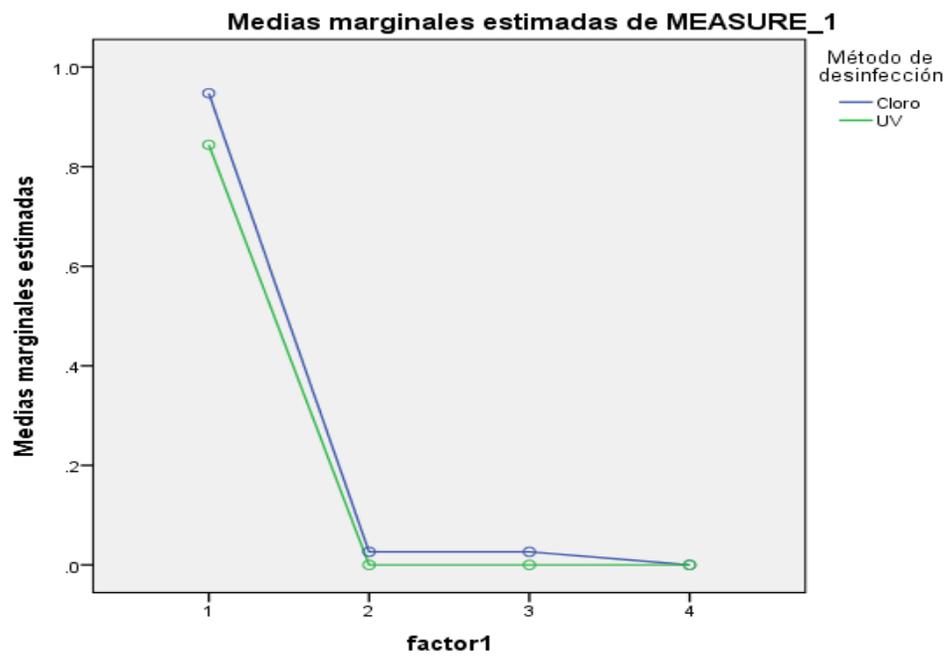
**GRÁFICA 21. MODELO LINEAL GENERAL DE MEDIDAS REPETIDAS DE UFC/cm<sup>2</sup> EN BARANDALES**



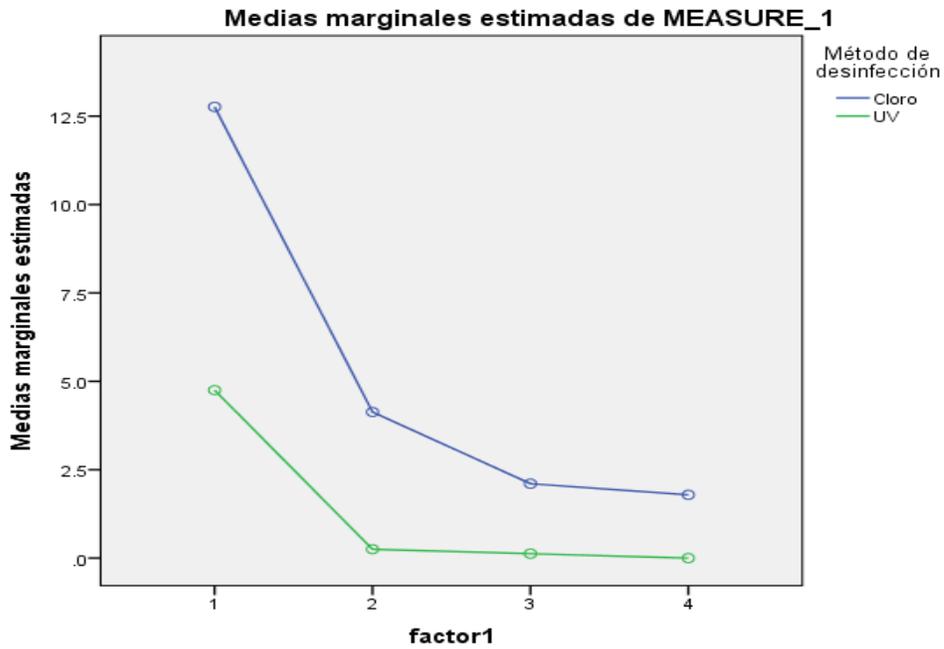
GRÁFICA 22. MODELO LINEAL GENERAL DE MEDIDAS REPETIDAS DE UFC/cm<sup>2</sup> EN COLCHONES



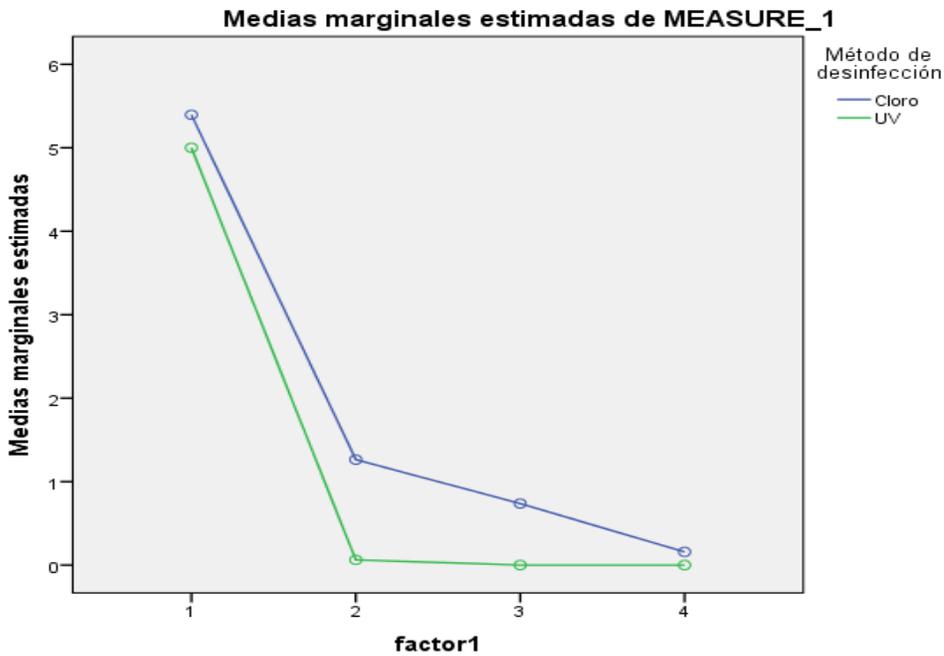
GRÁFICA 23. MODELO LINEAL GENERAL DE MEDIDAS REPETIDAS DE UFC/cm<sup>2</sup> EN BOMBAS DE INFUSIÓN



GRÁFICA 24. MODELO LINEAL GENERAL DE MEDIDAS REPETIDAS DE UFC/cm<sup>2</sup> EN MONITORES DE SIGNOS VITALES



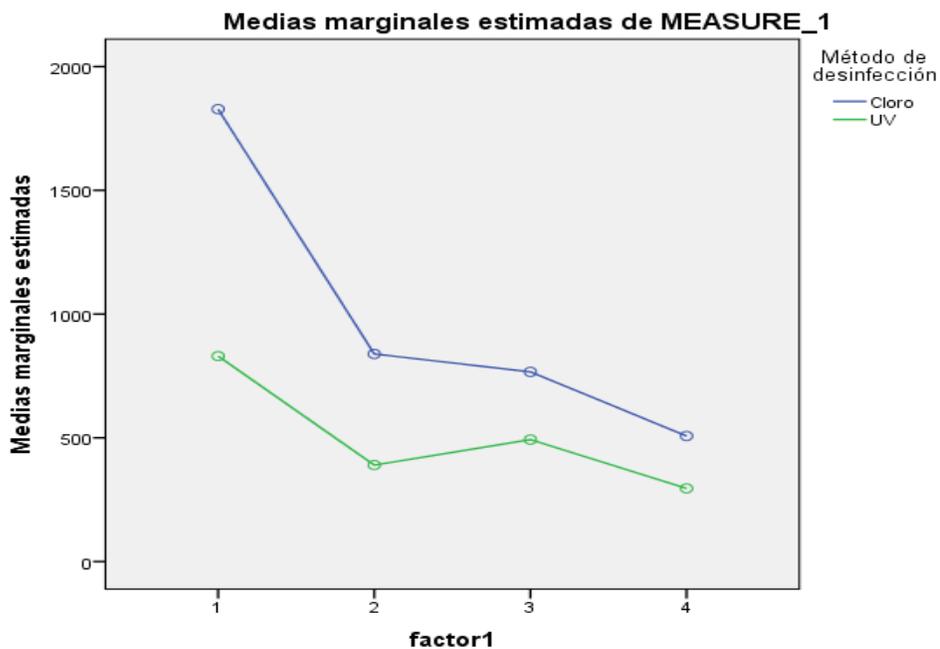
GRÁFICA 25. MODELO LINEAL GENERAL DE MEDIDAS REPETIDAS DE UFC/cm<sup>2</sup> EN PERILLAS DE OXÍGENO



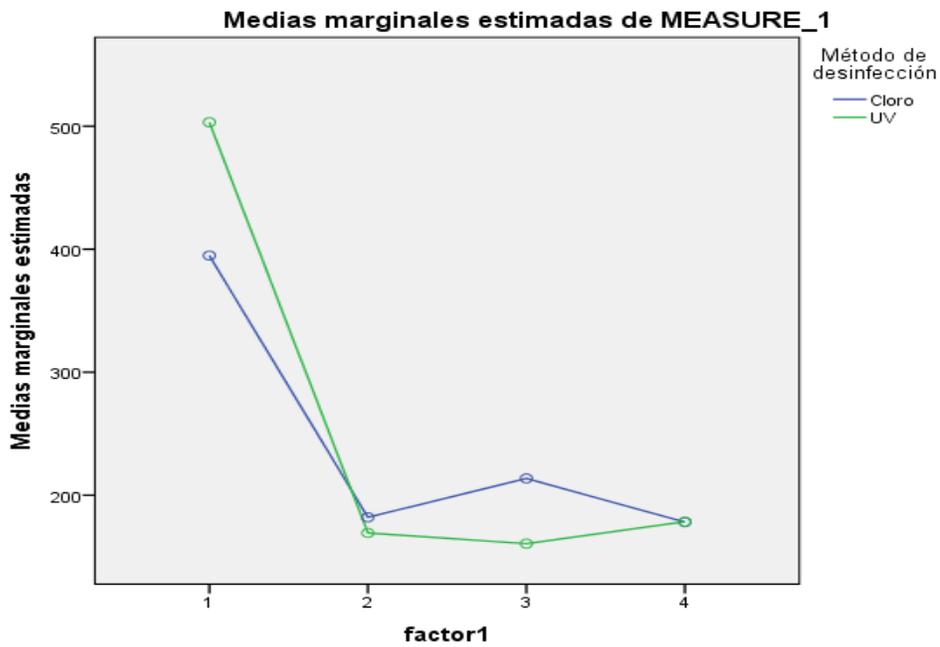
**Tabla 24. Comparación de medias de URL**

*t student	Media basal			Media post desinfección			Media a las 2 horas			Media a las 4 horas		
	Cloro	Radiación UV	p	Cloro	Radiación UV	p	Cloro	Radiación UV	p	Cloro	Radiación UV	p
<b>Barandal</b>	1828.16	830.0625	0.043	838.92	389.84	0.059	766.47	492.91	0.477	507.29	295.53	0.396
<b>Colchón</b>	394.82	503.15625	0.353	182.11	169.34	0.346	213.66	160.66	0.035	178.13	178.53	0.932
<b>Bomba de infusión</b>	712.34	311.46875	0.094	527.32	216.28	0.106	289.71	199.19	0.323	265.97	168.63	0.373
<b>Monitor de signos vitales</b>	711.95	656.5625	0.206	361.97	287.72	0.237	470.24	263.94	0.067	285.42	165.53	0.043
<b>Perilla de oxígeno</b>	467.58	494.15625	0.234	273.21	231.31	0.195	373.34	176.34	0.105	228.45	92.69	0.011

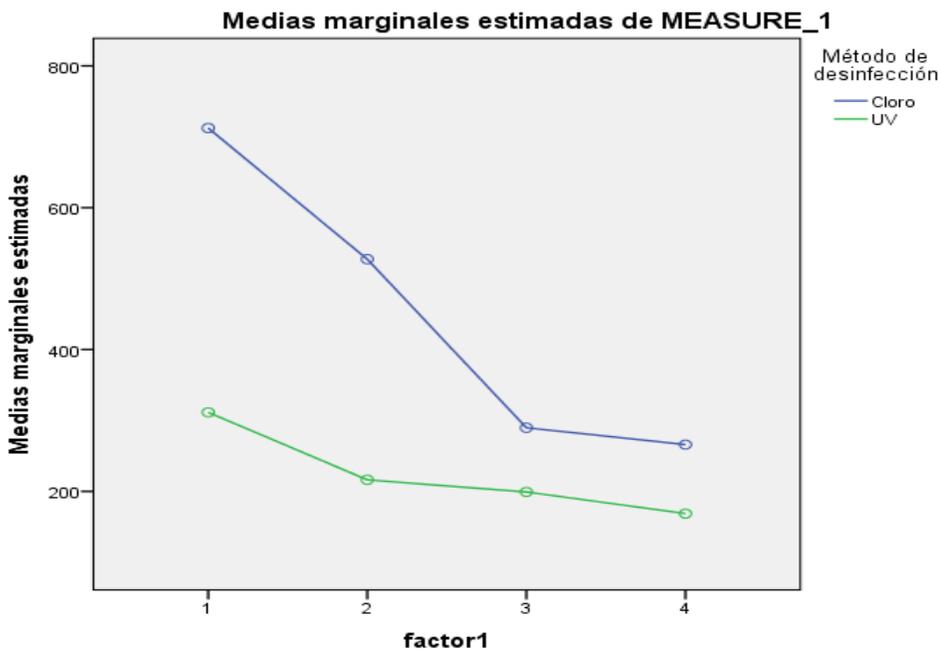
**GRÁFICA 26. MODELO LINEAL GENERAL DE MEDIDAS REPETIDAS DE URL EN BARANDALES**



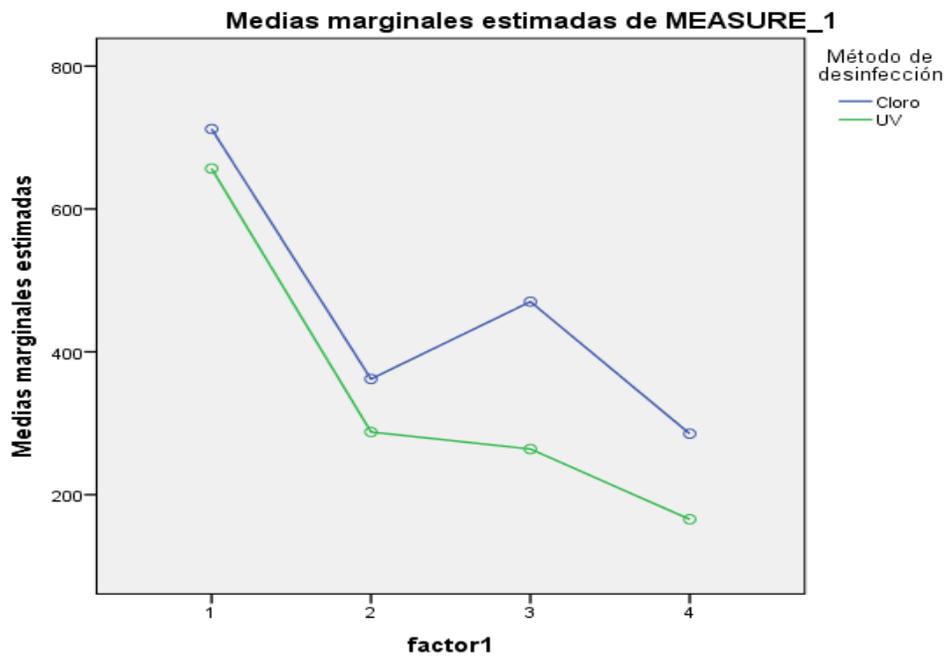
GRÁFICA 27. MODELO LINEAL GENERAL DE MEDIDAS REPETIDAS DE URL EN COLCHONES



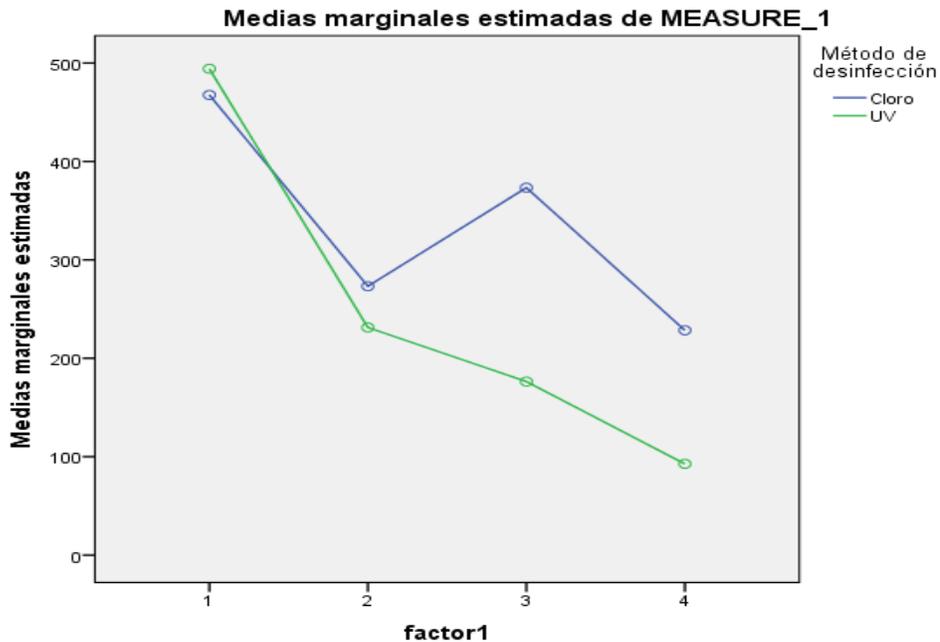
GRÁFICA 28. MODELO LINEAL GENERAL DE MEDIDAS REPETIDAS DE URL EN BOMBAS DE INFUSIÓN



GRÁFICA 29. MODELO LINEAL GENERAL DE MEDIDAS REPETIDAS DE URL EN MONITOR DE SIGNOS VITALES



GRÁFICA 30. MODELO LINEAL GENERAL DE MEDIDAS REPETIDAS DE URL EN PERILLAS DE OXÍGENO



#### XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jorgelina Apao Díaz. Enfermera Especialista en Epidemiología, Yasmira Mastre Apao. Especialista en Biología. Uso de los desinfectantes hasta el siglo XX. Habana Cuba. 2011. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos74/resena-historicausodesinfectantes/resena-historica-uso-desinfectantes2.shtml>
2. Organización Mundial de la Salud (OMS), Una atención más limpia es una atención más segura. Acceso 03 de Marzo del 2013. Disponible en: <http://www.who.int/gpsc/background/es/index.html>
3. William A, Rutala, Ph.D, M.P.H, David J, Weber, M.D, M.P.H., Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). 2008
4. Organización Panamericana de la Salud, Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria de Brasil, Limpieza y desinfección de superficies hospitalarias, 2010
5. Lynne Sehulster, Raymond YW Chinn, Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) 2003
6. Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Dirección Administrativa. Coordinación de construcción, conservación y equipamiento. División de conservación. Manual para limpieza y desinfección de las unidades del IMSS. 2008
7. Ganten D, Deichmann T, Thilo S. Vida, naturaleza y ciencia. Editorial Santillana, Madrid. 2004.
8. Grupo CTO. Manuales CTO. Manual CTO de enfermedades infecciosas y microbiología. 8va Edición. 2012
9. Limpieza, desinfección y esterilización. Antisépticos y desinfectantes. 5º Edición. 200.1 Lippincott Williams & Wilkins.
10. Productos y servicios 3M. Luminómetro Clean-Trace™ NG de 3M™. Pruebas de ATP. Acceso 5 de Marzo 2013. Disponible en: [http://solutions.3m.com.mx/wps/portal/3M/es\\_MX/WW2/Country/](http://solutions.3m.com.mx/wps/portal/3M/es_MX/WW2/Country/)
11. Doan L, H Forrest, Fakis, Craig J, Claxton L, M Khare. Clinical and cost effectiveness of eight disinfection methods for terminal disinfection of hospitalisation rooms contaminated with *Clostridium difficile* 027. J Hosp Infect. 2012 Oct; 82 (2):114-21. doi: 10.1016/j.jhin.2012.06.014.
12. Attaway HH tercero, Fairey S, LL Steed, CD Salgado, HT Michels, MG Schmidt. Intrinsic bacterial burden associated with intensive care unit hospital beds: effects of disinfection on population recovery and mitigation of potential infection risk. Am J Infect Control. Epub 2012 Feb 22. 40 (10):907 12. doi: 10.1016/j.ajic.2011.11.019.

13. Dettenkofer M, S Wenzler, Amthor S, G de Antes, E Motschall, FD Daschner. Does disinfection of environmental surfaces influence nosocomial infection rates? A systematic review. *Am J Infect Control*, 2004 Apr; 32(2):84-9.
14. Goodman ER, Platt R, Bass R, Onderdonk AB, Yokoe DS, Huang SS. Impact of an environmental cleaning intervention on the presence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin-resistant enterococci on surfaces in intensive care unit rooms. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2008 Jul; 29(7):593-9. doi: 10.1086/588566.
15. Cozad A, Jones RD. Scientific & Regulatory Consultants, Inc., Disinfection and the prevention of infectious disease. *Am J Infect Control*. 2003 Jun; 31(4):243-54.
16. Thom KA, Johnson JK, Lee MS, Harris AD. Environmental contamination because of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* surrounding colonized or infected patients. *Am J Infect Control*. 2011 Nov; 39(9):711-5. doi: 10.1016/j.ajic.2010.09.005.
17. Hayden MK, Bonten MJ, Blom DW, Lyle EA, van de Vijver DA, Weinstein RA. Reduction in acquisition of vancomycin-resistant enterococcus after enforcement of routine environmental cleaning measures. *Clin Infect Dis*. 2006 Jun 1; 42(11):1552-60.
18. Clark J, Barrett SP, Rogers M, Stapleton R. Efficacy of super-oxidized water fogging in environmental decontamination. *J Hosp Infect*. 2006 Dec; 64(4):386-90.
19. Campos GB, Souza SG, Lob O TN, Da Silva DC, Sousa DS, Oliveira PS, et al. Isolation, molecular characteristics and disinfection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from ICU units in Brazil. *New Microbiol*. 2012 Apr; 35(2):183-90.
20. Wilcox MH, Fawley WN, Wigglesworth N, Parnell P, Verity P, Freeman J. Comparison of the effect of detergent versus hypochlorite cleaning on environmental contamination and incidence of *Clostridium difficile* infection. *J Hosp Infect*. 2004 Jul; 57(3):267.
21. Omidbakhsh N. Evaluation of sporicidal activities of selected environmental surface disinfectants: carrier tests with the spores of *Clostridium difficile* and its surrogates. *Am J Infect Control*. 2010 Nov; 38(9):718-22. doi: 10.1016/j.ajic.2010.02.009.
22. Petti S, Polimeni A, Dancer SJ. Effect of disposable barriers, disinfection, and cleaning on controlling methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* environmental contamination. *Am J Infect Control*. 2013 Jan 31. doi: 10.1016/j.ajic.2012.09.021.

23. Chitnis V, Chitnis S, Patil S, Chitnis D. Practical limitations of disinfection of body fluid spills with 10,000 ppm sodium hypochlorite (NaOCl). *Am J Infect Control*. 2004 Aug; 32(5):306-8.
24. Grabsch EA, Mahony AA, Cameron DR, Martin RD, Heland M, Davey P, Petty M, Xie S, Grayson ML. Significant reduction in vancomycin-resistant enterococcus colonization and bacteraemia after introduction of a bleach-based cleaning-disinfection programme. *J Hosp Infect*. 2012 Dec; 82(4):234-42. doi: 10.1016/j.jhin.2012.08.010. Epub 2012 Oct 25.
25. Miner N, Harris V, Cao TD, Ebron T, Lukomski N. Alcohol high-level disinfectant. *Am J Infect Control*. 2010 Apr; 38(3):205-11. doi: 10.1016/j.ajic.2009.08.009.
26. Moore G, Ali S, Cloutman-Green EA, Bradley CR, Wilkinson MA, Hartley JC, Fraise AP, Wilson AP. Use of UV-C radiation to disinfect non-critical patient care items: a laboratory assessment of the Nanoclave Cabinet. *BMC Infect Dis*. 2012 Aug 3.
27. Boyce JM, Havill NL, Moore BA. Terminal decontamination of patient rooms using an automated mobile UV light unit. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2011 Aug; 32(8):737-42. doi: 10.1086/661222.
28. Nerandzic MM, Cadnum JL, Pultz MJ, Donskey CJ. Evaluation of an automated ultraviolet radiation device for decontamination of *Clostridium difficile* and other healthcare-associated pathogens in hospital rooms. *BMC Infect Dis*. 2010 Jul 8; 10:197. doi: 10.1186/1471-2334-10-197.
29. Memarzadeh F, Olmsted RN, Bartley JM. Applications of ultraviolet germicidal irradiation disinfection in health care facilities: effective adjunct, but not stand-alone technology. *Am J Infect Control*. 2010 Jun; 38(5 Suppl 1):S13-24. doi: 10.1016/j.ajic.2010.04.208.
30. Lewis T, Griffith C, Gallo M, Weinbren M. A modified ATP benchmark for evaluating the cleaning of some hospital environmental surfaces. *J Hosp Infect*. 2008 Jun; 69(2):156-63. doi: 10.1016/j.jhin.2008.03.013.
31. Boyce JM, Havill NL, Dumigan DG, Golebiewski M, Balogun O, Rizvani R. Monitoring the effectiveness of hospital cleaning practices by use of an adenosine triphosphate bioluminescence assay. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2009 Jul; 30(7):678-84. doi: 10.1086/598243.
32. Cooper RA, Griffith CJ, Malik RE, Obee P, Looker N. Monitoring the effectiveness of cleaning in four British hospitals. *Am J Infect Control*. 2007 Jun; 35(5):338-41.
33. Sherlock O, O'Connell N, Creamer E, Humphreys H. Is it really clean? An evaluation of the efficacy of four methods for determining hospital cleanliness. *J Hosp Infect*. 2009 Jun; 72(2):140-6. doi: 10.1016/j.jhin.2009.02.013. Epub 2009 Mar 24.

34. Nancy L. Havill, MT, Heather Havill, Elise Mangione y John M. Boyce, MD. Comparison of fluorescence marking systems two quantitative assessment methods cleaning practices after hospital discharge. Presentación oral de un extracto en la APIC 2010, Nueva Orleans, LA
35. Luick L, Thompson PA, Looock MH, Vetter SL, Cook J, Guerrero DM. Diagnostic assessment of different environmental cleaning monitoring methods. *Am J Infect Control*. 2013 Feb 1. doi: 10.1016/j.ajic.2012.09.019.
36. Al-Hamad A, Maxwell S. How clean is clean? Proposed methods for hospital cleaning assessment. *J Hosp Infect*. 2008 Dec; 70(4):328-34. doi: 10.1016/j.jhin.2008.08.006.
37. Ferreira AM, Andrade D, Rigotti MA, Ferrareze FMV. Condiciones de limpieza de superficies próximas al paciente en una unidad de terapia intensiva. *Latino-Am. Enfermagem*. 2011 Jun.
38. Métodos Generales de Análisis. Determinación de la actividad antimicrobiana en Productos Germicidas. NMX-BB-040-SCFI-1999