



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUAR LA EFICIENCIA DE DESINFECCIÓN DE LAS  
SOLUCIONES DE COBRE E HIPOCLORITO DE SODIO EN  
QUIRÓFANOS VETERINARIOS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**LORENA SANTIAGO LARA**

Asesores:

MVZ Norma Silvia Pérez Gallardo

Dra. Irma Aurora Rosas Pérez

México, D. F.

2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## **Dedicatoria**

**A mis padres Rufino Eduardo Santiago García y Rosa María Lara Santiago; a mi hermano Eduardo Santiago Lara; a ti Oscar Iván Bello Medrano, a todos mis familiares, maestros y amigos, que gracias a su guía y compañía durante todo el proceso de mi educación fortalecieron mi deseo por ser Médica Veterinaria Zootecnista, por su confianza, cariño, apoyo y comprensión durante toda mi carrera, pues sin su motivación y compañía no habría dado la suficiente dedicación a mi profesión.**

**Gracias a todos.**

## **Agradecimientos**

**Gracias a DIOS, por permitirme cumplir mi sueño de ser Médico Veterinario, dejarme vivir y compartir con mi familia, amigos y conocidos la satisfacción de trabajar con los animales quienes me motivaron para estudiar esta carrera.**

**Gracias a mi madre, por permitirme cumplir mis sueños y enseñarme la responsabilidad, sin ti no hubiera llegado a ser profesionista.**

**Gracias a mi padre, por apoyarme siempre y guiarme, aun en mis errores y enseñarme el valor del trabajo duro, como una vez me dijiste todos los sueños tienen un precio.**

**Gracias a mi hermano Eduardo, por ser un ejemplo.**

**Gracias Iván, porque has sido mi apoyo, mi compañero, mi pareja, un pilar en mi vida; por orientarme y escucharme siempre. No pude encontrar mejor motivación que tu para superarme.**

**Gracias a todos aquellos médicos veterinarios que con sus experiencias motivaron mi sed de conocimiento y me brindaron apoyo para resolver todas mis dudas en su momento, además de ser un modelo para mí:**

**MVZ. Norma Pérez Gallardo por toda la sabiduría, tiempo y el apoyo brindado durante el proceso de mi titulación.**

**MVZ. Cristina por su apoyo y consejos brindados para la toma de decisiones durante la realización de la tesis.**

**MVZ. Guillermo Islas y Dondé, porque siempre estuvo dispuesto a transmitir sus conocimientos, por todas las veces que me brindo su ayuda durante la carrera y sus sabios consejos.**

**Gracias a mis amigos Adriana, Luis Andrés, Héctor, Víctor, Martha, Sinaí, Atziri, Oswaldo, Alejandro, Cinthya, Andrea y Ángela**

**Gracias a mi prima Flor, sabes que eres como mi hermana y agradezco tus consejos y apoyo en mi vida.**

**Gracias Terry, Mas, Haru, Rocco, Wendy, Pancho, Duquesa y Blacky. Siempre estarán en mi corazón.**

**Gracias Dra. Irma Rosas por apoyarme en la realización de esta tesis.**

**A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, mi segunda casa. Dejo ahí alegrías, molestias, aprendizaje, sueños y miles de recuerdos.**

# CONTENIDO

## PÁGINA

RESUMEN .....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Referencias históricas.....	2
1.2 Concepto de la desinfección.....	3
1.3 Métodos de desinfección y clasificación de desinfectantes.....	3
1.3.1 Hipoclorito de sodio.....	3
1.3.2 Estudios del hipoclorito en la desinfección.....	4
1.3.3 Propiedades del cobre .....	5
1.3.4 Estudios sobre el poder desinfectante de la solución de cobre ionizado.....	6
1.3.5 Propiedades de los detergentes aniónicos.....	7
1.3.6 Impacto ecológico del cobre y detergentes .....	9
1.4 Concepto de quirófano. ....	11
1.5 Estudios de desinfección en quirófanos humanos.....	12
1.6 Estudios de desinfección en quirófanos veterinarios.....	12
1.7 Enfermedades nosocomiales.....	13
1.7.1 Enfermedades nosocomiales en quirófanos humanos.....	14
1.7.2 Enfermedades nosocomiales en quirófanos veterinarios.....	15
1.8 Estudios del aire en quirófanos humanos y veterinarios.....	15
1.9 Legislación.....	17
II. HIPÓTESIS .....	18

III.OBJETIVOS .....	18
3.1 Objetivo general.....	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1 Área de estudio.....	19
4.2 Recursos.....	19
4.3 Materiales.....	20
4.3.1 Recursos físicos.....	20
4.3.2 Muestreadores volumétricos de partículas biológicas.....	21
4.3.3 Desinfectantes de prueba.....	22
4.3.4 Medios de cultivo para el muestreo de quirófanos.....	22
4.3.5 Medios de transporte de muestras microbiológicas.....	23
4.4. Criterios de inclusión y exclusión.....	23
4.5 Métodos.....	24
4.5.1 Diseño del estudio.....	24
4.5.2 Programa de limpieza y desinfección.....	24
4.5.3 Diseño del muestreo.....	26
4.5.4 Determinaciones cuantitativas.....	27
4.5.5 Análisis estadístico.....	27
V. RESULTADOS.....	28
VI. DISCUSIÓN.....	35

VII. CONCLUSIONES.....	39
VIII. REFERENCIAS.....	41
IX. ANEXOS.....	49
Figura 1. Instalaciones de la Sección de Enseñanza e Investigación Quirúrgica (SEIQ) del Departamento de Medicina, Cirugía y Zootecnia en Pequeñas Especies (DMCZPE) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).....	50
Figura 2. Quirófano 2 de la SEIQ del DMCZPE de la FMVZ, UNAM.....	51
Figuras 3 y 4. Montaje de cajas de Petri con agar bacteriológico en el muestreador volumétrico Andersen.....	51
Figuras 5 y 6. Montaje del portaobjetos con agar en la trampa de esporas Allergenco previo a cada muestreo.....	52
Figura 7. Bomba o sistema de vacío del Andersen.....	52
Figura 8. Montaje del portaobjetos con agar en la trampa de esporas Allergenco previo a cada muestreo.....	52
Figura 9. Trampa de esporas volumétrica Allergenco lista para muestreo.....	53
Figura 12. Campo con partículas de combustión (40x).....	53
Figura 13. <i>Periconia</i> spp (40x).....	53
Figura 14. Polen (40x).....	53
Figura 15. <i>Torula</i> spp (40x).....	53
Figura 16. Ascospora (40x).....	54
Figura 17. Helicospora (40x).....	54
Figura 18. Royas (40x).....	54
Figura 19. <i>Panoelium</i> spp (40x).....	54
Figura 20. <i>Phytomices</i> spp (40x).....	54
Figura 21. <i>Curvularia</i> spp (40x).....	54
Figura 23. <i>Stemphylium</i> spp (40x).....	55

Figura 24. <i>Epicoccum</i> spp (40x).....	55
Figura 25. <i>Cladosporium</i> spp (40x).....	55
Figura 26. <i>Alternaria</i> spp (40x).....	55
Figura 27. <i>Amphishaeria</i> spp (40x).....	55
Figura 28. Artrospora (40x).....	55
Figura 29. <i>Drechslera</i> spp (40x).....	56
Figura 30. Basidiospora (40x).....	56
Figura 31. Conidiosporas (40x).....	56
X. GLOSARIO.....	57

(1)

## **RESUMEN**

Se comparó el efecto desinfectante de: una solución de cobre ionizado (experimental) e hipoclorito de sodio (conocido), y como testigo (jabón) mediante la cuantificación de unidades formadoras de colonia bacterianas obtenidas de muestreos en superficies y aire de los quirófanos de la Sección de Enseñanza e Investigación Quirúrgica del Departamento de Medicina, Cirugía y Zootecnia en Pequeñas Especies, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Se usaron cultivos bacteriológicos generales como: agar sangre, agar tripticasa soya, agar Mc Conkey y agar manitol sal que fueron trabajados en el Laboratorio de Microbiología e Inmunología de la FMVZ y se realizó el monitoreo bacteriológico del aire con muestreadores volumétricos de partículas biológicas; antes, durante y posterior a la intervención quirúrgica a modo de determinar la eficacia de la desinfección de quirófanos veterinarios ya que representa un papel importante en la medicina preventiva y asepsia intervenciones quirúrgicas, así como en la eliminación de agentes asociados a infecciones nosocomiales. Se encontró diferencia estadística significativa entre las soluciones de estudio en los monitoreos del aire siendo mejor la solución de cobre ionizado y en superficies se comprobó que ambas disminuyen un 100% la carga bacteriana de los quirófanos, en comparación con el testigo.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Referencias históricas

Desde tiempos remotos, la desinfección por agentes químicos ha sido practicada a través de múltiples procedimientos. Los derivados del azufre son la referencia más antigua descrita en la Odisea, 800 años a.C.<sup>1, 2, 3</sup> En el siglo IV a.C., los egipcios fueron los primeros en practicar el arte de la preservación de los muertos, sometiéndolos a procesos como la desecación con sales, aplicación de bálsamos y fragancias que contenían antibacterianos.<sup>4</sup> En el siglo XVII la palabra desinfectante se utilizó por primera vez como término médico para describir la necesidad de destruir ciertas emanaciones que se creía eran causantes de enfermedades.<sup>5</sup>

Durante el siglo XIX la *sepsis* o fiebre puerperal represento una notable causa de mortalidad entre las mujeres,<sup>6, 7, 8</sup> una medida de prevención consistió en el uso de cloro como desinfectante.<sup>9</sup> A finales del siglo XIX se demostró la naturaleza etiológica de enfermedades infecciosas sustentada en los estudios de Joseph Lister en 1867 y de Luis Pasteur en 1870.<sup>10</sup> A partir de entonces muchas investigaciones e innovaciones en el campo de la microbiología se han realizado, lo que ha repercutido de manera directa con avances en los métodos de desinfección.

## 1.2 Concepto de desinfección

La desinfección se refiere al proceso de eliminación de agentes microbiológicos del ambiente, en superficies inanimadas, por medio de la exposición directa a agentes químicos y físicos <sup>5, 11</sup>. En la actualidad, este término se encuentra comprendido dentro de la asepsia, como parte de los fundamentos de la Cirugía; corresponde al proceso de destrucción de agentes contaminantes sobre pisos, paredes y mobiliario del quirófano, previa limpieza, encaminado a minimizar los riesgos de contaminación e infección posquirúrgica. <sup>1, 2, 5</sup>

## 1.3 Métodos de desinfección y clasificación de desinfectantes

Los métodos de desinfección se dividen en físicos y químicos, con la finalidad de prevenir complicaciones antes, durante y posterior a una intervención quirúrgica. <sup>1, 2, 3, 5</sup>

Dentro de los métodos físicos están el calor húmedo, calor seco, bajas temperaturas, radiaciones, filtros, entre otros; los agentes químicos utilizados para la desinfección se dividen en alcoholes, aldehídos, halógenos, derivados de los metales, agentes tenso activos, fenoles, entre los principales. <sup>35</sup>

### 1.3.1 Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio pertenece al grupo de compuestos halogenados, es derivado del cloro, se encuentra en el grupo VII de la tabla periódica de elementos que se caracteriza por su fuerte electronegatividad; es un bactericida de amplio espectro, potente y activo frente a bacterias, esporas, hongos, virus y protozoos. Es un agente oxidante que inactiva reacciones enzimáticas y desnaturaliza proteínas, oxida los grupos sulfidrilo libres. Ver cuadro 1. Se inactiva en presencia de materia orgánica, deteriora metales, sus

vapores son irritantes, puede decolorar, es incompatible con detergentes iónicos y no debe mezclarse con ácidos o alcoholes porque puede desprender gas cloro. Es posiblemente el biocida industrial más usado hoy en día, tiene actividad en patógenos intrahospitalarios y frente a micobacterias (en concentración de cloro disponible entre 5,000 y 10,000 ppm) relacionado con la concentración en que se use. Sobre superficies poco contaminadas se requiere de una concentración de cloro disponible de 100-200 ppm, y por tanto, es la elección para descontaminar de salpicaduras de sangre y fluidos biológicos, algunos autores recomiendan hasta 10,000 ppm de cloro disponible (1%) para superficies u objetos altamente contaminados.<sup>5, 12, 13</sup> Se recomienda diluir con agua del grifo y resguardarlo en recipientes plásticos opacos.<sup>6, 11, 14, 15</sup>

### 1.3.2 Estudios del hipoclorito en la desinfección

En octubre del 2006 se realizó un estudio por Holtschlag *Et. al.* en centros de salud de Carolina del Norte, sobre *Clostridium difficile*, en donde establecen las prácticas adecuadas para el control de infecciones y la desinfección del medio ambiente: como medida preventiva de la propagación de enfermedades. De esta manera, mencionan que el hipoclorito de sodio al 5.25% en una dilución de 1:10 como desinfectante es la mejor defensa, ya que elimina formas vegetativas y esporas de *C. difficile*, lo que redundará en bajar la toxicidad aunado a la posibilidad de ser usado en la mayoría de las superficies. En un estudio hecho por Bustos *Et. al.* en abril del 2010 establecieron que el hipoclorito de sodio elimina el 100% de bacterias en material dental. Se reporta su empleo como desinfectante en mostradores, pisos, agujas, jeringas, ropa, aparatos dentales, hemodiálisis, además de su uso por visitantes y proveedores en centros de salud como control y prevención de enfermedades.<sup>9, 10</sup>

### 1.3.3 Propiedades del cobre

El cobre es un metal y elemento natural, se representa mediante el símbolo químico Cu, su número atómico es 29. Este elemento es altamente ionizable en el agua, está presente en la corteza terrestre, océanos, lagos y ríos como oligoelemento; así como en yacimientos mineros y en los seres vivos conforma parte de numerosas enzimas como elemento traza esencial. De la diversidad de compuestos de cobre, el más importante es el sulfato de cobre (II)  $\text{CuSO}_4$ , sus principales aplicaciones se citan en la agricultura e industria, en especial como fungicida e insecticida, pigmento, soluciones galvanoplásticas, celdas primarias, mordentes en teñido y catalizadores. Dentro de todos los compuestos que conforma este elemento, las sales de cobre (II) son las más estables.<sup>6, 16</sup>

Muchas especies de bacterias, algas y hongos son inactivados, en otros microorganismos se registra una tasa de 0% de supervivencia, lo que apoya el uso de cobre como desinfectante. El cobre al 1:1000 tiene propiedades como astringente, secante y antiséptico, usándose en forma de fomentos tópicos en la epidermofitosis.<sup>17</sup> El marco letal del cobre para la mayoría de las bacterias se encuentra dentro del rango de 0.01 a 5 ppm de cobre, y la sensibilidad de las bacterias proteolíticas normalmente se encuentra por debajo de 1 ppm.<sup>10, 18</sup> El mecanismo de acción consiste en precipitar las proteínas y los cloruros, además de inhibir los grupos sulfidrilo en las células de tejidos y bacterias, mediante la unión de los iones de cobre libre a los grupos sulfidrilo.<sup>6, 14, 15</sup>

Ver cuadro 1

La ionización de cobre para su aplicación como desinfectante en la potabilización de agua se desarrolló en la década de los 50's, tanto en Europa como en E.U.A., mediante electrólisis, la cual crea una corriente eléctrica a través del cobre, que genera la

formación de iones de este metal cargados positivamente ( $\text{Cu}^+$ ); una vez disueltos en agua se oxidan rápidamente a iones de  $\text{Cu}^{2+}$ . Los iones de cobre cargados positivamente forman compuestos electrostáticos con células de microorganismos que están cargados positivamente, esto produce daño o interrupción en la permeabilidad de la pared celular y por lo tanto evita la toma de nutrientes, multiplicación y desarrollo de los microorganismos y provoca su muerte. Los iones se mantienen activos hasta que son absorbidos por algún microorganismo y son inestables en el agua, a no ser que se utilice un estabilizador.<sup>19</sup>

#### 1.3.4 Estudios sobre el poder desinfectante de la solución de cobre ionizado

En 1992, Sagripani descubrió que la solución de cloruro de cobre inactivaba el *Bacillus subtilis* con eficacia similar a otros desinfectantes y químicos usados para la esterilización de instrumental médico. En septiembre del 2007, la agencia de protección ambiental (Environmental Protection Agency, EPA), certificó las propiedades bactericidas del cobre, y en Chile se han hecho estudios en hospitales respecto a su empleo como desinfectante.<sup>17</sup>

La Asociación Internacional del Cobre (COPPER) cita la eficacia del cobre para inactivar muchos tipos de microorganismos, entre los que se incluyen:

- a) Hongos: *Actinomucor elegans*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Rhizopus niveus*
- b) Bacterias: *Campylobacter jejuni*, *Proteus* spp, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* grupo D, y *Pseudomonas aeruginosa*.
- c) Levaduras: *Candida utilis*, *Candida albicans*, *Saccharomyces mandshuricus*, *Saccharomyces cerevisiae*.
- d) Virus: *Poliovirus*, *rotavirus*.<sup>17</sup>

La NASA en 1960, uso sistemas de ionización cobre-plata para la producción de agua potable a bordo de la nave Apolo, sin necesidad de emplear cloro. El generador de iones utilizado, era del tamaño de una caja de cerillos. En Inglaterra, la ionización cobre-plata ha sido reportada en 120 hospitales con la finalidad de desactivar a *Legionella* spp de manera satisfactoria. <sup>19</sup>

La efectividad de la desinfección con cobre se relaciona con la concentración de iones, presencia de cloro y el pH del agua (en un pH alto los iones de cobre son menos efectivos, de modo que en un pH mayor a 6, los compuestos de cobre insoluble se precipitan. En un pH de 5, los iones de cobre existen principalmente como  $\text{Cu}(\text{HCO}_3)^+$ ; en pH de 7 se encuentran como  $\text{Cu}(\text{CO}_3)$  y en pH de 9 se convierten en  $\text{Cu}(\text{CO}_3)_2^{2-}$ . El cobre ionizado tarda más en inactivarse que los rayos ultravioletas o el ozono cuando se emplean como desinfectantes, lo que evita la re-contaminación, debido a que los iones de cobre se mantienen en el agua hasta que precipitan o sean absorbidos por las bacterias, razón que sustenta a este elemento como mejor desinfectante en comparación con otros mencionados. <sup>19</sup>

### 1.3.5 Propiedades de los detergentes aniónicos

La palabra detergente deriva del latín “*detergere*” que significa lavar, es un agente desinfectante orgánico que inicialmente se obtenía tratando un compuesto “aromático” derivado del benceno con ácido sulfúrico posteriormente neutralizado, el resultado se trató con hidróxido de sodio obteniendo una sal de sodio; en la actualidad se substituye el compuesto “aromático”, por compuestos del tipo “alquilos” en los que al eliminar un átomo de hidrógeno se logran detergentes con la misma eficiencia, pero mucho más solubles y biodegradables. <sup>21</sup>

Es un agente limpiador aún bajo condiciones difíciles de lavado, ya sea con agua dura, alto porcentaje de sales de calcio y magnesio, el cual disminuye la tensión superficial del agua permitiendo la emulsión de grasas o lípidos solubilizados en agua facilitando su remoción por la formación de iones carboxilato, estos iones tienen un extremo iónico muy soluble en agua y un extremo de la cadena larga de hidrocarburos con fuerte atracción para moléculas de aceite y grasa, los extremos que atraen al aceite penetran en las capas de aceite y grasa disolviéndolas, los extremos iónicos se siguen disolviendo en agua, éstos tienden a hacer que se desprendan las partículas de grasa y aceite a la solución, de manera que se puedan remover y evita que la mugre se vuelva a depositar en el área lavada, tiene eficiente labor dispersora, acción blanqueadora.<sup>21</sup> Ver cuadro 1.

Los detergentes aniónicos se denominan jabones y se utilizan fundamentalmente para limpieza de la piel y superficies de los ámbitos en que se desarrolla la atención clínica o quirúrgica de pacientes.<sup>22</sup>

**Cuadro 1. Espectro de acción de los desinfectantes**<sup>19, 20</sup>

<b>Desinfectante</b>	Acción en proteínas estructurales	Acción en enzimas c/grupo sulfidrilo	Acción en amino ácidos	Hongos	Bacterias	Virus	Esporas
<b>Hipoclorito de sodio</b>	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
<b>Solución de cobre ionizado</b>	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
<b>Detergente aniónico (Jabón)</b>	◆	-----	◆	-----	◆	-----	-----

### 1.3.6 Impacto ecológico del cobre y detergentes

En agua potable es posible que se presente incremento en el contenido de cobre debido a la corrosión de las cañerías, modificando el color del agua y generando precipitados verdosos. En el agua superficial de los ríos, el cobre puede viajar largas distancias suspendido sobre partículas de lodo en forma de iones libres, por lo que resulta difícil localizarlo en agua subterránea, también se ha observado en lluvia ácida donde aumenta su solubilidad.<sup>6, 17</sup> Las concentraciones en el aire son usualmente bajas; sin embargo la gente que vive cerca de fundidoras que procesan este mineral, pueden experimentar exposición de este agente en vías respiratorias.<sup>56</sup> En la agricultura, la carencia de este mineral en la producción alimentaria mundial repercute en costosas pérdidas debido a la baja calidad de los productos.<sup>21</sup> No obstante, el exceso representa seria amenaza para la producción dentro de las granjas ya que se interrumpe la actividad del suelo debido a la influencia negativa que ejerce sobre los microorganismos y las lombrices de tierra al disminuir la descomposición de materia orgánica.<sup>17</sup>

El cobre está presente de manera natural en todos los entornos acuáticos, ya que resulta indispensable para su funcionamiento metabólico, se precipita con mayor facilidad en agua salada en comparación con el agua dulce <sup>6, 17</sup>, algunos estudios del impacto ecológico del cobre se han realizado en este tipo de organismos, determinando su toxicidad.<sup>6</sup> En pulpos (*Octopus vulgaris*) recolectados en Alejandría (Egipto) en el 2000, se han determinado concentraciones en tejidos (corazón, hígado, páncreas, branquial, glándulas salivales, branquias, tracto genital, manto, brazos y piel).<sup>23</sup> En algunas especies de tilapia (*Oreochromis galilaues* y *O. sarotherodon*) durante el 2004 también se determinó la concentración de cobre en distintos tejidos y órganos (músculo, hígado, cerebro, las agallas, gónadas y los intestinos) en dos lagos de Egipto (Edku y Mariut), expuestos a diferentes tipos de contaminantes demostrando que principalmente

se acumula en hígado 0.25-1.85 ppm.<sup>2</sup> En el mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) en el 2007, se estudió la peroxidación lipídica y la actividad de las enzimas antioxidantes como biomarcadores moleculares de la contaminación ambiental.<sup>22</sup>

Referente a los detergentes, si se usan en agua dura, tienden a formar sales con los cationes de los metales formando "natas" que neutralizan su acción. Por su amplia utilidad se usan tanto en la industria como en los hogares, sin embargo, puesto que se emplean en grandes cantidades constituyen una fuente de contaminación del agua. En cuanto a la biodegradabilidad, se ve limitada si estos compuestos se encuentran en exceso en un cuerpo de agua. Uno de los principales problemas que causa el uso de detergentes, es que los de tipo comercial deben contener ciertos aditivos que se pueden convertir en graves contaminantes del agua. Dentro de los principales problemas de los detergentes podemos mencionar la espuma, toxicidad en la agricultura y vida acuática, eutricación, desperdicio de fósforo, dependiendo su composición química. Entre los principales aditivos están pequeñas cantidades de perfumes, blanqueadores, abrillantadores ópticos, estos últimos son tinturas que le dan a la ropa un aspecto de limpieza, agentes espumantes; el principal aditivo es un compuesto llamado tripolifosfato de sodio, al que se le denomina en forma genérica como fosfato. El inconveniente empieza cuando ya se ha desechado el detergente fosfatado, los fosfatos son arrastrados por el drenaje y la mayoría de las plantas de tratamiento de aguas negras no están diseñadas para eliminar fosfatos y por lo tanto, éstos pasan al medio ambiente acuático a través del efluente de las aguas negras. Se calcula que alrededor del 50% de los fosfatos de las aguas negras provienen de los detergentes, el porcentaje restante se deriva de compuestos fosforosos de desechos humanos y animales y fertilizantes de fosfato. El problema de los fosfatos, es que actúa como elemento nutritivo para algas y plantas acuáticas, lo que a su vez provoca la degradación de las aguas naturales.<sup>21, 22</sup>

## 1.4 Concepto de quirófano

Los quirófanos son salas destinadas para las intervenciones quirúrgicas, se constituyen según las necesidades de cada lugar. Es ideal, que el quirófano tenga clima artificial o en su defecto extractores e inyectores de aire filtrado independiente en cada sala de operaciones, para eliminar la concentración de gases anestésicos al terminar el procedimiento anestésico. Los filtros de aire deben ser tipo HEPA (filtración de alta eficacia, 99.97 al 99.99% para partículas de 0.3mm a velocidad media de paso de 0.03 a 0.05 m/seg), alojados en cajas de difusión, acabadas en pintura epóxica perfectamente selladas al techo. En todos los ambientes se mantendrán de 15 a 20 cambios de aire por hora a una temperatura de 22°C, humedad relativa del 55%. Se requiere sobrepresión (positiva, por encima de la presión atmosférica), la puerta de cada quirófano debe ser hermética y cerrar lentamente en dirección contraria a la presión del cuarto. Se precisa de evitar corrientes de aire y se restringe el acceso, por lo que se mantiene solo al personal estrictamente necesario.<sup>7, 8, 35</sup> Las paredes requieren de material impermeable y pulido, se evitan las hendiduras, ranuras y esquinas que dificultan la limpieza y desinfección; piso liso, de material antiestático a fin de evitar posibles explosiones. Los colores para los muros, techo y piso se recomiendan verdes y/o azules, ya que descansan la vista del personal. El quirófano es preciso que sea amplio para permitir fácil acceso y movimiento dentro de la sala. El mobiliario consta de mesa de cirugía (hidráulicas), lámpara de quirófano, mesa de instrumental, mesa de material auxiliar y muebles adicionales.<sup>35</sup>

## 1.5 Estudios de desinfección en quirófanos humanos

En medicina humana, la desinfección hospitalaria involucra el entorno del paciente, desde la cocina, almacenes, habitaciones y naturalmente a quirófanos, laboratorios y equipo médico. Rodríguez F. menciona que cualquier producto utilizado en estas áreas debe cumplir con capacidad desinfectante frente a microorganismos estándar, como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella choleraesuis*, así como *Mycobacterium tuberculosis*, hongos patógenos y virus hidrofílicos y lipofílicos.<sup>5</sup>

## 1.6 Estudios de desinfección en quirófanos veterinarios

Hay estudios que demuestran que la desinfección de suelos no tiene ventajas frente a la limpieza con agua y jabón, y que carece de repercusión en la incidencia de infección hospitalaria. Sin embargo, la desinfección puede presentar ventajas cuando hay contaminación por sangre u otros fluidos biológicos, potencialmente infecciosos, en caso de epidemias por microorganismos multiresistentes. Las superficies ambientales han sido relacionadas como transmisores de algunas infecciones como *Staphylococcus aureus* resistente a metacilina (SARM), enterococos o *Clostridium difficile*, que sobreviven en el ambiente; a nivel práctico parece razonable la asociación de un detergente para realizar limpieza y desinfección en una misma operación.<sup>6, 23</sup>

## 1.7 Enfermedades nosocomiales

Las enfermedades nosocomiales son infecciones adquiridas dentro del hospital o centro de salud. Son infecciones de diferente etiología a la que llevó al paciente inicialmente al hospital, pueden manifestarse de acuerdo al período de incubación del agente contaminante posterior al alta hospitalaria.<sup>10</sup> Las infecciones nosocomiales se interrelacionan con tres factores importantes: el agente etiológico, la transmisión y el huésped.<sup>36</sup> Por parte del individuo, la evolución del proceso infeccioso está determinada por la resistencia del huésped, el estado nutricional, estrés, edad y sexo. Por parte del agente influyen características como la infectividad, la virulencia y otras,<sup>37</sup> como la contaminación ambiental resulta importante en la transmisión de estas infecciones, aunado al contacto con las superficies y manos mal aseadas.

Para la vigilancia del saneamiento ambiental en los hospitales, es necesario realizar monitoreo y estudios epidemiológicos de agua potable, lavandería (manejo de ropa sucia, lavado y manejo de ropa limpia), protección y calidad de alimentos, control de insectos y roedores (control físico y químico), habitaciones de pacientes, aislamiento, servicio de enfermería, otros servicios, seguridad contra accidentes (iluminación, materiales de pisos, protecciones, seguridad eléctrica) y control de infecciones (recursos de esterilización, desinfección).<sup>4</sup>

Es preciso realizar mediciones sistemáticas de las concentraciones de agentes ambientales nocivos en los diferentes componentes del ambiente (aire, agua, suelos, superficies), descripción, análisis, evaluación de interpretaciones bioquímicas y microbiológicas, vigilancia de factores de riesgo ambiental, fumigaciones para impedir la presencia de moscas y otros insectos que pueden provocar la transmisión de infecciones.<sup>4</sup> Es importante revisar los patrones de susceptibilidad ante antimicrobianos y cultivos. Las superficies ambientales representan un problema importante para la

interpretación, especialmente, debido a que se carece de la correlación que existe entre el desarrollo de la transmisión y la aparición de infecciones. <sup>4</sup>

## 1.8 Enfermedades nosocomiales en quirófanos humanos

Una encuesta de prevalencia realizada en 55 hospitales de 14 países representativos en 4 regiones en la OMS (Europa, Mediterráneo Oriental, Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental), demostró que el 8.7% de los pacientes hospitalizados presentó infecciones nosocomiales. La máxima frecuencia fue notificada en hospitales de las regiones del Mediterráneo Oriental y de Asia Sudoriental en 11.8% y 10% respectivamente; para las regiones de Europa y Pacífico Occidental la prevalencia fue de 7.7% y 9%. Las infecciones nosocomiales más frecuentes se refieren en heridas quirúrgicas, vías urinarias y vías respiratorias. <sup>10</sup>

En los proyectos estadounidenses SENIC (Study on the Efficacy of Nosocomial Infection Control) y NNIS (National Nosocomial Infection Surveillance System) las infecciones nosocomiales constituyen el 2.7% de la mortalidad, las más comunes involucran las vías urinarias en 14 %, neumonía 30% a 60%, heridas quirúrgicas en razón del 12%; las bacteremias refieren el 20% y las ocasionadas por catéteres intravasculares comprenden del 12% al 28%. La mayoría de los pacientes presentaron un solo proceso infeccioso ya sea por *E. coli*, *Klebsiella* spp, *Enterobacter* spp, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* spp, y estafilococos coagulasa negativos como los microorganismos comúnmente aislados. <sup>4, 5, 38, 39, 40</sup>

## 1.9 Enfermedades nosocomiales en quirófanos veterinarios

En agosto del 2002, algunos de los estudios sobre enfermedades nosocomiales en veterinaria realizados en el hospital del Ontario Veterinary College (OVC), se aisló *Pseudomonas aeruginosa* a partir de agua en descongelación de plasma; en las áreas de cuidados primarios y cuidados menores se detectó *Clostridium difficile* con 6.8% de prevalencia. Por otro lado, en la unidad de cuidados intensivos de pequeños animales se detecto contaminación de *Bacillus* spp en 12% de prevalencia, *Staphylococcus aureus* en 20% y SARM de 1.4% a 3.1%, *S. intermedius* en catéteres intravenosos y gasas utilizadas para cubrir los sitios de venopunción en 4.5%.<sup>23, 41, 42, 43, 44, 75</sup> En el caso de los catéteres urinarios e intervenciones quirúrgicas se asocian en la mayoría de los casos la presencia de microorganismos Gram negativos con prevalencia de 3.11%. En la Universidad de Pennsylvania observaron infecciones en heridas quirúrgicas en perros y gatos con 5.5% de prevalencia 14 días posteriores al procedimiento quirúrgico; en cirugía ortopédica la prevalencia fue de 6.6% en infecciones posquirúrgicas.<sup>4, 23, 43, 44, 72</sup>

## 1.10 Estudios del aire en quirófanos humanos y veterinarios

El monitoreo ambiental y de superficies de quirófanos resulta de suma importancia en relación con el estudio de infecciones intrahospitalarias, ya que esta actividad permite eliminar esta posible vía de contagio. Es conveniente establecer un programa de vigilancia ambiental aleatorio.<sup>40</sup> La evaluación de la calidad de atención hospitalaria debe ser dinámica con apego a los estándares nacionales e internacionales, aunque en ocasiones es difícil llevarla a cabo; se recomienda realizar cultivos ambientales en salas de operaciones en forma rutinaria.<sup>40</sup>

Los informes encontrados en la literatura refieren la dificultad para demostrar la relación directa entre los microorganismos identificados (bacterias, hongos, virus o parásitos) y la infección real o el riesgo en pacientes intervenidos quirúrgicamente; no obstante, se carece de la correlación de causalidad entre infecciones intrahospitalarias posquirúrgicas, e incluso como indicador predictivo pese a tener la cuantificación de microorganismos en estudios ambientales.<sup>40</sup>

La remoción de polvo y materia orgánica en superficies inertes ha demostrado que las bacterias pueden viajar a través de aerosoles en el aire, por lo que es importante determinar la presencia de microorganismos posterior a la desinfección en el aire, razón que apoya la inclusión de valorar la calidad del aire en quirófanos mediante el uso de equipos como Andersen y Allergenco.

Algunas bacterias transmitidas por el aire, tanto en quirófanos humanos como veterinarios corresponden a *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydophila pneumoniae*, *Chlamydophila psittaci*, *Haemophilus influenzae*, *Bordetella bronchiseptica*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Legionella pneumophila*, *Actinomyces israelii*, *Nocardia asteroides*, *Coxiella burnetii*, *Bacillus anthracis* y *Yersinia pestis*.<sup>45</sup>

## 1.11 Legislación

La Ley General de Salud establece los servicios en instalaciones de unidades médicas, uso de materiales y equipos quirúrgicos, higiene, curación y medicamentos con base en documentos como la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA-2002, Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005; Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y reglamento, Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2000 y la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA1-1993 las que especifican las características y manejo de desechos peligrosos, así como del cuidado del medio ambiente. En la Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-1994 para la vigilancia epidemiológica, participa la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies (AMMVEPE), la que proporciona información sobre diversas enfermedades infecciosas, incluye las nosocomiales tanto para su prevención como para el control de las mismas. <sup>45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54</sup>

## **II. HIPÓTESIS**

La desinfección con la solución de cobre ionizado al 0.001% es más efectiva que la desinfección con hipoclorito de sodio al 0.1% en quirófanos veterinarios

## **III. OBJETIVOS**

### 3.1 Objetivo general

Evaluar la eliminación y/o disminución de microorganismos del mobiliario y del aire de quirófanos veterinarios y establecer la eficacia en el proceso de desinfección con las soluciones de estudio con base en la cuantificación de bacterias en las instalaciones previo y posterior a la desinfección.

### 3.2 Objetivos específicos

- Determinar los agentes contaminantes presentes y las unidades formadoras de colonia (UFC) en el mobiliario de quirófanos veterinarios de la SEIQ mediante cultivos bacterianos generales.
- Determinar los agentes contaminantes presentes y sus UFC en el aire de quirófanos veterinarios de la SEIQ mediante muestreadores volumétricos de partículas biológicas.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Área de estudio

El estudio se realizará en la Sección de Enseñanza e Investigación Quirúrgica del Departamento de Medicina, Cirugía y Zootecnia de Pequeñas Especies de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México que se ubica en la delegación Coyoacán, Circuito exterior, Ciudad Universitaria, México DF. Se encuentra integrada por siete quirófanos, de los que se eligió al azar el quirófano 1 y 2 (Ver figura 1 en anexos).

### 4.2 Recursos

Recursos humanos. La tesista, persona encargada de realizar la limpieza y desinfección de los quirófanos; toma, transporte y registro de muestras, además de manejar el equipo de muestreo. Cuatro equipos quirúrgicos integrados por los estudiantes de la asignatura de Cirugía I y un instructor.

Recursos físicos. Mobiliario de quirófano 1 y 2, material de laboratorio, implementos de limpieza, aparatos volumétricos Andersen y Allergenco.

Desinfectantes de prueba. Solución de hipoclorito de sodio, solución de cobre ionizado, jabón detergente.

Medios de cultivo. Agar sangre (AS), Agar soya tripticaseína (TSA), Agar mac conkey (McC), Agar manitol sal (MSA); medios de transporte.

Recursos económicos. El DMCZPE de la FMVZ, UNAM provee la solución de hipoclorito de sodio e implementos de limpieza. Apoyo del grupo Verllam S.A. de C.V.

respecto al aporte de la solución de cobre ionizado, así como el pago de las muestras. El equipo de muestreo es proporcionado por el Instituto de Ciencias de la Atmósfera.

### 4.3 Materiales

#### 4.3.1 Recursos físicos

Instalaciones. Los quirófanos de la SEIQ del DMCZPE fueron construidos de manera particular, con base en la demanda estudiantil para fines de enseñanza de las asignaturas de Cirugía I y Cirugía II del actual plan de estudios. En la actualidad se cuenta con siete quirófanos, un pasillo denominado área gris, la central de equipos y esterilización (CEyE). Un espacio contiguo denominado área negra, lugar en donde se realiza la preparación y anestesia de los pacientes, dos vestidores para alumnos y dos para profesores y ayudantes de profesor.

Cada quirófano mide 3.83m x3.46m x2.96m, con un sistema de recambio de aire que se activa al inicio de cada cirugía y se apaga al término del procedimiento.

Mobiliario del quirófano. Mesa de cirugía (acero inoxidable, abatible, altura graduable), lámpara de quirófano (colocada a nivel central con haz luminoso que permita dirigirse), mesa de mayo (pequeña, portátil y altura graduable), mesa de material auxiliar (mesas de acero inoxidable que se emplean para colocar el instrumental, materiales para antisepsia, o lo que se requiera durante el procedimiento como sutura, guantes, entre otros), muebles adicionales (bancos, cubetas, porta sueros).<sup>35</sup> (Ver figura 2 en anexos).

Material de laboratorio. Cajas de Petri estériles de 100x15mm desechables, tubos de ensayo con tapa de vidrio de 10ml, hisopos de algodón estéril, portaobjetos y cubreobjetos, plumón permanente, cinta adhesiva.

Implementos de limpieza. Cubetas de 2.5l, aspersores de 0.5l, escoba, recogedor, guantes de goma, trapos de algodón, trapeadores.

#### 4.3.2 Muestreadores volumétricos de partículas biológicas

Andersen. Es un impactador de cascada de dos etapas viables, cada etapa está constituida por una placa de aluminio reutilizable que cuenta con 200 orificios de precisión, sitios por donde pasan las aeropartículas antes de impactarse en los medios de cultivo. El flujo del muestreador es de 28.3 L/min. El 95 a 100% de las partículas viables en aerosol tienen un tamaño superior a 0.8 micras. La etapa 1 atrapa partículas de diámetro  $> 4 \mu\text{m}$  (no respirable), mientras que la etapa 2 captura las partículas  $< 4 \mu\text{m}$  (respirable). El material requerido previo al muestreo comprende cajas de Petri con 20ml de agar bacteriológico estéril. (Ver figuras 3, 4, 5, 6 y 7 en anexos).<sup>55, 56, 57, 58</sup>

Allergenco. Es una trampa de esporas volumétrica que impacta las partículas a través de la boquilla de 14.5mmx2mm. Puede dar lectura de hasta 12 muestras y es posible realizarlo desde 1 min hasta 24 horas. Permite evaluar la variación horaria de las partículas succionando el aire a 10 L/min y colecta las partículas suspendidas sobre un portaobjetos que contiene una ligera capa de vaselina (Ver figuras 8 y 9 en anexos).<sup>55, 56,</sup>

<sup>57, 58</sup> Las partículas biológicas se identifican al microscopio de luz con un aumento de 40x.

#### 4.3.3 Desinfectantes de prueba

Hipoclorito de sodio. El producto comercial en forma líquida contiene hipoclorito de sodio, hidróxido de sodio y carbonatos con 5% de cloro libre.<sup>19</sup>

Solución de cobre ionizado. Composición. Ácidos grasos de soya etoxilados, alcohol laurico etoxilado, dietanolamidas de ácidos grasos de coco, nonilfenol etoxilado, trietanolamina, cobre elemental.<sup>25</sup>

Jabón detergente. Sulfactante amoniaco lineal, suavizador de agua, fosfato y silicato de sodio, blanqueador y perfume.

#### 4.3.4 Medios de cultivo para el muestreo de quirófanos

Agar sangre (AS). Medio de cultivo enriquecido a base de sangre que se suplementa con factores de crecimiento para el desarrollo de bacterias patógenas y hongos. Es empleado para reconocer bacterias que producen hemolisinas. Se elabora con agar, digerido pancreático de caseína, digerido de harina de soya, NaCl, sangre de carnero desfibrinada y un pH de  $7.6 \pm 0.2$  a  $25^{\circ}\text{C}$ .<sup>59, 60</sup>

Agar de soya tripticaseína (TSA). Medio de cultivo básico o general, promueve el desarrollo de bacterias y hongos poco exigentes, ya que contiene los mínimos requerimientos nutricionales. Es usado para análisis cuantitativos, conservación de cepas y muestreo del medio ambiente o superficie. Contiene agar, digerido pancreático de caseína, digerido de harina de soya, NaCl y un pH de  $7,3 \pm 0,2$  a  $25^{\circ}\text{C}$ .<sup>60, 61</sup>

Agar mac conckey (McC). Medio de cultivo selectivo a base de bilis, empleado para diferenciación de coliformes, especialmente para aislar enterobacterias y algunas otras bacterias Gram negativas. Sirve para identificar bacterias fermentadoras de lactosa que son colonias de color rosa, de lo contrario son incoloras. Los componentes de este medio son agar, digerido pancreático de gelatina, lactosa, NaCl, sales biliares, digerido pancreático de caseína, digerido péptico de tejidos animales, rojo neutrón, cristal violeta y pH de  $7.1 \pm 0.2$  a  $25^{\circ}\text{C}$ .<sup>59, 61</sup>

Agar manitol sal (MSA). Medio de cultivo selectivo, se utiliza para el crecimiento y enumeración de estafilococos a partir de muestras clínicas o de cualquier otro tipo; contiene sustancias inhibitorias para suprimir parcial o totalmente el desarrollo de microorganismos no deseados. Es útil para el aislamiento de gérmenes patógenos a

partir de muestras clínicas de microbiota normal. Se elabora con agar, NaCl, D-manitol, digerido pancreático de caseína, digerido pancreático de tejidos animales, extracto de carne, rojo fenol en un pH de  $7,4 \pm 0,2$  a  $25^\circ \text{C}$ .<sup>60</sup>

#### 4.3.5 Medios de transporte de muestras microbiológicas

Medio de transporte Stuart. Se emplea para preservar cualquier muestra durante el periodo de transporte al laboratorio clínico, sus componentes son el tioglicolato de sodio, glicerofosfato de sodio,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , azul de metileno y un pH de  $7.4 \pm 0.2$  a  $25^\circ\text{C}$ .<sup>60</sup>

#### 4.4. Criterios de inclusión y de exclusión

Criterios de inclusión. Los animales utilizados para el desarrollo del trabajo fueron aquellos que se encontraron clínicamente sanos, a los que de manera previa se les efectuaron pruebas rápidas de laboratorio, medición de peso (entre 8 y 10 kg) y se les sometió a ooforosalingohisterectomía u orquiectomía (hembra/macho). En cada quirófano se encontraban siete personas. Se incluyeron los resultados de cada muestreo siempre que hubieran cumplido los objetivos específicos del estudio.

Criterios de exclusión. Animales ferales o aquellos a los que se les realice otro procedimiento, así como aquellos pacientes que no se consideren clínicamente sanos debido a los resultados no cuantificables.

## 4.5 Métodos

### 4.5.1 Diseño del estudio

En el estudio se programo inicialmente a cada paciente para cirugía y se preparo todo el material necesario para cada muestreo. Previo y posterior a la intervención quirúrgica se hizo la limpieza en forma exhaustiva de pisos, paredes y mobiliario de quirófanos veterinarios de la SEIQ del DMCZPE seguido de su desinfección; una vez secas las superficies se instalaron las trampas volumétricas y se cerraron las puertas de los quirófanos. Los muestreos se realizaron de manera previa, en el transquirúrgico y posterior a la actividad quirúrgica.

### 4.5.2 Programa de limpieza y desinfección.

-La limpieza previa a la actividad quirúrgica en pisos, paredes y mobiliario se realizó respetando los siguientes pasos.

1. Eliminación de materia orgánica por barrido con escoba y recogedor.
2. Trapear con agua y jabón detergente para eliminar la mugre, polvo y materia orgánica.
3. Dejar secar al aire.
4. Acto seguido se procedió a la toma de muestras como testigo del procedimiento de estudio.
5. Enseguida se efectuó la desinfección con solución de hipoclorito de sodio en el quirófano uno y para el quirófano dos con solución de cobre ionizado.

La preparación de las soluciones se realizó de la siguiente manera:

#### Dilución de cobre ionizado

- Solución desinfectante a base de iones de cobre a una concentración de 0.125% (1250ppm) para superficies, que se expende en forma comercial. <sup>25</sup> Para pisos se prepara en una cubeta con 2.48 litros de agua que se le agrega 20ml del producto, lo que origina una concentración de 0.001% (10ppm) <sup>25</sup>

#### Dilución de hipoclorito de sodio

- 1% (200 ml del producto + 800 ml de agua) para la limpieza de pisos. <sup>19</sup>
- 0.1% (20 ml del producto + 980 ml de agua) para la limpieza de superficies. <sup>19</sup>

En el quirófano 1 (control) una vez efectuada la limpieza preliminar con agua y jabón, se aplicó un desinfectante de uso común, hipoclorito de sodio al 1% en pisos y al 0.1% en el mobiliario, sin enjuagar y se dejó secar al aire.

En el quirófano 2 (experimental), de la misma forma, se procedió a la limpieza con agua y jabón; posteriormente se aplicó solución de cobre ionizado al 0.001% (10ppm) en el piso y a 0.125% (1250ppm) en mobiliario, sin enjuagarlo en ningún caso y se dejó secar al aire.

Una vez finalizado el procedimiento quirúrgico, para ambos casos se precisó llevar a cabo nuevamente la limpieza con agua y jabón, y la desinfección mediante la aplicación de las soluciones en estudio.

### 4.5.3 Diseño del muestreo

La toma de muestras se realizó con una diferencia de 15 días. Todas las superficies se muestrearon mediante hisopo estéril humedecido con solución salina fisiológica estéril, para mejor arrastre de los contaminantes.

Las muestras se colectaron de la siguiente manera, el piso de cada quirófano en un área comprendida de 25 cm<sup>2</sup>; la mesa de cirugía sobre el lado derecho y caudal al paciente sobre una extensión de 25cm<sup>2</sup>, así como sobre el lado opuesto y enseguida introducidos a un medio Stuart.

Para el muestreo del aire durante las intervenciones quirúrgicas se utilizó la trampa de esporas volumétrica (Allergenco) y un muestreador volumétrico de 2 etapas con flujo de 28.3 l/min (Andersen).

-Toma de muestra del aire

Se muestreo la calidad del aire con ambos aparatos volumétricos que fueron colocados sobre la mesa accesoria ubicada en la pared lateral derecha del quirófano, empleados en tres tiempos con una duración de 15 minutos cada uno. El primer tiempo corresponde a la etapa pre quirúrgica, esto es, 30 minutos previo al inicio de la actividad en el quirófano. En un segundo tiempo se realizó la determinación durante el transquirúrgico, una vez incidida la piel; como última parte del estudio, una vez finalizada la técnica quirúrgica (posquirúrgico).

Posteriormente se procedió a colectar las cajas de Petri contenidas en el equipo Andersen y se sellaron para su posterior incubación; para el caso del Allergenco se desmontaron los portaobjetos para realizar el mismo proceso.

#### 4.5.4 Determinaciones cuantitativas.

Una vez realizado el muestreo, se incubaron las muestras de 24 a 48h en estufa a 37 ° C, se cuantificó el número de colonias que presentaron crecimiento y se determinó el agente contaminante presente. El resultado se expresó en UFC/área muestreada para superficies y UFC/m<sup>3</sup> para aire mediante la fórmula: <sup>19, 56, 58</sup>

$$\text{Tiempo muestreado} \times \text{Volumen del muestreador /min} = L \times \text{UFC/1000}$$

El total de muestras realizadas correspondieron a 18 de piso, 36 de superficie y 18 de aire, lo que arroja el total de 72 muestras. Todas las muestras de superficies fueron transportadas en un medio de Stuart; las muestras de aire se trasladaron en las cajas de Petri con TSA y ambas se registraron en el Departamento de Microbiología e Inmunología de la FMVZ de la UNAM. Acto seguido se llevaron a cabo las siembras en agar sangre, mac conkey, TSA y manitol sal.

Se observó crecimiento bacteriano significativo, que por sus características similares se valoraron tres colonias como posibles agentes patógenos para todos los muestreos; posteriormente se realizó la identificación de los agentes contaminantes presentes y la cuantificación de UFC. Para el resto de las colonias solo se efectuó el conteo de UFC por área de muestreo. Las muestras tomadas con Allergenco se transportaron al Instituto de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, donde fueron preparadas para observarse al microscopio e identificar las partículas presentes en los quirófanos de estudio.

#### 5.5.5 Análisis estadístico

Para comparar los efectos desinfectantes (UFC) entre el hipoclorito de sodio, la solución de cobre ionizado y el quirófano testigo (jabón) en cada etapa (prequirúrgico, transquirúrgico y posquirúrgico) se realizaron pruebas no paramétricas: prueba de

Kruskal Wallis como parte de la estadística descriptiva y prueba de Friedman para determinar si existe diferencia estadística y cual fue esta.<sup>61,62</sup>

## V. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se mencionan a continuación, dividiéndose por tipo de muestreo en superficies y aire; que a su vez se subdividen en tipo de desinfectante por quirófano, testigo (agua y jabón), quirófano 1 (hipoclorito de sodio) y quirófano 2 (cobre ionizado).

Los resultados obtenidos en el quirófano testigo bajo condición de limpieza con agua y jabón, mostraron una concentración de aerobacterias máxima de 2 480 UFC/m<sup>3</sup> con una mínima de 344 UFC/m<sup>3</sup>; en cuanto a la concentración de bacterias en superficies (piso y mesa quirúrgica) se registraron como máxima 74 UFC/25cm<sup>2</sup> y la mínima fue de 3 UFC/25cm<sup>2</sup>. Ver cuadro 2

En el quirófano 1 desinfectado con hipoclorito de sodio, la máxima concentración de aerobacterias fue de 2 472 UFC/m<sup>3</sup> y la mínima de 329 UFC/m<sup>3</sup>; en superficies la máxima de 44 UFC/25cm<sup>2</sup> y la mínima de 1 UFC/25cm<sup>2</sup>. Ver cuadro 2

En el quirófano 2 desinfectado con la solución de cobre ionizado, la concentración máxima de aerobacterias fue 2 472 UFC/m<sup>3</sup> y la mínima 176 UFC/m<sup>3</sup>; la máxima concentración de bacterias en superficies correspondió a 50 UFC/25cm<sup>2</sup> y la mínima 1 UFC/25cm<sup>2</sup>. Ver cuadro 2

**Cuadro 2. Concentraciones microbiológicas registradas como máximas y mínimas del muestreo jabón, hipoclorito de sodio y cobre ionizado en las 12 muestras de superficies y 12 muestras de aire.**

Desinfectante	Superficies (UFC/25cm <sup>2</sup> )		Aire (UFC/m <sup>3</sup> )	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
<b>Jabón</b>	3	74	344	2 480
<b>Hipoclorito de sodio</b>	1	44	329	2 472
<b>Cobre ionizado</b>	1	50	176	2 472

Mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis se determina mediante estadística descriptiva obteniendo la media, desviación estándar y el rango, por periodo de actividad para cada muestreo con los diferentes desinfectantes, con un intervalo de confianza del 95%, midiendo las UFC/m<sup>3</sup> y UFC/25cm<sup>2</sup>. Ver cuadro 3

**Cuadro 3. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis por periodo de actividad del hipoclorito de sodio, cobre ionizado y el testigo (jabón)**

Desinfectante	N	Prequirúrgico				Transquirúrgico				Posquirúrgico			
		Media	DS	Rango		Media	DS	Rango		Media	DS	Rango	
				Min	Max			Min	Max			Min	Max
Jabón y agua	8	96	±130	3	313	1020	±1230	4	2480	1019	±1221	11	2480
Hipoclorito de sodio	8	98	±161	0	411	1247	±1310	1	2472	764	±961	0	2472
Cobre ionizado	8	50	±66	0	180	1250	±1232	5	2472	325	±374	0	847

\*N=número de muestras, DS=desviación estándar

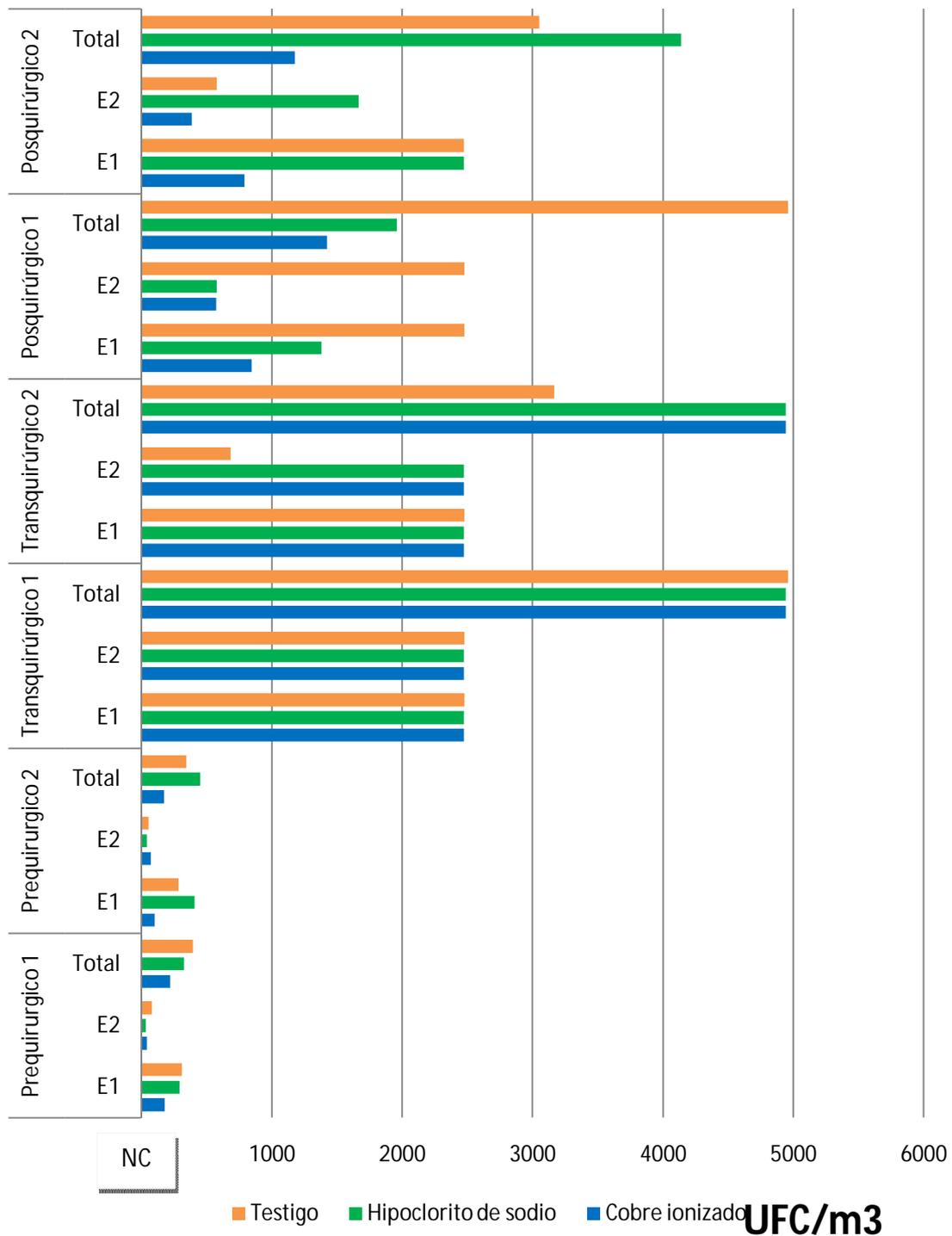
Para comparar los datos obtenidos se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en cada muestreo para ambas soluciones desinfectantes y del testigo (jabón) respecto a las variables de aire (UFC/m<sup>3</sup>) y de superficies (UFC/25cm<sup>2</sup>). Ver cuadro 4.

Cuadro 4. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis por tipo de muestra del hipoclorito de sodio, cobre ionizado y el testigo (jabón)									
Desinfectante	N	Aire				Superficies			
		Media	DS	Rango		Media	DS	Rango	
				Min	Max			Min	Max
Jabón y agua	12	1406	±1133	57	2480	17	±20	3	74
Hipoclorito de sodio	12	1398	±1062	36	2472	8	±14	0	44
Cobre ionizado	12	1074	±1065	42	2472	9	±19	0	50

\*N=número de muestras, DS=desviación estándar

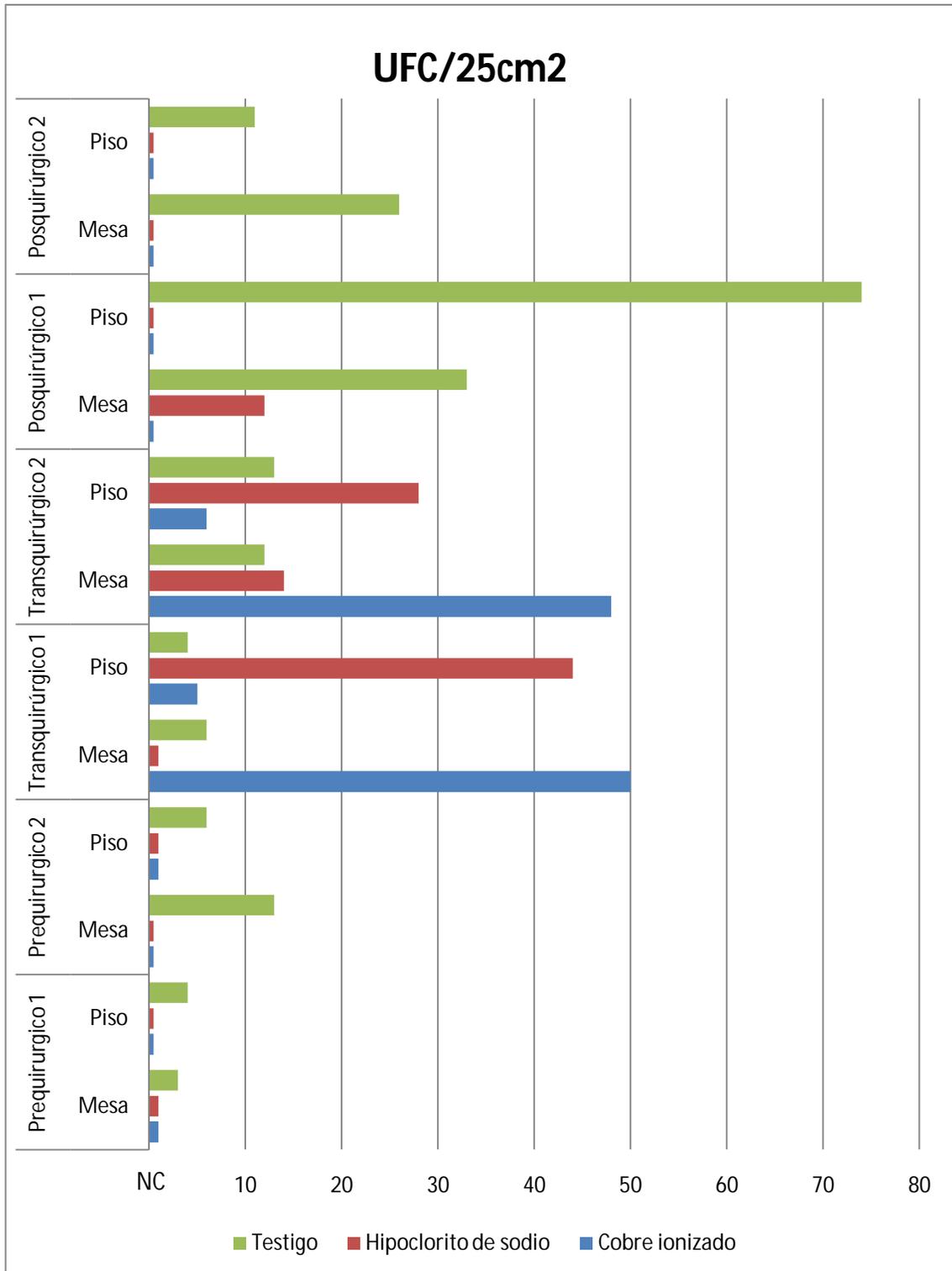
Realizando la prueba no paramétrica de Friedman para determinar la diferencia entre los tres desinfectantes, se encontró diferencia entre el quirófano testigo y el hipoclorito de sodio en superficies 8 UFC/25cm<sup>2</sup>; mientras que para el testigo y la solución de cobre ionizado fue de 9 UFC/25cm<sup>2</sup>. La diferencia en el aire entre el testigo y el hipoclorito de sodio alcanzo 9 UFC/m<sup>3</sup>; mientras que entre el testigo y la solución de cobre ionizado se contabilizaron 332 UFC/m<sup>3</sup>; con un intervalo de confianza del 95%.

Gráfica 1. Concentraciones de aerobacterias de los tres muestreos realizados pre quirúrgico, transquirúrgico y posquirúrgico de los quirófanos 1 (hipoclorito), 2 (cobre ionizado) y testigo (jabón).



\*NC = No hubo crecimiento.

Gráfica 2. Concentraciones de bacterias en los muestreos realizados durante el prequirúrgico, transquirúrgico y posquirúrgico en los quirófanos 1, 2 y testigo.



\*No hubo crecimiento.

La determinación de los agentes contaminantes, se realizó a partir de 3 colonias de cada muestra, tanto en superficies como en el aire. Se muestran los resultados en la tabla 1 y 2.

Tabla 1. Bacterias que se aislaron de superficies de los quirófanos 1, 2 y testigo.

	Zona de muestreo	Microorganismos identificados
Quirófano 1	Piso	<i>Staphylococcus intermedius</i> <i>Bacillus</i> spp Bacilo Gram (-) <i>Micrococcus</i> spp
	Mesa quirúrgica del lado derecho	<i>Bacillus</i> spp Bacilo Gram (-) <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> <i>Aeromonas</i> spp
	Mesa quirúrgica del lado izquierdo	<i>Staphylococcus</i> spp coagulasa (-) <i>Bacillus</i> spp Bacilo Gram (-) <i>Alcaligenes faecalis</i>
Quirófano 2	Piso	<i>Bacillus</i> spp <i>Sarcina lutea</i> <i>Micrococcus</i> spp <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> <i>Staphylococcus</i> spp coagulasa (-) <i>Klebsiella</i> spp
	Mesa quirúrgica del lado derecho	<i>Corynebacterium</i> spp <i>Bacillus</i> spp <i>Acinetobacter</i> spp
	Mesa quirúrgica del lado izquierdo	<i>Staphylococcus</i> spp coagulasa (-) <i>Bacillus</i> spp <i>Pseudomonas</i> spp
Testigo	Piso	<i>Bacillus</i> spp Bacilo Gram (-) <i>Sarcina lutea</i> <i>Micrococcus</i> spp <i>Staphylococcus intermedius</i> <i>Staphylococcus</i> spp coagulasa (-)
	Mesa quirúrgica del lado derecho	<i>Bacillus</i> spp <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus</i> spp coagulasa (-)
	Mesa quirúrgica del lado izquierdo	<i>Bacillus</i> spp <i>Sarcina lutea</i> <i>Micrococcus</i> spp

Tabla 2. Bacterias que se aislaron del aire de los quirófanos 1, 2 y testigo.

	Muestreo de aire	Microorganismos identificados
Quirófano 1	Etapa 1	<i>Staphylococcus</i> spp coagulasa (-) <i>Bacillus</i> spp Bacilo Gram (-) <i>Micrococcus</i> spp <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> <i>Serratia</i> spp
	Etapa 2	<i>Bacillus</i> spp <i>Sarcina lutea</i> <i>Staphylococcus</i> spp coagulasa (-) Bacilo Gram (-) <i>Micrococcus</i> spp <i>Corynebacterium</i> spp
Quirófano 2	Etapa 1	<i>Staphylococcus</i> spp coagulasa (-) <i>Bacillus</i> spp <i>Sarcina lutea</i> Bacilo Gram (-) no entérico <i>Staphylococcus intermedius</i> <i>Kurthia zopfii</i>
	Etapa 2	<i>Bacillus</i> spp <i>Sarcina lutea</i> <i>Micrococcus</i> spp <i>Micrococcus luteus</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus</i> spp coagulasa (-)
Testigo	Etapa 1	<i>Bacillus</i> spp Bacilo Gram (-) <i>Sarcina lutea</i> <i>Micrococcus</i> spp <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus intermedius</i> <i>Staphylococcus</i> spp coagulasa (-)
	Etapa 2	<i>Bacillus</i> spp <i>Sarcina lutea</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus</i> spp coagulasa (-) <i>Micrococcus</i> spp

Los esporas fúngicas se identificaron por sus características morfológicas (color, tamaño, forma). El condensado por quirófano se encuentra en la tabla 3.

Tabla 3. Esporas fúngicas y partículas encontradas en los quirófanos 1 y 2.

Muestreo del aire	Partículas identificadas
Quirófano 1	Partículas de combustión
	Polen
	Esporas fúngicas
	<i>Periconia</i> spp
	<i>Torula</i> spp
	Ascospora
	Helicospora
	Royas
	Basidiospora
	<i>Phytomyces</i> spp
	<i>Stemphylium</i> spp
	<i>Curvularia</i> spp
	<i>Epicoccum</i> spp
	<i>Alternaria</i> spp
	Artrospora
<i>Cladosporium</i> spp	
Conidiosporas	
<i>Amphishaeria</i> spp	
<i>Panoelius</i> spp	
Quirófano 2	<b>Partículas identificadas</b>
	Partículas de combustión
	Polen
	<b>Esporas fúngicas</b>
	<i>Torula</i> spp
	Basidiospora
	<i>Cladosporium</i> spp
	<i>Drechslera</i> spp
	<i>Phytomyces</i> spp
	Royas
	<i>Alternaria</i> spp
	<i>Epicoccum</i> spp
<i>Curvularia</i> spp	
Conidiosporas	
<i>Panoelius</i> spp	
Testigo	<b>Partículas identificadas</b>
	Partículas de combustión
	Polen
	<b>Esporas fúngicas</b>
	<i>Torula</i> spp
	Basidiospora
	<i>Cladosporium</i> spp
	<i>Drechslera</i> spp
Royas	
<i>Curvularia</i> spp	
Conidiosporas	
<i>Panoelius</i> spp	

## VI. DISCUSIÓN

La desinfección constituye un aspecto incuestionable de la sanidad animal, no solo en el control de procesos originados por etiologías microbianas en los pacientes, sino que también forma parte del trabajo diario dentro de los programas de medicina preventiva.<sup>17</sup> Y por añadidura se encuentra considerada como parte de la asepsia quirúrgica.

Resulta de gran importancia remover tanto el polvo como la materia orgánica de manera previa a la aplicación de cualquier agente y uso de agua y jabón (testigo), ya que disminuye la carga de agentes contaminantes, sin embargo, es indispensable el uso de productos que reduzcan la carga de microorganismos y de esta manera minimizar la posibilidad de enfermedades nosocomiales adjudicada a agentes como *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus intermedius*, *Pseudomonas* spp, *Serratia* spp, *Klebsiella* spp, *Corynebacterium* spp, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Acinetobacter* spp, *Micrococcus* spp, *Alcaligenes faecalis*, los que han sido reportados tanto en medicina veterinaria como humana.<sup>59, 60, 61, 62, 63, 64</sup> Los desinfectantes utilizados en este trabajo demostraron ser capaces de eliminar o reducir a las bacterias en superficies (UFC/cm<sup>2</sup>), fueron determinados mediante aislamiento bacteriano y cuantificación de unidades formadoras de colonia.

Los resultados de aerobacterias observados en el quirófano testigo una vez realizada la limpieza fue de 2 480 UFC/m<sup>3</sup> con un registró mínimo de 344 UFC/m<sup>3</sup>. En cuanto a la concentración de bacterias máxima en superficies es de 74 UFC/25cm<sup>2</sup> y la mínima fue de 3 UFC/25cm<sup>2</sup>. Con el hipoclorito de sodio, la máxima concentración de aerobacterias fue de 2 472 UFC/m<sup>3</sup> y la mínima de 329 UFC/m<sup>3</sup>; en superficies la máxima de 44 UFC/25cm<sup>2</sup> y la mínima de 1 UFC/25cm<sup>2</sup>. En el quirófano 2 con la solución de cobre ionizado, la concentración máxima de aerobacterias fue 2 472 UFC/m<sup>3</sup> y la mínima 176

UFC/m<sup>3</sup>; la máxima concentración de bacterias en superficies correspondió a 50 UFC/25cm<sup>2</sup> y la mínima 1 UFC/25cm<sup>2</sup> en superficies; demostrando que el uso exclusivo de agua y jabón no disminuye las cargas bacterias, mismas que se incrementan de manera significativa durante la operación.<sup>4, 5, 12, 13, 38, 64, 70, 71</sup>

De manera general es posible observar que la carga de agentes microbianos presento un comportamiento similar en todos los casos (testigo, quirófano 1 y 2), ya que es posible percatarse que se elevo la contaminación en superficies y de manera relevante en el aire, lo que es posible atribuirlo a la presencia del paciente y el personal. Esta premisa se sustenta en que el paciente posiblemente actúa como vector de los microorganismos dentro del espacio quirúrgico, ya que resulta cotidiano que los animales ingresen a la sala de cirugía sin haberle realizado un baño previo o higienización.

La desinfección de quirófanos dentro de la Medicina Veterinaria, forma parte de los denominados principios de la Cirugía denominado asepsia, parte fundamental para el éxito del procedimiento quirúrgico. La desinfección se lleva a cabo con la aplicación de diversos desinfectantes químicos, entre los que se citan los derivados del cobre y cloro.<sup>4, 5, 38</sup> Al comparar ambos productos con la prueba no paramétrica de Friedman, se determinó que entre ambas soluciones (hipoclorito de sodio en dilución 0.1% y la solución de cobre ionizado al 0.125%) tienen la misma eficacia del 100% en superficies, la solución de hipoclorito disminuyó el 100% los agentes contaminantes (98 de 98 UFC/25cm<sup>2</sup>) en superficies, para el caso del empleo de la solución de cobre ionizado disminuye el 100% con respecto a las superficies (109 de 109 UFC/25cm<sup>2</sup>), pero en el aire la solución de cobre ionizado es mejor ya que entre el hipoclorito de sodio y el testigo no hay diferencia, ya que el empleo de solución de hipoclorito de sodio y el testigo mostró una diferencia 8 UFC/25cm<sup>2</sup>; mientras que para el testigo y la solución de cobre ionizado fue de 9 UFC/25cm<sup>2</sup>. La diferencia en el aire entre el testigo y el

hipoclorito de sodio alcanzo 9 UFC/m<sup>3</sup>; mientras que entre el testigo y la solución de cobre ionizado se contabilizaron 332 UFC/m<sup>3</sup>; con un intervalo de confianza del 95%, logrando una significancia relevante para el aire.

En base a estos resultados, la solución de cobre ionizado representa ser una opción de mayor eficacia en el ambiente ya que reduce en mayor proporción la carga de agentes contaminantes. Otras de las bondades son que no produce corrosión, tiene un amplio espectro antimicrobiano debido a que disminuye las cargas bacterianas posteriores a la desinfección, su aroma es agradable y no irritante para el personal ni los pacientes.<sup>17, 25</sup>

Estudios sobre el impacto ambiental del cobre en todo el mundo, indican que su efecto varía con relación a la forma en que es liberado al medio. Las implicaciones directas en cuanto al uso del cobre como desinfectante se refieren al efecto bactericida que puede generar en el ambiente en forma ionizada a diferentes concentraciones; así como el manejo de desecho para evitar contribuir con la contaminación ambiental.<sup>27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34</sup>

De forma incidental con el Allergenco se encontraron partículas de combustión, polen y esporas y se desconoce hasta el momento las posibles implicaciones directas que podrían tener en el paciente; sin embargo estudios realizados en la Ciudad de México, muestran que algunas de las esporas identificadas son comunes en el ambiente de la ciudad. Pese a la aseveración antes citada resulta poco deseable la presencia de estos componentes dentro de un espacio destinado a procedimientos quirúrgicos, ya que es deseable que el ambiente se encuentre lo más limpio posible y sería importante recomendar con esta observación en un futuro cercano fuera posible que el área de quirófanos se alejara del incinerador, así como mantener los filtros de aire en el interior de cada quirófano en perfecto estado a modo de evitar que este tipo de partículas de

combustión penetren hacia el interior, ya que es posible que actúen como alérgenos y que repercutan en la salud tanto de los pacientes como del personal.<sup>56, 57, 58</sup>

Una de las principales medidas deseables dentro del campo de la Medicina se refiere a disminuir el uso de antibióticos como medida profiláctica en los procedimientos de rutina (cirugía electiva). Por ejemplo, las indicaciones de terapia antibiótica en el perioperatorio, se sustenta en el riesgo de infección (lo que en definitiva se determina por el proceso quirúrgico y el *estatus* del paciente exclusivamente); al respecto cabe señalar que los antibióticos no reemplazan las técnicas asépticas, pero tampoco deben utilizarse como parte del protocolo de rutina. Los procedimientos denominados limpios con tasas de infecciones menores al 2% en ningún momento justifican el empleo de antibióticos perioperatorios, a menos que las consecuencias de la infección sean serias (por ejemplo neurocirugía o la inserción de prótesis). Tampoco los antibióticos deberían utilizarse como rutina cuando se manejan catéteres intravenosos, urinarios y drenajes torácicos.<sup>19, 43, 44</sup>

El monitoreo ambiental y de superficies de quirófanos es de suma importancia en relación con el estudio de infecciones intrahospitalarias, ya que esta actividad permite eliminar esta posible vía de contagio. Es conveniente establecer un programa de vigilancia ambiental aleatorio.<sup>4</sup> La evaluación de la calidad de atención hospitalaria debe ser dinámica con apego a los estándares nacionales e internacionales, aunque en ocasiones es difícil llevarla a cabo; es recomendable realizar cultivos ambientales en salas de operaciones en forma rutinaria.<sup>4</sup>

Los informes encontrados en la literatura refieren la dificultad para demostrar la relación directa entre los microorganismos identificados (bacterias y hongos) y la infección real o el riesgo en pacientes intervenidos quirúrgicamente; no obstante, se

carece de la correlación de causalidad entre IH posquirúrgicas, e incluso como indicador predictivo pese a tener la cuantificación de microorganismos en estudios ambientales.<sup>4</sup>

## VII. CONCLUSIONES

La protección del paciente en quirófano se logra tanto con la desinfección de superficies, del paciente y el medio ambiente. Con base en los resultados obtenidos, se observa que la eficacia de los desinfectantes en el estudio es del 100% en superficies al eliminar los agentes bacterianos encontrados durante los muestreos realizados en superficies. Los estándares del Comité de Salud Pública Americano (FDA), hacen referencia, la forma de valorar la adecuada la limpieza de los quirófanos estableciendo que en superficies de quirófanos deberán contener  $<29 \text{ UFC/cm}^2$  de bacterias no patógenas y óptimo  $0-10 \text{ UFC/cm}^2$ ; para el aire establece como muy limpio  $< 10 \text{ UFC/m}^3$ , limpio  $10 - 100 \text{ UFC/m}^3$ , y aceptable  $101 - 200 \text{ UFC/m}^3$ .<sup>19</sup> Por lo anterior es posible concluir que las instalaciones en estudio cumplen con los estándares referentes a superficies, mientras que para el aire en el interior del quirófano se apega al estándar solo con el empleo de la solución de cobre ionizado que registró niveles de  $176 \text{ UFC/m}^3$  en el pre quirúrgico. En algunos estudios realizados en EUA y Europa, queda demostrado el poder antibacteriano del cobre ionizado en el agua, con fines de potabilización en lugar del uso rutinario del cloro.<sup>18</sup>

Los resultados de las concentraciones de aeropartículas biológicas obtenidas de los muestreos durante las actividades en el periodo transquirúrgico y posquirúrgico se presumen como una de las posibles fuentes de contaminación, en primer lugar al paciente y al propio personal quirúrgico, así como el sistema de aire acondicionado debido al escaso mantenimiento que se le proporciona.

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda continuar con otros estudios que permitan determinar con mayor exactitud la eficacia y las propiedades de los productos empleados, así como compararlos con aquellos de reciente introducción en el mercado y que actúen de manera directa sobre esporas fúngicas.

Por otra parte cabe comentar la importancia que representa fomentar la cultura para realizar monitoreo del medio ambiente con la finalidad de establecer mejores condiciones de higiene aunado a las medidas durante el manejo prequirúrgico, quirúrgico y posquirúrgico lo que en definitiva repercute sobre los aspectos inherentes a la prevención de las infecciones nosocomiales.

Es importante recalcar que el subestimar la carga bacteriana dentro de los quirófanos puede verse reflejada en posibles infecciones posquirúrgicas, aunado a las complicaciones durante el periodo intrahospitalario. Como parte de la metodología es recomendable llevar a cabo estudios bacteriológicos y antibiograma para evitar la resistencia bacteriana ocasionada por la elección incorrecta de los antibióticos en conjunto con el abuso indiscriminado de éstos.

### III. REFERENCIAS

1. Fossum WT editor, Hedlund SCh, Hulse AD, Johnson LA, Siem BH, Willard DM, and cols. Small Animal Surgery. Madrid, España: Elsevier, 2008.
2. Slatter HD. Tratado de Cirugía en Pequeños Animales. Buenos Aires, Argentina: Intermédica, 2006
3. Rutala AW, Weber JW. Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities. USA: Department of Health and Human Services USA: 2008
4. Frías SJA, Arcos LA. Importancia del saneamiento ambiental, procesos de desinfección y esterilización de unidades de terapia intensiva, diálisis y hemodiálisis, quirófanos y central de esterilización. Discusión crítica y recomendaciones para la mejora continúa. *Enf inf microbiol* 2007, 27 (4):127-136.
5. Rodríguez FE. La desinfección como práctica útil en la lucha contra las infecciones animales. *Academia Veterinaria*. 2005; (10); 47:50. (Consultado el 12 de enero del 2011). Disponible en URL: [http://ourworld.compuserve.com/homepages/Academia\\_Veterinaria/news26.htm](http://ourworld.compuserve.com/homepages/Academia_Veterinaria/news26.htm)
6. Sánchez SL, Sáenz AE. Dermatología Peruana: Antisépticos y desinfectantes. *Educación Médica Continua* 2005; 15 (2): 82-103.
7. PRONIEM. Ministerio de salud. Sistemas de aire acondicionado en instalaciones de salud. Documento con fines de capacitación. Pag 1-13.

8. Brown DC, Conzemius MG, Shofer F, Swann H. Epidemiologic evaluation of postoperative wound infection in dogs and cats. *J Am Vet Med Assoc* 1997; 210: 1302-1306.
9. Holtschlang J, Cozad MA, Jones RD. Preferred for controlling the spread of *C. difficile*. *Managing infection control. Operating Room & Infection Control*. October 2006; 38: 41.
10. Mayon-White RT et al. An international survey of the prevalence of hospital-acquired infection. *J Hosp Infect*, 1988; 11 (Supplement A):43–48.
11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) guidelines for infection control in hospital personnel. *Am J Infect Control*, 1998; 26: 289–354 or *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996; 17: 438–473.
12. Ortega MS. Actualización en antisepsia y desinfección. *Servicio de Farmacia. HV Bellvitge Barcelona*. 170: 5-21.
13. Sunyer TP, Dueñas J. Limpieza y desinfección de un centro hospitalario. *El Farmacéutico Hospitales* 170: 52-58.
14. Freeman A, *Microbiología de Burrows*. 22<sup>a</sup> ed. México: Interamericana, McGraw Hill, 1986; Pp 57, 65, 139.
15. Carter GR, *Procedimientos Diagnósticos en Bacteriología y Microbiología Veterinaria*. Fuentes de infección y transmisión de agentes infecciosos. USA: Springfield, Illinois, Charles C Thomas Publisher, 1984.
16. Frómeta SI, Izquierdo CF. Buenas prácticas en los quirófanos. *Departamento de Epidemiología Hospitalaria. Hospital Ameijeiras Cuba*, 2006.
17. Zaninovic X, Body E. International Cooper Association, Ltd. COOPER. Las propiedades antimicrobianas del cobre: Un abanico de posibilidades en beneficio del ser humano. *Jankelevinch & Asociados*, 2007.

18. Holding BV. Desinfectantes, ionización del cobre-plata. Agua residual & purificación del aire. Lenntch Watters Treatment Solution. 1998-2009.
19. Torrens LLG, Espuñes VJ, Merino GJ, Navarro SMD, Obradors SF, Sánchez EE, Sureda PA. Limpieza del Bloque Quirúrgico y otras áreas. ACICI 2003; 18:1-17.
20. Ocampo CL, Sumano LHS. Antisépticos y desinfectantes. Farmacología Veterinaria. 3ª ed. Mc Graw Hill. 2007. Pp 407-450.
21. Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales. Llamas JM. Detergentes. Pp 1-15.
22. Vives EA, Posse V, Oyavide ML, Pérez GM, Medvedovsky D, Rothlin R. Antisépticos y desinfectantes. Farmacología II. 2004. Pp1-11.
23. Valenzuela C M. Infecciones nosocomiales: un tema emergente en medicina veterinaria. TECNO VET 2001; 7: 2
24. Ecobac. Química Ecológica SA de CV. Clean-Pet & Hutch. México; Handelit, 2010.
25. Block SS. Disinfection, sterilization and preservation. 5a ed. Lippincott: Williams and Wilkins, 2001.
26. Vlahogianni TH, Valavanidis A. Heavy metal effect on lipid peroxidation and antioxidant defence enzymes in mussels *Mytilus galloprovincialis*. Chemistry and Ecology, 2007; 23 (5) : 361-371.
27. Ramzy BN, Rafik R. Bioaccumulation of heavy metals in *Octopus vulgaris* from coastal waters of Alexandria (Eastern mediterranean) Chemistry and Ecology 2003; 19 (4): 275-281.
28. Maag B, Boning D, Voelker B. Assessing the Environmental impact of copper CMP Semiconductor International ABI/INFORM Global 2000; 23 (12): 101.

29. Youssef DH, Tayel FT. Metal accumulation by three tilapia spp from some Egyptian inland waters. *Chemistry and Ecology*. 2004; 20 (1): 61-71.
30. Bazar AM, Quinn Mj, Mozzachio K, Bleiler JA, Archer CR, Phillips CT, Johnson MS. Toxicological responses of Red Backed Salamanders (*Plethodon cinereus*) to soil exposures of copper. *Arch Environ Contam Toxicol*. 2009; 57: 116-122.
31. Maag B. The enviromental impact of copper CMP. MIT;Eng Thesis. June 2000.
32. Antelo J, Fiol AB, Mariño AS, Gondar AD, López RA. Copper adsortion on humic acid coated gibbste comparison with single sorbent systems. *Environ Chem*. 2009; 6: 535-543.
33. Sánchez PM, Slaveykova VI, Beiras R. Cu and Pb accumulation by the marine adiatom *Thalassiosira cueissflogii* in the presence of humic acids. *Envirom Chem*. 2010; 7: 309-317.
34. Castro IM, Paredes JP, Ramírez JR, Guerrero JLA, Maerker SS. *Aprendamos cirugía principios básicos*. México: Isidro Castro Mendoza.1ª ed. 1997.
35. Brachman P. *Epidemiología de las infecciones nosocomiales*. Bennet J, Brachman P, ed. *Infecciones Hospitalarias*. La Habana: Ed. Científico-Técnica; 1982. Pp. 29-50.
36. Rodríguez D. El laboratorio de microbiología en las infecciones intrahospitalarias. Llop A, Valdés M, Zuazo J. *Microbiología y Parasitología Médicas*. La Habana: ECIMED; 2001. p. 631-41.
37. Arias GJJ. *Terapia de líquidos*. Facultativo Especialista de área Medicina Intensiva. Servicio de Cuidados Críticos y Urgencias. Cádiz. Hospital del SAS de Jerez.

38. Pereira VA, Camargo Y. Evaluación de la concentración de bioaerosoles fungi asociados al relleno sanitario palangana, Santa Marta Colombia. Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Barranquilla. 2009.
39. Manual de Buenas Prácticas de higiene y sanidad. Capítulo 9. Desinfección. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. México: Dirección General de Calidad Sanitaria de Bienes y Servicios. ISBN: 968-811-132-5. 1999.
40. Dawson S. Contamination in veterinary hospitals. *Journal of small animal practice*. 2010; 51: 563-564.
41. Leonard FC, Markey BK. Metacillin resistant *Staphylococcus aureus* in animals: a review. *The Veterinary Journal*. 2008; 175 (1): 27-36.
42. Ugalde B, Muñoz MP, Figueroa JI. Enfermedades nosocomiales veterinarias. *Enfermedades Infecciosas de Animales Menores*. 2010. Pag 1-3.
43. Administrador Enfermedades nosocomiales veterinarias. 2010. URL: [www.centroveterinariogara.com/enfermedades-nosocomiales-veterinarias.html](http://www.centroveterinariogara.com/enfermedades-nosocomiales-veterinarias.html).
44. De la Rosa MC, Mosso MA, Ullán C. El aire, hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio medioambiental*. 2002; 5: 375-402.
45. Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-1994 para la vigilancia epidemiológica. México D.F. 1994.
46. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el proceso de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos. México D.F. 2005.
47. Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA-2002 protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infecciosos-clasificación y especificaciones de manejo. México D.F. 2002.

48. Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2000 Modificación Salud Ambiental. México D.F. 2000.
49. Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA1-1993 Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas suspendidas totales (PST) Valores permisibles para la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente como protección a la salud de la población. México D.F. 1993.
50. Ley General de Salud. Establece los servicios, instalaciones de materiales y equipos quirúrgicos, higiene y curación, medicamentos. México D.F. 1994.
51. Proyecto de la Norma Oficial Mexicana PROY-045-SSA2-2005 para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las enfermedades nosocomiales. México D.F. 2005.
52. LGEEPA Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
53. Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental.
54. Instrumentos de Calidad del Aire 27 Forja Parkway Franklin, MA 02038 E.U.  
URL: [www.thermo.com](http://www.thermo.com) © 2009 Thermo Fisher Scientific Inc.
55. Rosas I, Calderon C, Salinas E, Martínez L, Alfaro ME, Milton DK, Osornio VAR. Animal and worker exposure to dust and biological particles in animal care houses. *Aerobiologia*. 2001; 17:49-59.
56. Rosas I, Salinas E, Yela A, Calva E, Eslava C, Cravioto A. *Escherichia coli* in Settled-Dust and Air Samples Collected in Residential Environments in Mexico City. *Applied and Environmental Microbiology*. 1997; 63 (10): 4093-4095.
57. Calderon S, Lacey J, McCartney HA, Rosas I. Seasonal and diurnal variation of airborne basidiomycete spore concentrations in Mexico City. *Grana* 1995; 34: 260-268.

58. Pérez JAM, Vasquez MJR, Rodriguez MCS, Miranda REM, Ramo ALG, Nader EG. Procedimientos de laboratorio para bacteriología y micología veterinarias. Departamento de Bacteriología y Micología. México: UNAM, FMVZ. 1987.
59. Quin PJ, Markey BK, Carter ME, Donnelly WJ, Leonard FC. Veterinary microbiology and microbial disease. 2a ed. Blackwell Science. 2000.
60. Aguilar FR, Alfonseca ES, Cervantes RAO, Figueroa IMO, García GAD, Gutiérrez JAP, Hernández RC, Hernández MLH, Hernández MGS, Jiménez FF y cols. Manual de prácticas de laboratorio de bacteriología y micología veterinarias. 2003.
61. Zar. HJ. Bioestadistical Analysis. 3a ed. Prentice Hall. EUA. 1996.
62. Barr AJ. Sistema de Analisis Estadístico SAS Institute Inc. 1976.
63. Atlas RM, Handbook of microbiological media. 4a ed. Washington D.C. ASM press Taylor & Francis. 2010.
64. Jawetz E, Melnck, Adelberg, Brooks GF, Butel JS, Morse SA, Microbiología médica de Jawetz, Melnck y Adelbeg. 18ª ed. México: Manual Moderno. 2005.
65. Madigan MT, Martinko JM, Parker J. Biología de los microorganismos. 10ª ed. Pearson Prentice Hall. 2006.
66. Carter GR, Chengappa MM, Claus GW, Rikihisa Y. Essentials of veterinary bacteriology and mycology. 4a ed. Philadelphia. Lea & Febiger. 1991.
67. Heller J, Armstrong SK, Girvan EK, Reid SWJ, Moodley A y Mellor DJ. Prevalence and distribution of metacillin resistant *Staphylococcus aureus* within the environment and staff of a university veterinary clinic. Journal of Small Animal Practice 2009; 50: 168-173.
68. Vanni M, Tognetti R, Pretti C, Crema F, Soldani G, Meucci V, Intorre L. Antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus intermedius* and *Staphylococcus*

- schleiferi* isolated from dogs. Research in Veterinary Science. 2009; 87: 192-195.
69. Varkey JB, Deverick MD, Anderson JMD, Keith JMPH, Kaye SMPH. Preventing surgical site infections in the era of metacillin resistant *Staphylococcus aureus*. Current Infectious Disease Reports. 2008; 10: 341-342.
70. Caveney LM. Cleaning, disinfection and sterilization procedures. Veterinary Technician Journal. 2006; 3: 236-242.
71. Rojas JM. Adecuación y manejo de las áreas de esterilización prequirúrgica, quirúrgica y posquirúrgica en la clínica veterinaria de pequeños animales de Bucaramanga. Universidad Cooperativa de Colombia. Octubre 2003. Pp 1-82.
72. Molina UR, Díaz BV. Sanitización en la industria ecológica. Universidad Politécnica de Madrid. Alfa Editores. 2006; 15 (4): 8-16.
73. ADINSA, Aditivos Industriales URL:<http://adinsacr.com/deo.html>
74. Observatorio de Salud y Medio Ambiente Andalucía, Infectividad. URL: <http://www.osman.es/ficha/12968>
75. Ramiro CVL. Agentes sanitizantes. Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros.
76. Gandon *et al.* Imperfect vaccines and the evolution of pathogen virulence, Nature. 2002; 414: 751-756.

# IX. ANEXOS

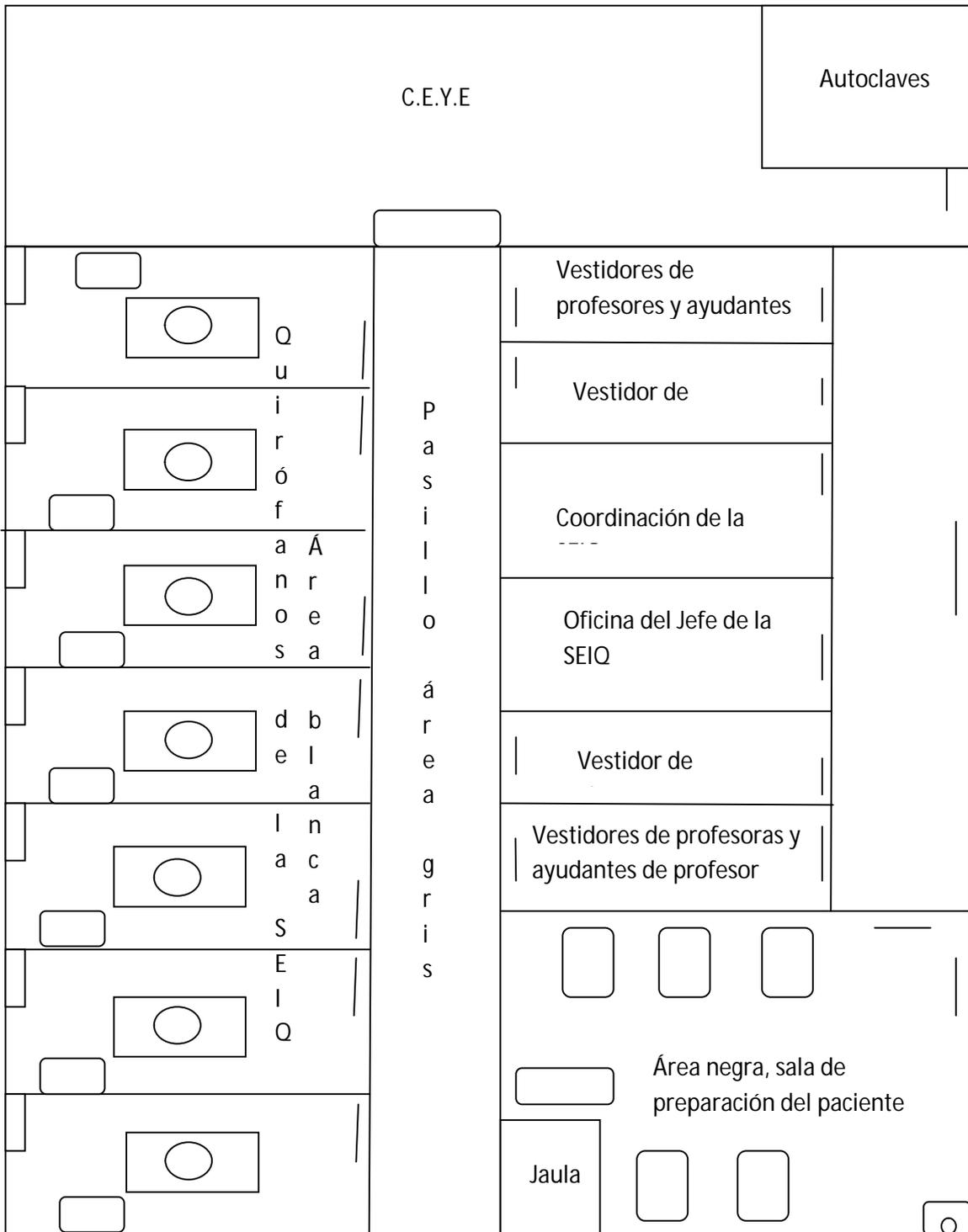


Figura 1. Instalaciones de la Sección de Enseñanza e Investigación Quirúrgica del Departamento de Medicina Cirugía y Zootecnia para Pequeñas Especies de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

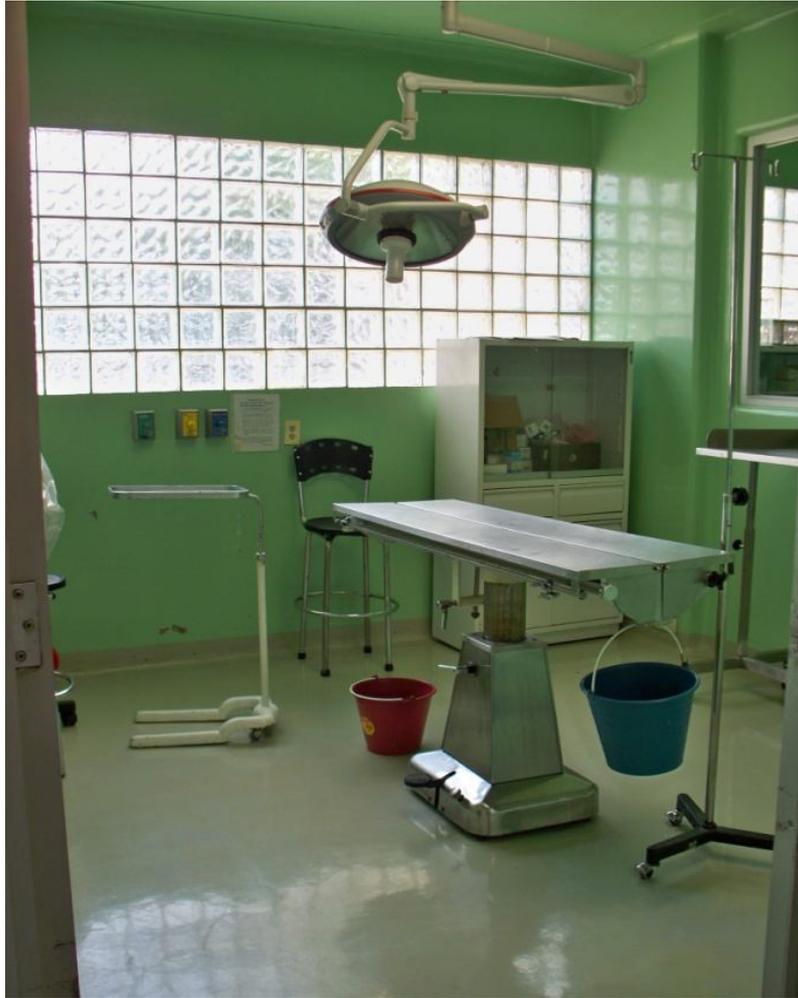
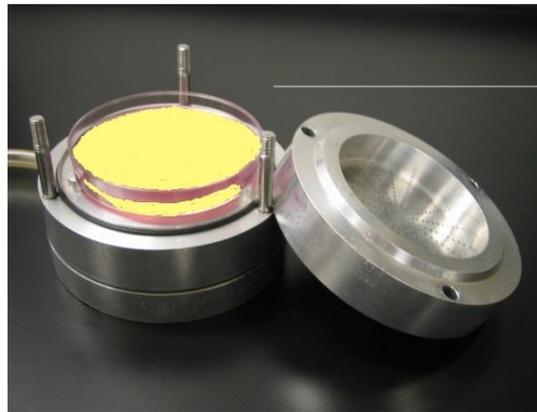
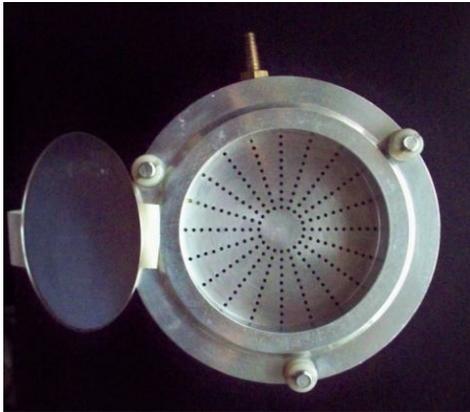


Figura 2. Quirófano 2 de la SEIQ del DMCZPE de la FMVZ UNAM.



Figuras 3 y 4. Montaje de cajas de Petri con agar bacteriológico en el muestreador volumétrico Andersen para cada etapa.



Figuras 5 y 6. Andersen de 2 etapas con flujo de 28.3 l/min listo para muestrear.



Figura 7. Bomba o sistema de vacío Andersen



Figura 8. Montaje del portaobjetos con agar en la trampa de esporas Allergenco previo a cada muestreo.



Figura 9. Trampa de esporas volumétrica Allergenco lista para muestrear.

Esporas fúngicas y partículas encontradas en los quirófanos de la SEIQ.

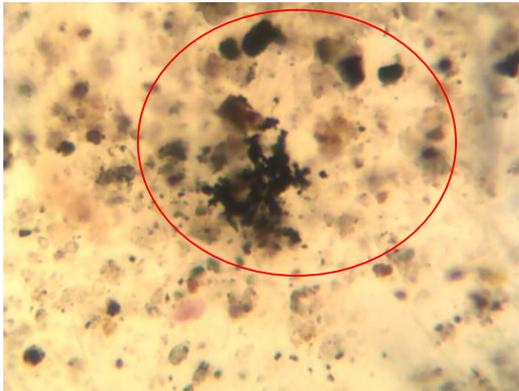


Figura 12. Campo con partículas de combustión (40x)



Figura 13. *Periconia* (40x)



Figura 14. Polen (40x)



Figura 15. *Torula* spp (40x)

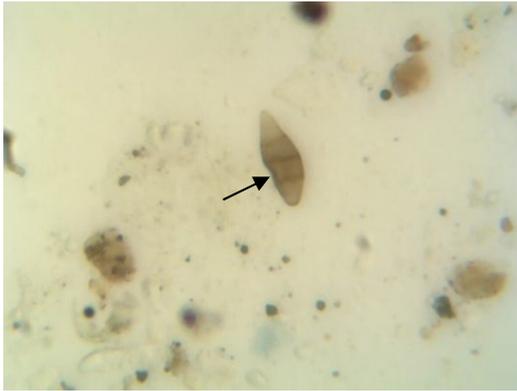


Figura 16. Ascospora (40x)

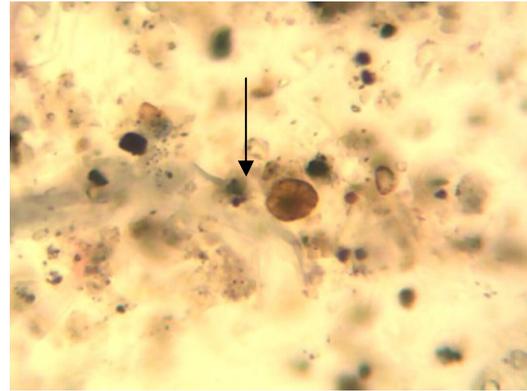


Figura 17. Helicospora (40x)

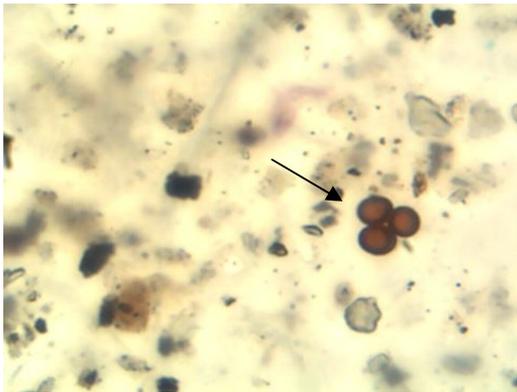


Figura 18. Royas (40x)



Figura 19. *Panoelius* spp (40x)



Figura 20. *Phytomyces* spp (40x)



Figura 21. *Curvularia* spp (40x)



Figura 23. *Stemphylium* spp (40x)

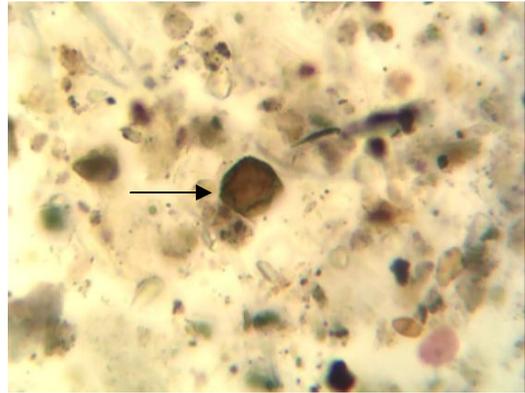


Figura 24. *Epicoccum* spp (40x)

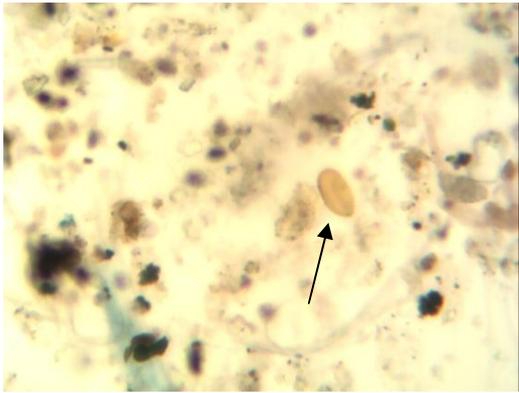


Figura 25. *Cladosporium* spp (40x)

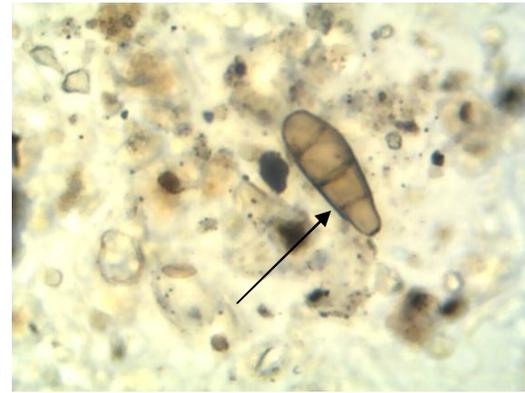


Figura 26. *Alternaria* spp (40x)



Figura 27. *Amphishaeria* spp (40x)



Figura 28. Artrospora (40x)



Figura 29. *Drechslera* spp (40x)



Figura 30. Basidiospora (40x)



Figura 31. Conidiosporas (40x)

## X. GLOSARIO

**Aerobio.** Un microorganismo capaz de usar O<sub>2</sub> en la respiración. <sup>16</sup>

**Agente.** Entidad biológica, física, química, psicológica o social, la cual en interacción con otros factores de riesgo del huésped y del ambiente, es capaz de causar daño a la salud. <sup>35</sup>

**Agente esterilizante.** Son aquellos que producen la inactivación total de todas las formas de vida microbiana (muerte o pérdida irreversible de su viabilidad). Existen también agentes físicos esterilizantes.

**Aislamiento.** Separación de personas o animales infectados o potencialmente infectados, durante el periodo en que la enfermedad es contagiosa, en lugares y bajo condiciones tales que eviten o limiten la transmisión directa o indirecta del agente infeccioso a personas o animales susceptibles. <sup>35</sup>

**Anaeróbico.** Un microorganismo que crece en ausencia de CO<sub>2</sub>. <sup>16</sup>

**Antibiótico.** Sustancia química derivada de varias especies de microorganismos (bacterias, ascomicetos y hongos) o sintetizado químicamente que tiene la capacidad de actuar selectivamente e inhibir el crecimiento o producir la destrucción del microorganismo, generalmente a bajas concentraciones.

**Antiséptico.** Los antisépticos son biocidas o sustancias químicas que se aplican sobre los tejidos vivos, con la finalidad de destruir o inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos. No tienen actividad selectiva ya que eliminan todo tipo de gérmenes. A altas concentraciones pueden ser tóxicos para los tejidos vivos. <sup>12,13</sup>

Son sustancias de uso estrictamente externo y deben responder a un doble criterio de eficacia e inocuidad. Su objetivo debe ser eliminar o destruir los microorganismos presentes en la piel sin alterar las estructuras. Terapéuticamente hablando, el papel de los antisépticos es el de coadyuvar con los medios naturales de defensa de la piel en el control de los microorganismos patógenos responsables de las infecciones cutáneas primitivas.

Algunos antisépticos se aplican sobre la piel intacta o membranas mucosas, quemaduras, laceraciones o heridas abiertas para prevenir la *sepsis* al debridar o excluir los microorganismos de estas áreas. La mayoría de antisépticos no son convenientes para aplicarlos en heridas abiertas, debido a que ellos pueden impedir la curación de las heridas por sus efectos citotóxicos directos sobre los queratinocitos y fibroblastos.

El espectro de acción, tiempo de inicio de activación, tiempo de actividad, efecto residual, toxicidad, capacidad de penetración y posibles materiales que inactivan a los antisépticos pueden variar de un producto a otro.

**Área.** Superficie comprendida dentro de un perímetro donde se tiene mobiliario y equipo para realizar acciones específicas.<sup>45</sup>

**Área blanca.** Zona restringida correspondiente a la sala de operaciones y al pasillo de acceso al personal de salud a ésta, en donde se encuentra el lavabo para cirujanos.<sup>45</sup>

**Área de transferencia.** Espacio de transición que dispone de un elemento físico de separación, entre áreas con diferentes condiciones de asepsia que controla el paso de pacientes y de personal de salud en condiciones especiales.<sup>45</sup>

**Área gris.** Zona semirrestringida a la que ingresa el paciente a través de un área de transferencia a la camilla que lo transporta a la sala de operaciones, así como la zona de recuperación, que incluye las áreas de trabajo de anestesia y de enfermería.<sup>45</sup>

**Área negra.** Zona no restringida, externa a la unidad quirúrgica.<sup>45</sup>

**Área para enseñanza e investigación.** Espacio donde se coordinan, promueven, evalúan y realizan algunas de las actividades académicas, docentes y se planean los proyectos de investigación, definiendo y seleccionando los temas de interés, proponiendo las líneas de investigación y los proyectos de trabajo a las autoridades del establecimiento.<sup>45</sup>

**Autótrofo.** Un organismo capaz de biosintetizar todo el material celular a partir del CO<sub>2</sub> como única fuente de carbono.<sup>16</sup>

**Biocida.** Es un término general que describe a un agente químico, usualmente de amplio espectro que inactiva microorganismos.

**Brote.** Ocurrencia de dos o más casos asociados epidemiológicamente entre sí.<sup>35</sup>

**Caso.** Individuo de una población en particular que, en un tiempo definido, es sujeto de una enfermedad o evento bajo estudio o investigación.<sup>35</sup>

**Caso de infección nosocomial.** Condición localizada o generalizada, resultante de la reacción adversa a la presencia de un agente infeccioso o su toxina y que no estaba presente o en periodo de incubación, en el momento del ingreso del paciente al hospital. Estas infecciones ocurren generalmente desde las 48 hrs del ingreso del paciente al hospital y hasta las 72 hrs.<sup>35</sup>

**Central de Esterilización y Equipos (CEyE).** Conjunto de espacios arquitectónicos con características de asepsia especiales, con áreas y equipos específicos donde se lavan, preparan, esterilizan, guardan momentáneamente y distribuyen, equipo, materiales, ropa e instrumental utilizados en los procedimientos médicos quirúrgicos, tanto en la sala de operaciones como en diversos servicios del hospital.<sup>45</sup>

**Control.** Aplicación de medidas para la disminución de la incidencia, en casos de enfermedad.<sup>35</sup>

**Contacto.** Persona o animal que ha estado en relación directa o indirecta con persona o animal infectados, o con ambiente contaminado, y que ha tenido la oportunidad de contraer la infección.<sup>35</sup>

**Contagio.** Transmisión de una infección por contacto directo o indirecto.<sup>35</sup>

**Contaminación.** Presencia de un agente causal, en cualquier vehículo.<sup>35</sup>

**Desinfectante.** Es un agente químico que se aplica sobre superficies o materiales inertes o inanimados, para destruir los microorganismos y prevenir las infecciones. Los desinfectantes también se pueden utilizar en piel y otros tejidos antes de la cirugía, lo que se realiza con base en la concentración empleada.<sup>20</sup>

Los desinfectantes no tienen actividad selectiva. Su elección debe tener en cuenta los posibles patógenos a eliminar. Son tóxicos protoplasmáticos susceptibles de destruir la materia viviente, y no deben ser utilizados sobre tejidos vivos.<sup>20</sup>

**Deodorizante:** Es un producto formulado para eliminar los microorganismos causantes de los malos olores paralizando así el proceso de descomposición.<sup>71</sup>

**Efecto.** Resultado de una causa, o el fin por el que se realiza una acción.<sup>35</sup>

**Efectos sobre la salud por contaminación ambiental.** Intoxicaciones y alteraciones de la salud derivadas del contacto o manejo de sustancias tóxicas y factores del ambiente.<sup>35</sup>

**Eficacia.** Capacidad de conseguir un resultado determinado.

**Eliminación.** Ausencia de casos, aunque persista el agente causal.<sup>35</sup>

**Enfermedad.** Disfunción fisiológica, psicológica o social, que presenta un individuo, la cual puede ser identificada y clasificada de acuerdo con signos, síntomas o estudios auxiliares de diagnóstico.<sup>35</sup>

**Enfermedad infecciosa.** Enfermedad clínicamente manifiesta, del hombre o de los animales, resultado de una infección.<sup>35</sup>

**Enfermedad ocupacional.** Estado patológico, derivado de uno o más riesgos que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador realice sus actividades o preste sus servicios.<sup>35</sup>

**Enfermedad transmisible.** Cualquier enfermedad debida a un agente infeccioso específico o sus productos tóxicos, que se manifiesta por la transmisión de ese agente o los productos de un reservorio a un huésped susceptible, ya sea directamente de una persona o animal, o indirectamente por conducto de una planta o animal huésped intermediario, de un vector o del ambiente inanimado, y que se puede transmitir a otra persona o animal.<sup>35</sup>

**Factor de riesgo.** Atributo o exposición de una persona, una población o el medio, que están asociados a una probabilidad mayor de aparición de un proceso patológico o de evolución específicamente desfavorable de este proceso.<sup>35</sup>

**Factores de riesgo laboral.** Características de las personas, procesos, condiciones u organización del trabajo, cuya presencia o ausencia aumentan la probabilidad de daño a la salud, como son las enfermedades o accidentes profesionales. <sup>35</sup>

**Fuente de infección.** Persona, vector o vehículo que alberga al organismo o agente causal, y desde el cual éste puede ser adquirido, transmitido o difundido a la población. <sup>35</sup>

**Fuente de contagio.** Persona, animal o ambiente, que transmite la enfermedad mediante un contacto mediato o inmediato. <sup>35</sup>

**Fuente de contaminación.** Persona, animal o sustancia inanimada responsable de la presencia de un agente, en o sobre un vehículo. <sup>35</sup>

**Huésped.** Persona o animal vivo que en circunstancias naturales permiten la subsistencia o el alojamiento de un agente infeccioso. <sup>35</sup>

**Impacto ambiental.** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la Naturaleza. <sup>42</sup>

**Infección.** Alojamiento, desarrollo o multiplicación de un agente infeccioso en el organismo humano o animal, con resultados inaparentes o manifiestos. <sup>35</sup>

**Infectividad.** Capacidad de un agente (microorganismo) para invadir un organismo y provocar en él una infección. <sup>72</sup>

**Lesión por causa externa.** Todo daño físico producto de cualquier agente externo, que produce un cambio pasajero o permanente, en uno o varios de los tejidos u órganos producto de un hecho de presentación rápida, imprevista, no repetido. <sup>35</sup>

**Manifestación del impacto ambiental.** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.<sup>42</sup>

**Medio de cultivo.** Una solución acuosa o sólida de varios nutrientes que permite el crecimiento de los microorganismos.<sup>16</sup>

**Mobiliario.** Conjunto de bienes de uso duradero, indispensable para la prestación de los servicios de atención médica.<sup>45</sup>

**Morbilidad.** Tasa de, a la que tiene como numerador el número de enfermos en una población determinada durante un periodo y lugar específico y el denominador representa la población donde ocurrieron los casos. Se expresa como una tasa, puede ser general o específica.<sup>35</sup>

**Mortalidad.** Tasa de, a la que tiene como numerador el total de defunciones producidas en una población en un periodo de tiempo determinado, y el denominador representa la población donde ocurrieron las muertes. Se expresa como una tasa, puede ser general o específica.<sup>35</sup>

**Periodo de incubación.** Intervalo entre la exposición, infección o infestación, y el inicio de signos y síntomas clínicos de la enfermedad.<sup>35</sup>

**Persona en riesgo.** Aquélla susceptible, con ausencia de sintomatología, en la cual se verifica el antecedente de permanencia en áreas endémicas o la presencia de otros factores de riesgo, y tiene cierta probabilidad de desarrollar una enfermedad específica durante un periodo definido.<sup>35</sup>

**Portador asintomático.** Persona infectada, infestada o que contiene al agente causal del padecimiento en cuestión, no presenta signos o síntomas de la enfermedad, pero constituye una fuente potencial de infección.<sup>35</sup>

**Prevalencia.** Coeficiente que mide el número de personas enfermas o que presentan cierto trastorno en determinado momento (prevalencia puntual), o durante un periodo predeterminado (prevalencia en un periodo), independientemente de la fecha en que comenzaron la enfermedad o el trastorno, y como denominador, el número de personas de la población en la cual tiene lugar.<sup>35</sup>

**Propágulo.** Modalidad de reproducción asexual en vegetales, por la que se obtienen nuevas plantas y órganos individualizados.

**Reservorio.** Hombre, animal, artrópodo, planta, suelo o materia orgánica inanimada en donde normalmente vive y se multiplica un agente infeccioso, y del cual depende para su supervivencia, y donde se reproduce de manera que pueda ser transmitido a un huésped susceptible.<sup>35</sup>

**Riesgo.** Probabilidad de ocurrencia para una enfermedad, un accidente o un evento dañino.<sup>35</sup>

**Sanitizante.** Es un compuesto que reduce pero no necesariamente elimina los microorganismos del medio ambiente y objetos inanimados. Son generalmente utilizados en contacto con alimentos. Los sanitizantes son sustancias que reducen el número de microorganismos a un nivel seguro. Debe tener propiedades germicidas o antimicrobianas y se aplican a los objetos no vivos para destruir los microorganismos, de las cuales el proceso que se conoce como la desinfección o sanitización. La principal diferencia entre un desinfectante y un sanitizante es que, en un determinado uso de la

dilución, el desinfectante debe tener una mayor capacidad para matar bacterias patógenas en comparación con la de un sanitizante. Una versión oficial y legal establece que un sanitizante debe ser capaz de eliminar el 99,99%, conocido como una reducción logarítmica de 5, de una población bacteriana de prueba, y de hacerlo dentro de 30 seg, otra diferencia entre sanitizante y desinfectante es que el sanitizante no es capaz de destruir esporas o virus.<sup>68, 69, 70</sup>

**Sala de operaciones.** Local donde se realizan las intervenciones quirúrgicas y aquellos procedimientos de diagnóstico y tratamiento que requieren efectuarse en un local aséptico.<sup>45</sup>

**Sensibilidad.** En los sistemas de vigilancia, a la capacidad para detectar todos los posibles casos de un padecimiento o evento.<sup>35</sup>

**Susceptible.** Persona o animal que no posee suficiente resistencia contra un agente patógeno determinado, que le proteja contra la enfermedad si llega a estar en contacto con el agente.<sup>35</sup>

**Técnica aséptica.** Conjunto de manipulaciones utilizadas para evitar contaminaciones durante el manejo de objetos estériles o de medios de cultivo.<sup>16</sup>

**Toxicidad.** La propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provocar efectos adversos en la salud o en los ecosistemas.<sup>35</sup>

**Toxicidad ambiental.** La característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasiona un desequilibrio ecológico.<sup>35</sup>

**Trascendencia.** Criterio que mide el impacto en la sociedad de un problema de salud, a través de indicadores físicos, biológicos o sociales.<sup>35</sup>

**Vector.** Insecto o cualquier portador vivo, que transporta un agente infeccioso de un individuo infectado o sus desechos, a un individuo susceptible, sus alimentos o a su ambiente inmediato. El organismo puede, o no, desarrollar parte de su ciclo vital dentro del vector. <sup>35</sup>

**Vehículo de transmisión.** Objeto inanimado, o sustancia, capaz de albergar y transmitir el agente causal de enfermedad o daño. <sup>35</sup>

**Virulencia.** Designa el carácter patogénico y nocivo de un microorganismo, en otras palabras, la capacidad de un microbio de causar enfermedad. Virulencia deriva del latín *virulentus* que significa «lleno de veneno». <sup>71</sup>

**Vulnerabilidad.** Probabilidad de evitar o controlar un problema colectivo de salud mediante acciones de intervención. <sup>35</sup>

**Zoonosis.** Infección o enfermedad infecciosa transmisible, en condiciones naturales se transmite, de los animales vertebrados al hombre o viceversa. Puede ser enzoótica o epizoótica. <sup>35</sup>