



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD CON ÉNFASIS EN
SALUD PÚBLICA

Protocolo que para obtener el grado de Maestría en Ciencias
de la Salud con énfasis en Salud Pública

“Análisis de Monitoreo ambiental Intrahospitalario en área de
cuneros y la propuesta para ejecución de epidemiología
ambiental ante el impacto de infecciones nosocomiales”

Presenta: Sandra Lorena Monroy Villa
Director de la tesis.

DCSP. Jesús Carlos Ruvalcaba Ledezma.
Codirector.

D. en C. Sergio Muñoz Juárez.

MSP. Juan Carlos Paz Bautista.

M. en E. Juan Francisco Martínez Campos.

MCS. Sandra Yazmín Cortés Ascencio.

Contenido

Introducción.....	3
Antecedentes:	10
Internacionales.	10
Nacionales.....	13
Estatales.....	14
Regionales.....	15
Marco Teórico.	15
Planteamiento del problema:.....	17
a) Enunciado del problema.	17
b)Pregunta de investigación.	19
c) Justificación.	19
d) Objetivos.....	20
General.....	20
Específicos:.....	20
e) Hipótesis	20
Material y métodos.	21
Diseño del estudio	21
Ubicación espacio- temporal.....	21
Selección de la población de estudio:.....	21
Criterios de inclusión	21
Criterios de exclusión:.....	35
Criterios de eliminación.....	21
Muestra.....	22
Fuentes de información.....	22
Operacionalización de variables	22
Plan de análisis	23
Ruta critica	24
Aspectos Éticos.....	25
Cronograma de actividades.....	26
Presupuesto	26
Bibliografía	40

Agradecimientos

A Dios por todo lo que me ha regalado.

A la vida por las lecciones que me ha dado.

A mis maestros por compartir sus conocimientos y experiencias.

Al DCSP. Jesús Carlos Ruvalcaba Ledezma por su orientación, paciencia e impulso en la realización de este documento.

A mi madre por su apoyo incondicional en todo momento.

A Martha por ser mi cómplice.

A Daila por mostrarme la sabiduría de los niños.

Glosario

Epidemiología ambiental: estudia aquellos atributos ambientales que pueden explicar un determinado patrón de distribución, no aleatorio, de los enfermos en la población, relacionados con la exposición involuntaria a agentes del medio ambiente, incluye no sólo a aquellas enfermedades causadas por agentes químicos o físicos, sino que también a las originadas por agentes biológicos, psicológicos o de seguridad presentes en el medio ambiente.

Infección nosocomial (IN): a la multiplicación de un patógeno en el paciente o en el trabajador de la salud que puede o no dar sintomatología, y que fue adquirido dentro del hospital o unidad médica.

Hisopado de superficies: Consiste en frotar una superficie determinada con un hisopo húmedo, y después descargar este hisopo en un medio de recogida. Es un método que cuesta poner en marcha, pero resulta muy eficaz para las superficies en las que no se pueden tomar muestras por contacto.

Bioaerosoles: Los bioaerosoles son partículas transportadas por el aire, constituidas por seres vivos, o moléculas grandes que han sido liberadas por un ser vivo, pueden estar constituidos por bacterias, hongos, protozoos, virus, etc., y/o diversas estructuras y compuestos consecuencia de su desarrollo o actividad.

UFC: Unidades formadoras de colonias.

Um: micrómetro.

Relación de cuadros, gráficas e ilustraciones

Operacionalización de las variables.....	22
Diagrama de ruta crítica.....	25
Cronograma de actividades.....	26
Tabla I. Distribución de UFC/m ³ de aire en cuneros de un hospital de segundo nivel, Hidalgo.....	28
Gráfica 1. Distribución de UFC/M ³ de aire por muestreo de caja abierta, cuneros, hospital 2 ^o nivel, Hidalgo 2011.....	29
Tabla II. Frecuencia de positividad por técnica de hisopado en cuneros de un hospital de segundo nivel, Hidalgo.....	29
Gráfica 2. Positividad por hisopado, toma de aire, cuneros, hospital 2 ^o nivel, Hidalgo 2011.....	29
Tabla III. Positividad de mesófilos aerobios por técnica de hisopado en mesa Pasteur en un hospital de segundo nivel, Hidalgo.....	30
Gráfica 3. Positividad por hisopado en mesa Pasteur, cuneros, hospital 2 ^o nivel, Hidalgo 2011.....	30
Tabla IV. Positividad en lavabo del médico en área de cuneros en un hospital de segundo nivel, Hidalgo.....	30
Gráfica 4. Positividad por hisopado en lavabo médico, cuneros, hospital 2 ^o nivel, Hidalgo 2011.....	31
Operacionalización de variables para una propuesta de epidemiología ambiental intrahospitalaria.....	35

Resumen

La epidemiología ambiental intrahospitalaria representa un área de oportunidad de desarrollo científico, para el diseño de estrategias con la visión de disminuir el impacto por las infecciones nosocomiales, éstas tienen su origen en el ámbito hospitalario y se requiere garantizar que éste conforme un espacio de seguridad en salud. **Objetivo.** Determinar el volumen microbiológico de exposición a microorganismos a que están expuestos los neonatos en área de cuneros a un metro cúbico de aire de exposición de un hospital de segundo nivel. **Material y métodos.** Se realizó un estudio observacional descriptivo de tipo ecológico de carácter retrospectivo, para lo cual se realizó una base de datos Excel y se analizó en SPSS-21, para estimar el volumen microbiológico por metro cúbico de aire en área de cuneros, así como el análisis de información arrojada por la técnica de hisopado de superficies en toma de aire, en toma de oxígeno, mesa Pasteur y lavabo de médico realizados durante el año 2011 en un hospital de segundo nivel en el estado de Hidalgo. **Resultados.** El volumen microbiológico menor fue de 72 UFC/m³ el mayor fue de 304 UFC/m³ con promedio de 182/m³ lo que significa que se encuentra por debajo de 1X10³ microorganismos por m³ y por lo mismo no existe riesgo derivado por el volumen microbiológico, aunque no se han realizado muestreos y análisis adecuados conforme a los registros procesados, ya que no incluye tipificación de las cepas ni perfiles de resistencia a los antimicrobianos. **Discusión.** Un aspecto a considerar es la microflora detectada, que no se tipificó y que no se advierte en los análisis sus perfiles de resistencia a los antimicrobianos, lo que hace necesario después de esta evaluación tomar en cuenta la propuesta señalada para realizar epidemiología ambiental. **Conclusión.** Se requiere la aplicación sistemática de epidemiología ambiental para aplicar las estrategias de epidemiología ambiental intrahospitalaria y garantizar la vigilancia activa y especializada de acuerdo a la propuesta para cuneros.

Abstract

Environmental Epidemiology hospital represents an opportunity area of scientific development, to design strategies with a view to reducing the impact of nosocomial infections, these have their origin in the hospital and required to ensure that this under security space health. **Target.** Determine the volume of exposure to microbiological organisms they are exposed infants in bassinets area a cubic meter of air exposure of a secondary hospital. **Material and methods.** We conducted a descriptive study of retrospective ecological type, for which there was a database Excel and analyzed in SPSS -21, to estimate the volume microbiological air per cubic meter in area of bassinets, and analysis of information yielded by surface swab technique in making air, oxygen uptake, table and sink Pasteur doctor made during the year 2011 in a secondary hospital in the state of Hidalgo. **Results.** The lower microbiological volume of 72 UFC/m³ the largest was 304 with average 182/M³ UFC/m³ meaning is below 1x10³ microorganisms by M³ and therefore there is no risk from the volume microbiological although there have been no adequate sampling and analysis according to the records processed, and that does not include strain typing and resistance patterns to antimicrobials. **Discussion.** One aspect to consider is the microflora detected, not criminalized and are not seen in their profiles analysis of antimicrobial resistance, making this evaluation necessary after taking into account the proposal designated for environmental epidemiology. **Conclusion.** It requires the systematic application of environmental epidemiology to implement the strategies of environmental epidemiology and ensure intra -hospital active surveillance and specialized according to the proposal for bassinets.

Introducción

El origen de las infecciones intrahospitalarias (IN), se remonta al comienzo mismo de los hospitales en el año 325 de nuestra era, por lo tanto no es un fenómeno nuevo sino que ha cambiado de cara. ya que su importancia fue intuída por varios médicos y cirujanos ilustres incluso antes de que se lograra aislar la primera bacteria, posteriormente durante los primeros años de la era antibiótica, se llegó a pensar que podrían ser totalmente erradicadas, sin embargo esto no fue así, sino, que cuantitativamente fueron en aumento y experimentaron cambios etiológicos sustanciales, de forma gradual pero ininterrumpida hasta la actualidad⁶², además, el conocimiento del problema llevó a realizar estudios aislados se inicia más recientemente en la década de los 50 del siglo XX con los estudios de focos de infección en hospitales por investigadores de Inglaterra, Escocia y del CDC. Posteriormente, en los años 60, se realizaron estudios más sistemáticos y organizados; en la década de los 70 surgen en muchas partes del mundo programas de vigilancia y control de las IN.⁵⁸ Estas infecciones adquieren cada día mayor relevancia por su frecuencia e importancia económica, social y de salud. Su incidencia en un período dado puede ser tomada como indicador de la calidad de la atención médica y para medir la eficiencia de un hospital junto a otros indicadores de morbilidad y mortalidad y de aprovechamiento de recursos.⁵⁹

Se entiende por infección nosocomial aquella que se adquiere en el hospital y que, por consiguiente, no estaba presente ni en período de incubación cuando el paciente ingresó. ^{1, 2, 3} Se han convertido en un problema relevante de salud pública de gran trascendencia económica y social, además de constituir un desafío para las instituciones de salud y el personal médico responsable de su atención en las unidades donde llegan a presentarse.^{4,5}

Las infecciones intrahospitalarias constituyen un problema de salud; al revisar la literatura internacional encontramos que las infecciones en instituciones de salud continúan siendo un problema de salud mundial ya que del 6%-12% pacientes hospitalizados adquieren una infección nosocomial, en tasas de prevalencia que

varían desde 3 a 21 por 100 egresados de los hospitales. En Estados Unidos de Norteamérica es alrededor de 2 millones, lo que representa un costo estimado mínimo al sistema de salud de 4 500 millones de dólares anualmente. Estudios de la Organización Mundial de la Salud muestran valores de 8,7 % de incidencia promedio. Aparte, frecuencias informadas de IN por Regiones del Mediterráneo Oriental y Suroeste de Asia arrojan cifras de 11,8 y 10,0%, con tasas de 7,7 y 9,0%. En las regiones del Pacífico Occidental y Europea, 1,4 millones de personas padecen de una infección intrahospitalaria en un año. En México la incidencia de IN fue de 10,5 por 100 egresados.⁶

Desde mediados de los años ochenta, en México, el control de infecciones nosocomiales se formaliza a partir del programa establecido en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ) que se extiende a los otros institutos nacionales de salud y desde donde surge la Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica (RHOVE).⁷

La ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), en su último informe de junio de 2007 recoge, en el resumen de conclusiones, a las IN, las resistencias bacterianas y la emergencia de patógenos multirresistentes como unas de las principales preocupaciones sanitarias en la actualidad.⁸

Existen tres grupos de factores de riesgo para la presencia de Infecciones nosocomiales, huésped, agente y ambiente; este último, se refiere a factores extrínsecos que afectan ya sea al agente infeccioso o a riesgo de una persona de verse expuesta a este agente, se incluye ambiente animado e inanimado que rodea al paciente. El ambiente animado se refiere al personal de atención en salud, otros pacientes en la misma unidad, familia, visitas. El ambiente inanimado incluye el instrumental y equipos médicos, así como superficies ambientales. Otros factores de riesgo asociados al ambiente de atención en salud son las condiciones de salubridad, limpieza de la unidad, temperatura y humedad, así como las técnicas de diagnóstico y maniobras terapéuticas empleadas.⁹

Las condiciones de hacinamiento dentro del hospital, el traslado frecuente de pacientes de una unidad a otra y la concentración de pacientes muy vulnerables a infección en un servicio, como neonatos, pacientes quemados y cuidados intensivos contribuyen a la manifestación de infecciones nosocomiales. La flora microbiana puede contaminar objetos, dispositivos y materiales que entran en contacto con sitios vulnerables del cuerpo de los pacientes.⁹

La vigilancia de la calidad ambiental aero microbiológico de los hospitales constituye una necesidad, la supervisión de la calidad del aire permite la identificación de los riesgos derivados de la presencia y distribución de aero transportación de microorganismos, la medición del volumen transportado microbiológica y aerodinámico, el conocimiento de sus perfiles de resistencia contra los microbios.

Por lo anterior, la finalidad de la presente investigación donde se analizará el monitoreo ambiental intrahospitalario en área de cuneros en un hospital de segundo nivel y la propuesta para ejecución de epidemiología ambiental ante el impacto de infecciones nosocomiales.

Antecedentes

Internacionales

Han transcurrido milenios desde que Hipócrates, epidemiólogo por intuición, estableció una relación entre las enfermedades y los vientos.¹⁰ En 1862, por medio de rigurosos y convenientes experimentos Louis Pasteur fue el primero en demostrar que los microorganismos aparecidos en materia orgánica tenían su origen en fenómenos de contaminación aérea, aunque se afirma que los microorganismos en el aire son contaminantes accidentales y que el aire no constituye un hábitat microbiano, este puede trasportar bacterias patógenas, se han aislado microorganismos de capas atmosféricas cercanas a la tierra, algas, protozoarios, levaduras, mohos y bacterias, mientras que de capas más elevadas bacterias y esporas de hongos procedentes principalmente del suelo, la vegetación y el mar.¹¹

En el aire del Océano Ártico se han encontrado 2-3 microorganismos por metro cúbico, mientras que en las ciudades industriales grandes cantidades, situación que en los bosques no es posible, ya que las sustancias volátiles de las plantas inhiben el desarrollo de microorganismos, según Meshustin en Moscú, a 500 metros de altura se han detectado 1100-2700 microorganismos/m³ y a 2000 metros, 500-700 microorganismos/m³ y que alrededor de personas, animales enfermos, artrópodos o insectos infectados pueden existir microorganismos patógenos.¹¹

Los microorganismos al encontrarse en ambientes estresantes en su lucha por sobrevivir, sintetizan un tipo de proteínas denominadas solutos compatibles, que les permite resistir el estrés osmótico al que se encuentran sometidos y de alguna manera estos llegan a ser más virulentos,^{12,13} particularmente la contaminación del aire dentro del hogar puede determinar el desarrollo desde irritación hasta enfermedad respiratoria.¹⁴

Así el polvo casero, insecticidas y aerosoles pueden transportar microorganismos patógenos que pudieran producir enfermedad de tipo respiratoria,¹⁵ esto en ambientes domésticos, en cuanto a quirófanos se requiere de una atmosfera limpia para evitar infecciones posteriores a la intervención quirúrgica,¹⁶ y de la misma manera el control microbiológico en áreas de producción farmacéutica.¹⁷

Se ha demostrado que una concentración de 1×10^3 bacterias gran negativas/m³ en el ambiente, causan efectos inflamatorios de las mucosas, que representa una concentración de 0.1 mg/m³ de endotoxina.^{12,13}

En cuanto a la recuperabilidad de bacterias por metro cúbico, si una caja de cultivo se expone por 15 minutos y se impacta solamente 1 UFC/m³, se dice que se requiere por lo menos 38 UFC/m³. Por extensión si multiplicamos en número de UFC impactadas en la caja de cultivo por el factor 38 obtendremos la concentración por metro cubico,³⁻⁷ mediante ésta estimación es posible calcular entonces a qué cantidad de bacterias se encuentran expuestas las personas en un área controlada contaminada.¹⁷ El

monitoreo ambiental representa una metodología útil para evaluar el impacto ambiental del aire, se define como la recolección, el análisis y la evaluación sistemática de muestras ambientales, tales como aire, agua o alimentos en la búsqueda de contaminación.¹⁸

Respecto a la virulencia se han caracterizado cepas de *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli* con resistencia a los antimicrobianos medida por plásmidos de muestras clínicas.^{19,20,21,22}

Es importante señalar que al desarrollar resistencia una bacteria a un antibiótico, cuando se multiplica e incluso al realizar la conjugación con otra bacteria receptora le confiere la resistencia al antimicrobiano,⁶ en cuestión de mecanismos de intercambio genético a través del cual un microorganismo como *Escherichia coli* puede obtener multirresistencia y superresistencia a una amplia gama de antimicrobianos.^{19,23}

En relación a los muestreos de microorganismos, existen diversas formas para obtener las muestras del aire ambiental, destacando las de sedimentación, en caja de Petri con Agar Sangre (AS) por exposición de 20 minutos para quirófanos, o en Agar Soya Trypticasea (AST) por 15 minutos de exposición para áreas controladas como el mejor medio de recuperabilidad microbiana.¹⁷ Mediante esta metodología ha sido posible recuperar enterobacterias provenientes de aerosoles que de manera particular mostraron patrones de resistencia a los antimicrobianos y a metales pesados y que por sus características genotípicas presentan incrementada su virulencia²⁴ por lo que la presencia de este tipo de microorganismos podría representar riesgos para la salud y se sabe que en los bioaerosoles podría ser impactante su presencia para la salud humana.^{24, 25}

Otro método importante, que quizá permita estimar el riesgo derivado de la exposición a microorganismos es el Muestreador Andersen (MA) que representa una técnica mecánica en 15 minutos de exposición en agar extracto de malta o en agar soya tripticaseína.¹²

Nacionales

Estudio retrolectivo, descriptivo, longitudinal, observacional, realizado en los servicios de Infectología Neonatal (Inf), Cirugía (Qx), Unidad de Terapia Intensiva (UTI) y Neonatología (Neon) del Instituto Nacional de Pediatría (INP), en el periodo comprendido de enero de 1994 a diciembre de 1996. Se incluyeron los pacientes neonatos, de ambos sexos, con IN neonatal documentada por el Comité de Infecciones Nosocomiales del Hospital. Resultados: Se registraron 309 casos de IN neonatal (149 en Neonatología, 89 en Infectología, 36 en UTI y 35 en Cirugía); 40% sexo femenino, 60% masculino; 30% recién nacidos prematuros, 70% de término. Tasa de IN neonatal global: 0.15%. La tasa de mortalidad global por IN neonatal fue del 1.43 por 100 egresos. La edad promedio al ingreso fue 10.3 días (0-45 días); estancia intrahospitalaria promedio 36 días (intervalo 3-161). Principales sitios de infección: bacteremia en 49% de los casos, neumonía 23%, vías urinarias 9.2%, herida quirúrgica 6.4%. Gérmenes predominantes: *Klebsiella pneumoniae* 38.8%, *Staphylococcus epidermidis* 20.3%, *E. coli* 13.2%, *Enterobacter cloacae* 11.6%, *Pseudomonas aeruginosa* 11%. Conclusiones: La tasa, mortalidad y sitio de infección coinciden con los publicados en la literatura, no así los gérmenes, pues se observó un predominio de *K. pneumoniae*.²⁶

En el Instituto Nacional de Pediatría (INP) se realizó un estudio transversal, retrospectivo de enero del 2004 a diciembre del 2005 de pacientes que tuvieron infección nosocomial; se analizó su frecuencia anual por servicio, la tasa general de infecciones nosocomiales en el 2004 fue de 4.7 infecciones por 100 egresos. La tasa más alta ocurrió en el Servicio de Neonatología. En el 2005 disminuyó la tasa de infecciones nosocomiales generales a 4.5. Las infecciones nosocomiales predominantes en el INP son las bacteriemias, neumonías e infecciones de vías urinarias. En el Servicio de Terapia Intensiva las infecciones nosocomiales ocuparon el 5° y el 10° lugar en 2004 y 2005 respectivamente.²⁷

Se analizó el perfil epidemiológico de las infecciones nosocomiales de un hospital de alta especialidad del sureste mexicano, ocurridas de enero a junio del año 2006.

Utilizando en estudio de cohorte, prospectivo, longitudinal y analítico. Se analizaron 347 infecciones nosocomiales (IN) de 6545 egresos hospitalarios. Se realizó análisis bivalente de las IN, sexo, edad y servicio. Se calculó Riesgo Relativo (RR) con su correspondiente intervalo de confianza al 95%.

La significación estadística se evaluó por medio de la prueba Chi-cuadrado de Pearson, rechazando la hipótesis nula para una $p < 0.05$. En cuanto a los servicios y sitios de infección se analizó las tasas de ataque y de los gérmenes se observó los porcentajes más frecuentes. Resultados. La incidencia de las IN fue de 5.3 infecciones por 100 egresos y la letalidad de 4.03%. En general el 32.56% de las IN se observó en la población de 60 y más años de edad. No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos. Las tasas específicas más altas correspondieron a los servicios de Cirugía plástica, Neurocirugía, Neumología, Traumatología, Terapia intensiva adultos, Hematología, Infectología, Cirugía, Urología y Medicina interna, con RR y diferencias estadísticamente significativas. En general la flebitis, bacteriemia relacionada a tratamiento intravenoso y la infección relacionada a catéter, concentraron el 90% de las IN. Los gérmenes mayormente aislados fueron *Escherichia coli*, *Estafilococo coagulasa negativo*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*. **Conclusión.** La morbilidad de las IN fue inferior a lo reportado por la mayoría de los estudios consultados. En el periodo estudiado predominaron las flebitis con menos letalidad que la neumonía y la infección de herida quirúrgica profunda. Es primordial hacer énfasis en la vigilancia activa para identificar los casos y aislar los gérmenes, evitar su propagación y lograr reducir los costos de la institución, además de evitar el subregistro y conocer el impacto de la morbilidad y mortalidad atribuible a IN.²⁸

Estatales

En el estado de Hidalgo, los factores de riesgo identificados para la presencia de una infección nosocomial son vía venosa periférica, catéter venoso, sonda vesical simple y ventilación mecánica. Los gérmenes aislados de cultivos de estos paciente han tenido como resultado crecimiento de colonias de *E. coli*, *S. aureus*, *S. epidemirmidis*, *Pseudomona aeruginosa* y *Achromobacter sp.* Los servicios con mayor presencia de

infecciones son medicina interna, pediatría y ginecología y obstetricia. Los principales sitios de infección nosocomial son pulmones, herida quirúrgica superficial bacteriemia no demostrada en niños, IVU y sepsis.²⁹

Regionales

Todos los hospitales que del sector salud, cuentan con un sistema de vigilancia epidemiológica de infecciones nosocomiales, así como reporte correspondiente a su normativa federal, ya sean casos o brotes.

Marco Teórico

Las infecciones nosocomiales tienen un gran impacto directo en la mortalidad hospitalaria, el riesgo de morir es dos veces mayor cuando un enfermo adquiere un proceso infeccioso en el hospital³⁰ son más frecuentes en niños menores de un año y en adultos mayores e incrementan el costo de la atención médica al consumir mayores recursos.³¹

Estas infecciones adquieren cada día mayor relevancia por su frecuencia e importancia económica, social y de salud. Su incidencia en un período dado puede ser tomada como indicador de la calidad de la atención médica y para medir la eficiencia de un hospital junto a otros indicadores de morbilidad y mortalidad y de aprovechamiento de recursos. Las infecciones nosocomiales constituyen actualmente un importante problema de salud a nivel mundial, no solo para los pacientes sino también para su familia, la comunidad y el estado. Afectan a todas las instituciones hospitalarias y resulta un pesado gravamen a los costos de salud. Las complicaciones infecciosas entrañan sobrecostos ligados a la prolongación de la estadía hospitalaria (1 millón de días en hospitalización suplementaria cada año es una cifra constantemente citada); están asociadas también con los antibióticos costosos, las reintervenciones quirúrgicas, sin contar con los costos sociales dados por pérdidas de salarios, de producción, etc.³²

Algunos autores en sus trabajos coinciden que la infección nosocomial más frecuente es la neumonía nosocomial, para otros las más frecuentes son las infecciones de vías urinarias y de heridas quirúrgicas quedando la neumonía nosocomial al tercer lugar.

Los factores que favorecen una infección nosocomial son extrínsecos, que afectan ya sea al agente infeccioso o al riesgo de una persona de verse expuesta a este agente; los factores ambientales relativos incluyen el ambiente animado e inanimado que rodea al paciente. El ambiente animado se refiere al personal de atención en salud, otros pacientes en la misma unidad, familia y visitas. El ambiente inanimado incluye el instrumental y equipos médicos, así como las superficies ambientales. Otros factores de riesgo asociados al ambiente de atención en salud son las condiciones de salubridad, limpieza de la unidad, temperatura y humedad, así como las técnicas de diagnóstico y maniobras terapéuticas empleadas.⁹

En la transmisión aérea de las infecciones nosocomiales los microorganismos pueden permanecer largos periodos de tiempo, o partículas de polvo que contienen el agente infeccioso, aunado a que en los ambientes hospitalarios mantienen reservorios microbianos en las superficies de equipos, instrumentos, mesas, etc. desde donde pueden transmitirse por manos contaminadas hacia los pacientes, quienes en un estado de inmunosupresión o de susceptibilidad desencadenan una infección hospitalaria.

En las últimas décadas ha quedado demostrado el rol del aire en la inevitable transmisión de microorganismos y otras sustancias nocivas para la salud, no sólo de los pacientes internados, sino también del personal que se desenvuelve en el ambiente hospitalario. Un estudio recientemente publicado en la AORN Journal (junio 1999) relata una investigación en la cual mediante una serie de muestras de aire tomadas en quirófanos se pudo comprobar la presencia en el aire de microorganismos y de otros elementos como pelusas, fibras de tela provenientes de camisolines y campos quirúrgicos. Se comparó el uso de ropa confeccionada con pulpa de poliéster versus con polipropileno. Los hallazgos microbiológicos fueron más

bajos cuando se usó ropa realizada con polipropileno. Los microorganismos hallados fueron *Staphylococcus aureus* y *epidermidis*, *Micrococcus* sp., *Corynebacterium* sp., *Bacillus* sp., *Stenotrophomonas maltophilia*, *Burkholderia cepacia*, *Cándida* sp.

No se recomiendan cultivos de vigilancia sistemáticos salvo en situaciones en que las muestras tengan importancia epidemiológica y los resultados puedan aplicarse para adoptar medidas de control de infección.³³

Planteamiento del problema

a) Enunciado del problema

Se sabe que 1×10^3 bacterias de morfología bacilar en el aire de áreas controladas representan riesgo para la salud humana, que las bacterias se estresan y sintetizan proteínas para sobrevivir en condiciones adversas, pero que además esta situación les permite ser más virulentas, modificando su metabolismo y su forma hasta el regreso a condiciones favorables.³⁴⁻³⁸

Estas condiciones de adversidad podrían ocurrir en la comunidad o en el hospital, aunque es en este donde se han detectado las cepas microbiológicas con características de resistencia a los antimicrobianos en su mayoría correspondientes a cepas intrahospitalarias que a cepas procedentes de la comunidad, particularmente *E.coli* y *Pseudomona aeruginosa* y *Enterococcus* entre otras³⁹ incluso se han aislado *E. coli* y *K. pneumoniae* productoras de beta lactamasa con mayor prevalencia de cepas intrahospitalarias que comunitarias.⁴⁰

El aire no incluye solamente microorganismos transmisores de enfermedades vía respiratoria, sino una amplia variedad de microorganismos, entre ellos saprófitos y productos de la aerolización, fragmentos de paredes celulares, flagelos y material genético, metabolitos, compuestos orgánicos volátiles, endotoxinas y micotoxinas, en aire interno puede contener microorganismos que afectan en la salud humana y al medio ambiente, asociado con los bioerosoles que pueden contener partículas de entre 0.5-30 μm de diámetro, la concentración de los microorganismos presentes en bioerosoles varía dependiendo de la dispersión y la deposición, se encuentran asociados con partículas dependientes del tamaño, la densidad, la humedad y la

temperatura, que cuando son extremas intervienen como factores ambientales y favorecen la variedad de microorganismos, hongos, bacterias, virus y quistes de amibas, los microorganismos se estresan durante su transporte pero las que sobreviven y generan daños adversos en salud, la ingestión, inhalación y el contacto por la piel son las rutas de exposición del humano y como resultado estados adversos de efectos en la salud, el humano inhala aproximadamente 10 m³ de aire por día y podrá alojar partículas de 1 a 2 um de diámetro en los alveolos y presentar severas infecciones, asma, hipersensibilidad pneumonitis y otras asociadas con la exposición a bioaerosoles.⁴¹⁻⁴³

El objetivo de tomar muestras de partículas biológicas del aire no tiene que afectar la habilidad para detectar organismos en lo que respecta a alteraciones en el cultivo y la integridad biológica, esta habilidad depende de las características físicas y biológicas de los microorganismos y de los instrumentos para tomar la muestra, los métodos empleados para la colecta cuantitativa de los bioaerosoles muestreados, impactación, medio líquido y filtración, por gravedad en caja abierta con agar, Muestreador Andersen y la filtración en medios de cultivo líquidos, estudios de microscopia, bioquímicos, inmunoensayos y PCR.^{13,43, 44}

Derivado de que la vigilancia epidemiológicas es un proceso regular y continuo de observación de las principales características y componentes de la morbimortalidad en una comunidad, muy útil para investigación, planeación y evaluación de las medidas de control en la salud pública,⁵⁸ y de que de manera específica se desconoce el volumen de microorganismos que circula en quirófanos y áreas de hospitalización, así mismo se desconoce la existencia de correlación entre las cepas obtenidas del aire intrahospitalario y las cepas de microorganismos presentes en los pacientes, el presente proyecto pretende dar respuesta a las siguientes incógnitas:

b) Preguntas de investigación

¿Cuáles es el volumen microbiológico de exposición en área de cueros y ante este análisis cual es la propuesta desde la epidemiología ambiental para disminuir las infecciones nosocomiales?

¿Cuáles son las especies de cepas bacterianas a las que están expuestos los neonatos y cuáles son sus perfiles de resistencia a antimicrobianos?

c) Justificación

Las infecciones nosocomiales permanecen como un problema notable de salud pública de gran importancia económica y social, se han mantenido como un considerable desafío para las instituciones de salud y el personal responsable de su atención en las unidades donde se presentan, principalmente en las unidades de tercer nivel. Su importancia clínica y epidemiológica se sustenta en que condicionan altas tasas de morbimortalidad, e inciden en los años de vida potencialmente perdidos de la población que afectan, a lo cual se suma el incremento de los días de estancia hospitalaria y los altos costos de atención,⁴⁵⁻⁴⁷ estos aspectos resultan por demás trascendentes para investigar sobre infecciones nosocomiales, una de las áreas desprotegidas prácticamente a nivel hospitalario tiene que ver con la salud ambiental del entorno hospitalario, la falta de seguimiento desde la vigilancia epidemiológica y la falta de patrones estandarizados respecto a calidad ambiental hacen necesario que los hospitales cuenten con dichos patrones o parámetros que en un futuro permitirán ejercer la epidemiología ambiental fundamentada en parámetros comparables, donde efectivamente se sustente la calidad de los servicios de higiene intrahospitalaria y de impacto positivo en el incremento de la capacidad académica de los encargados de ejercer la vigilancia epidemiológica ambiental en el hospital, misma que representa de manera importante ponerle atención.

La realización de este proyecto abonaría a sentar las bases académicas para efectuar la vigilancia epidemiológica considerando el entorno ambiental fundamentado en metodología que hasta el momento no se aplica, realizar la captura de factores de

riesgo de manera sistematizada y realizar su captura en bases de datos que faciliten su análisis con la finalidad de que esto permita calificar y perseguir estándares de calidad ambiental, este proyecto permitiría a su vez interpretar una realidad subjetiva hasta el momento en cuanto a la colecta de microorganismos intrahospitalarios como un modelo de vigilancia epidemiológica ambiental intrahospitalaria, que a su vez repercutiría en disminuir las infecciones nosocomiales y sus costos por dichos servicios.

d) Objetivos

General:

- Determinar el volumen microbiológico de exposición a microorganismos a que están expuestos los neonatos en área de cuneros a un metro cúbico de aire de exposición de un hospital de segundo nivel.

Específicos:

- Determinar el volumen microbiológico total de exposición de UFC de microorganismos de los servicios de neonatos.
- Determinar los perfiles de resistencia a los antimicrobianos de aquellas cepas detectadas por hisopado de áreas de cuneros.
- Establecer un modelo para implementar epidemiología ambiental intrahospitalaria para área de cuneros.
- Estimar riesgo para neonatos en hospital de segundo nivel.
- Construir una propuesta para ejecución de la epidemiología ambiental para control microbiológico en cuneros de neonatos.

e) Hipótesis

Por el tipo de diseño no es necesario probar una hipótesis, estos diseños son más bien generadores de hipótesis.

Este proyecto requiere aplicaciones de estadística descriptiva y aunque no se requiere de probar una hipótesis se realizará análisis comparativo entre el volumen detectado de microorganismos por ambos métodos.

Material y métodos

Diseño del estudio

Se realizará un estudio de diseño observacional descriptivo de tipo ecológico de carácter retrospectivo.^{48,49}

Ubicación espacio- temporal

Espacio: Cuneros de hospital de segundo nivel, Hidalgo.

Tiempo: 2011

Unidad de estudio: Microorganismos bacterianos detectados en el entorno intrahospitalario (cuneros). Mediante monitoreo ambiental del aire interno por el método de caja abierta, así como por hisopado de superficies, toma de aire, toma de oxígeno, mesa Pasteur y lavabo del médico.

Unidad de análisis: Volumen de microorganismos bacterianos, así como la variabilidad de las bacterias detectados y analizadas mediante una base de datos retrospectiva con duración de un año correspondiente a 2011, tomadas de registros respecto a los resultados obtenidos previamente y procesados en una base de datos en Excel y analizados en SPSS-21

Selección de la población de estudio

Criterios de inclusión

Resultados obtenidos de monitoreo ambiental del aire en caja abierta y por hisopado.

Criterios de eliminación

Aquellos datos que correspondan a otro tipo de análisis aun en el contexto, pero que no son de monitoreo ambiental o de hisopado.

Muestra

Base de datos en Excel correspondiente a 14 muestreos realizados en áreas de cuneros.

Fuentes de información

Registros hospitalarios correspondientes a muestreos de aire y por hisopado de superficies.

Variables

Operacionalización de las variables:

Variable	Dimensión	Indicador	Escala de valor
-Volumen bacteriológico	Eco-Microbiológica	Número de UFC/m ³ que crecieron en 24 horas	Mayor a 1x10 ³ microorganismos totales=Con Riesgo para la Salud Menor a 1x10 ³ microorganismos= Sin Riesgo para la Salud.
-Tipo de bacterias	Eco-Microbiológica	-Morfología bacteriana. -Gram + o Gram - - Número de UFC/m ³ de bacilos, Gram negativos, Fermentadores de CHOs que crecieron en 24 horas -Género y especie.	Mayor a 1x10 ³ bbacilos Gram negativos=Con Riesgo para la Salud. Mayor a 1x10 ³ Enterobacterias=Con Riesgo para la Salud. Menor a 1x10 ³ Bacilos Gram negativos= Sin Riesgo para la Salud. Menor a 1x10 ³ Enterobacterias= Sin Riesgo para la Salud Género y especie de cada uno de los microorganismos.
-Bacterias ambientales cuneros	Eco-Microbiológica y Epidemiológica.	Son las UFC de bacterias del aire o ambiente intrahospitalario y que crecieron en las cajas abiertas por exposición de 15	Biodiversidad de los microorganismos que por frecuencia o su presencia signifiquen riesgo para la salud.

		minutos de aire e hisopado.	
-Bacterias de infección nosocomial	Eco-Microbiológica y Epidemiológica.	Son las UFC de bacterias de pacientes que presentaron infección nosocomial y que aisladas se emplearan para el estudio de resistencia a los antimicrobianos y correlación con cepas ambientales.	Biodiversidad de los microorganismos que por frecuencia o su presencia signifiquen riesgo para la salud.
-Infección nosocomial	Epidemiológica.	Infección bacteriana detectada pos-hospitalización que fue adquirida durante su estancia hospitalaria	Tipo de microorganismo y sus perfiles de resistencia a los antimicrobianos.
-Resistencia a los antimicrobianos	Microbiológica	Crecimiento con antibiótico.	Resistente, susceptible e intermedio de acuerdo la método de Bauer kyrby
-Cuneros	Ecológica-ambiental	Entorno saludable	Positivo: Bien Regular y mal Negativo: muy mal

Plan de análisis

Tipo de estudio: observacional descriptivo de tipo ecológico de carácter retrospectivo.^{48,49}

Para el análisis estadístico se empleará Excel y SPSS-21.

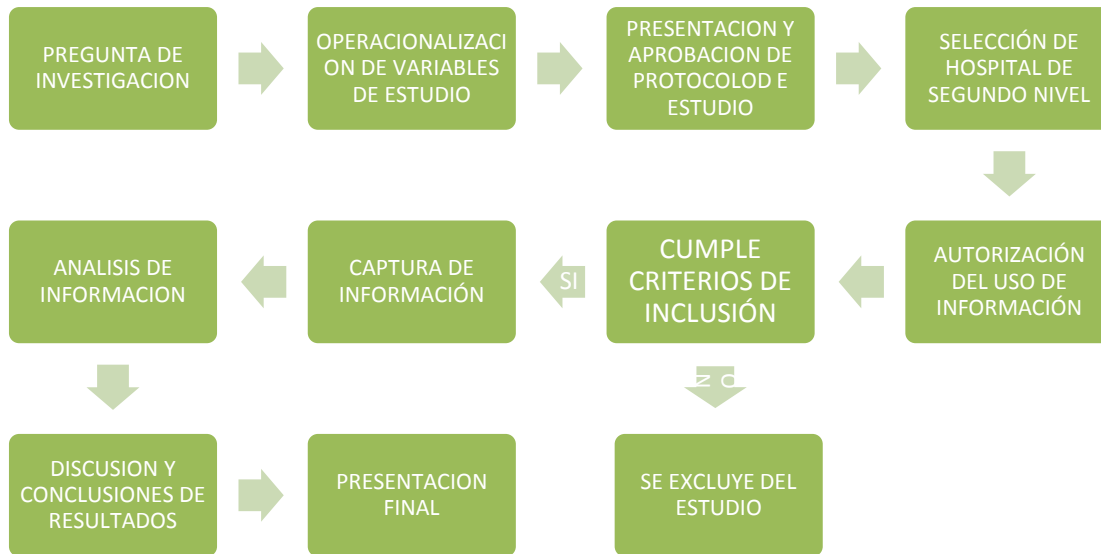
Se realizaron tablas de 2x2 con la información obtenida de la base de datos respecto a cuneros tomando a la unidad de estudio como los microorganismos bacterianos detectados en el entorno hospitalario (cuneros) y como la unidad de análisis el volumen de microorganismos bacterianos, así como la variabilidad de las bacterias detectadas, obteniendo frecuencia, porcentaje y promedio.

Ruta crítica

El proceso de la investigación iniciará con el planteamiento del proyecto, se solicitará información previa autorización de directivo al servicio de epidemiología de un hospital de segundo nivel de los resultados obtenidos en los muestreos de aire y de hisopados en el servicio de cuneros durante el año 2011.

Mediante los criterios de inclusión se realizó el análisis de la información mediante el software especializado SPSS versión 21.

Diagrama de ruta crítica



Aspectos Éticos

De acuerdo a la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud ésta investigación se clasifica sin riesgo pues se emplearán técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.⁵⁰

Cronograma de actividades

Actividades programadas	Septiembre	Octubre	Noviembre
Pregunta de investigación	X		
Operacionalización de las variables	X		
Presentación y aprobación del protocolo de estudio	X		
Selección de hospital de segundo nivel	X		
Autorización del uso de la información	X		
Revisión de criterios de inclusión	X		
Captura de información		X	
Análisis de información		X	
Discusión y conclusiones de resultados		X	
Presentación final			X

Presupuesto

Recursos humanos: participación del investigador principal quien también desempeñara la función de capturista de datos.

Financieros: El costo fue de \$2,500, financiado por el investigador del proyecto.

Recursos materiales: Base de datos respecto a cuneros. Para el análisis estadístico se empleó Excel y SPSS-21.

Resultados

Los resultados obtenidos hacen referencia a un total de 14 muestreos realizados en área de cuneros de un hospital de segundo nivel del estado de Hidalgo, donde solamente 5 (37.5%) de estos dieron positivo al crecimiento de UFC de tipo mesófilos, entre los datos obtenidos al respecto destacan el crecimiento de este tipo de bacterias con 6 UFC, que arrojan un total de 228 UFC/m³ de aire, 5 UFC con 190 UFC/m³, 2 UFC con 76 UFC/m³, 8 UFC con 304 UFC/m³, 3 UFC con 114 UFC/m³ y 5 UFC con 182 UFC/m³ (Tabla I, Gráfica 1).

Al realizar un análisis respecto a la frecuencia de positividad por técnica de hisopado en cuneros de un hospital de segundo nivel, destaca que en 12 (85.7%) el resultado fue negativo, estos corresponden a la toma de aire y 2 (14.2%) que denotaron positividad muestran más de 100,000 microorganismos mesófilos aerobios, estos de igual manera en la toma de aire (Tabla II, Gráfica 2).

Respecto a la técnica de hisopado la positividad de mesófilos aerobios en la mesa Pasteur en un hospital de segundo nivel, los hallazgos obtenidos denotan que se detectó positividad en uno de los muestreos (7.1%), positividad registrada con 30 UFC de mesolíticos aerobios, 13 muestras resultaron negativas (Tabla III, Gráfica 3).

Cabe señalar que el tipo de muestreo realizado por el método de caja abierta al que se denomina como método de lluvia bacteriana, según lo que aporta personal que realiza este tipo de trabajo lo realizan al ras del piso, que la distancia que existe del piso a la superficie de la cuna del neonato es de 90 centímetros, esto señala de acuerdo con algunas investigaciones que en los siguientes 10 centímetros se encuentra ubicado el neonato. Lo que sugiere que al realizar el cálculo de número de UFC detectadas por la constante de 38 UFC, el dato que denota UFC/m³ de aire, prácticamente está dejando sin la posibilidad medir la exposición real a la que está expuesto el neonato.

En cuanto a la cantidad de UFC del lavabo del médico, el hallazgo detectado confirma por qué es importante que se realice constantemente y de manera adecuada el lavado de manos, ya que se detectó un total de 80 UFC de mesófilos aerobios en uno

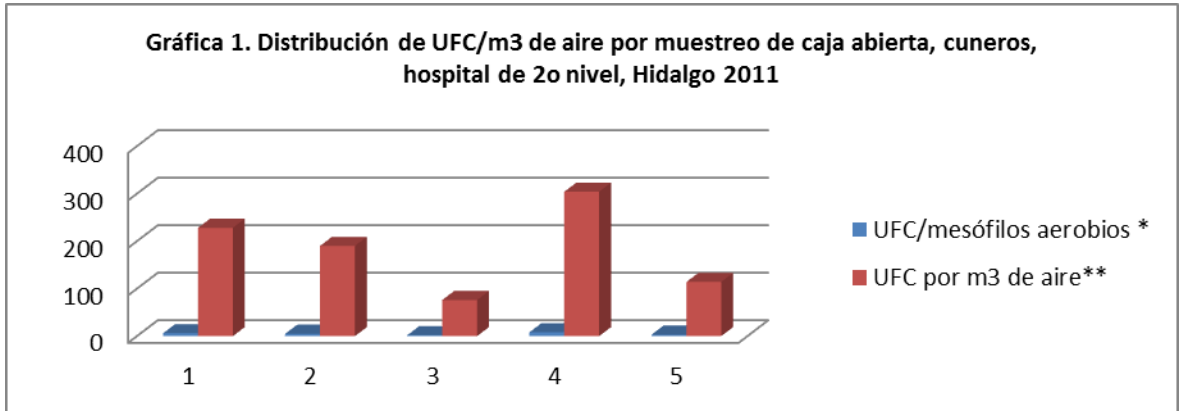
de los 14 muestreos y corresponde al (7.1%), como negativos 13 de ellos (93%). (Tabla IV, Gráfica 4)

Mediante la revisión exhaustiva en lo que respecta a los registros revisados para la construcción de la base de datos y un concentrado de esta para su análisis, los hallazgos permiten descubrir, que no se realiza la tipificación de las cepas bacterianas, es decir, que no se identifican, además, de que no se les realiza antibiograma a dichas cepas y por lo tanto, no existe la posibilidad de saber, primeramente que bacterias son las detectadas y cuáles son sus posibilidades de impactar con alguna infección nosocomial a neonatos, ya que no se tienen datos de resistencia a los antimicrobianos. Además de que al parecer no se realizan completos los muestreos, esto podría impactar en riesgos para la salud de los neonatos, es por eso que, al realizar esta evaluación de la manera como se ejecutan los monitoreos y la forma en que se realizan los reportes de sus resultados, no aporta ventaja epidemiológica para buscar controlar eventos epidemiológicos en este o cualquier otro servicio donde no se realice de manera sistematizada y con la finalidad de evitar brotes, más que buscar controlar aquellos que han aparecido.

Tabla I. Distribución de UFC/m³ de aire en cuneros de un hospital de segundo nivel, Hidalgo

Monitoreo de aire		UFC por m³ de aire**
Mesófilos aerobios/UFC/15 min	6	228
Mesófilos aerobios/UFC/15 min	5	190
Mesófilos aerobios/UFC/15 min	2	76
Mesófilos aerobios/UFC/15 min	8	304
Mesófilos aerobios/UFC/15 min	3	114
Promedio	5	182

Fuente: resultado de muestreos de aire en caja abierta por 15 minutos de exposición en el piso.

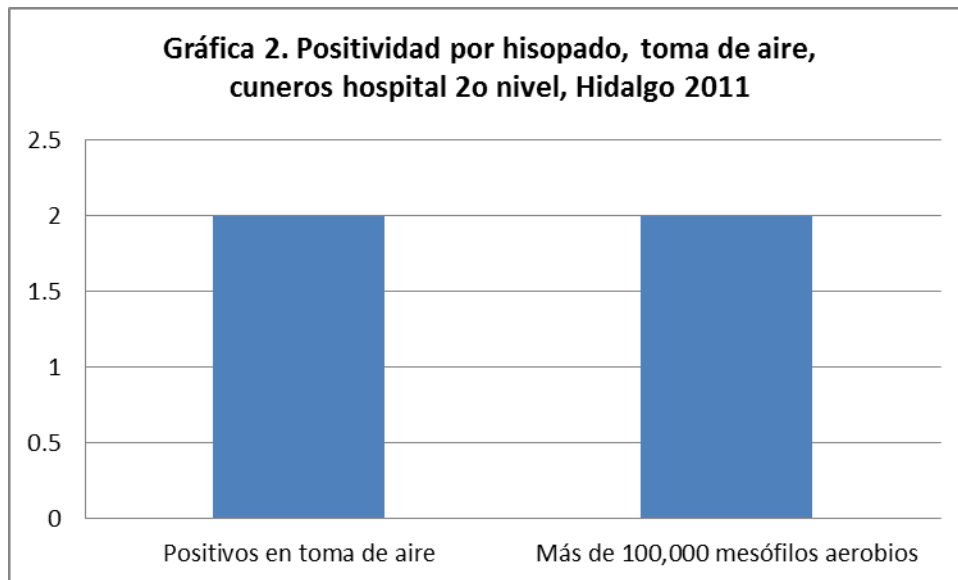


Fuente: Resultado de muestreos de aire en caja abierta por 15 minutos de exposición en el piso.

Tabla II. Frecuencia de positividad por técnica de hisopado en cuneros de un hospital de segundo nivel, Hidalgo

Muestreos	14
Positivos	2
Más de 100,000 mesolíticos aerobios	2

Fuente: Resultado de muestreos de toma de aire por técnica de hisopado.

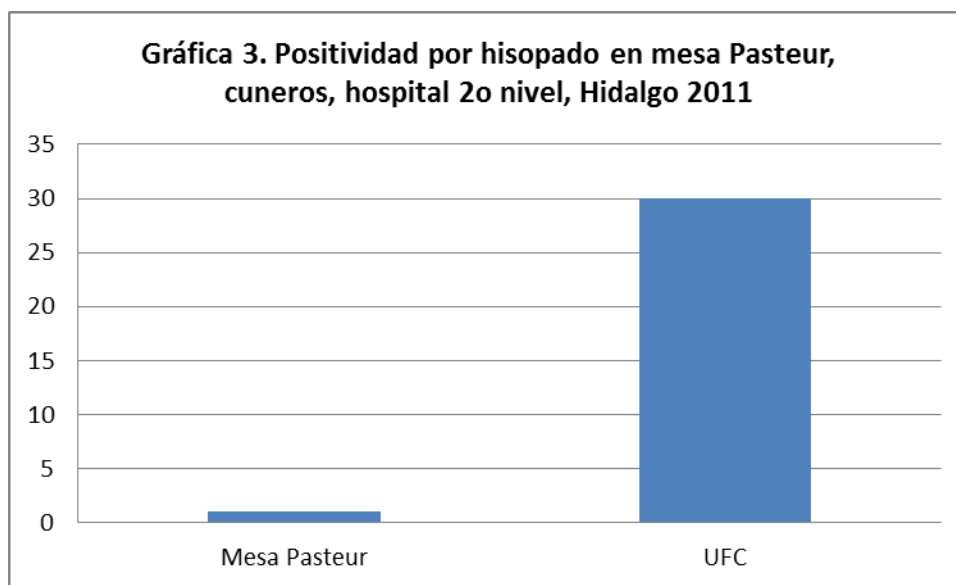


Fuente: Resultado de muestreos de toma de aire por técnica de hisopado.

Tabla III. Positividad de mesófilos aerobios por técnica de hisopado en mesa Pasteur en un hospital de segundo nivel, Hidalgo

Muestras	14
Positivos	1
UFC de mesófilos aerobios	30

Fuente: Resultado de muestreos en mesa Pasteur por técnica de hisopado.

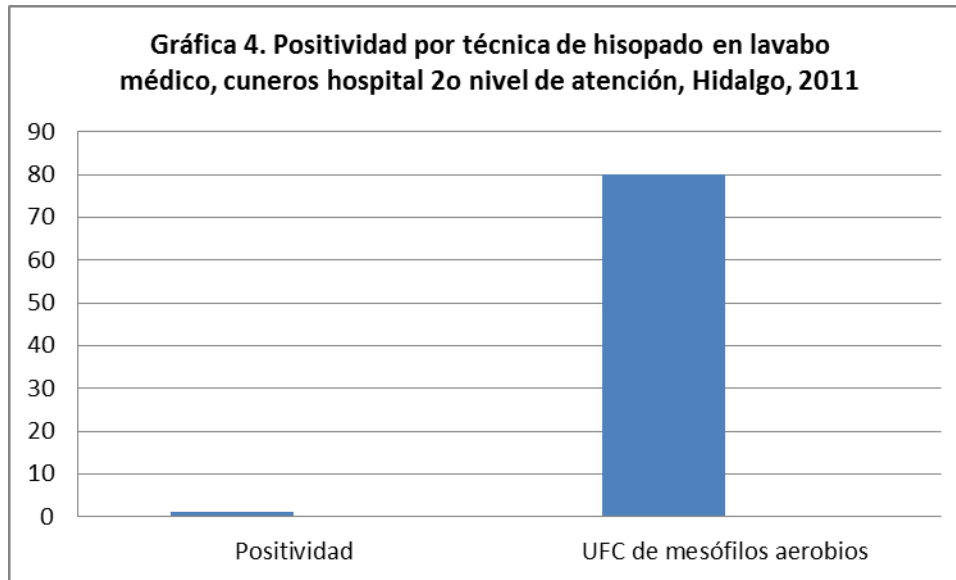


Fuente: Resultado de muestreos en mesa Pasteur por técnica de hisopado.

Tabla IV. Positividad en lavabo del médico en área de cuneros en un hospital de segundo nivel, Hidalgo

Muestras	14
Positivos	1
UFC de mesófilos aerobios	80

Fuente: Resultados de muestreos por técnica de hisopado.



Fuente: Resultado de muestreos en lavabo médico por técnica de hisopado.

No fue posible realizar otro análisis derivado de la realidad epidemiológica detectada en área de cuneros respecto a la forma de su realización.

Discusión

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, resulta trascendente señalar que existen algunos aspectos en los que el presente análisis permite en primera instancia realizar una propuesta de trabajo sistematizada con énfasis en *Epidemiología ambiental* que seguramente su impacto a nivel hospitalario se verá reflejado en el conocimiento constante y complementar el panorama epidemiológico hospitalario, es importante que se ejecute la propuesta de tal manera que asegure mejor calidad ambiental intrahospitalaria, lo que requiere ir más allá de lo que se plantea como control ambiental, refiriéndose como tal asegurar que los artículos del cuidado del paciente y las superficies de contacto sean limpiados diariamente.⁶¹

La experiencia obtenida al realizar el análisis de los registros de control de microorganismos reflejan varios aspectos a considerar, el primero es que normalmente se tiene que buscar detectar y calcular la exposición a cierto volumen de

microorganismos/m³ de aire, esto es, que, los datos obtenidos señalen a que volumen de exposición microbiológico está expuesto el paciente, se supone que por cada microorganismo que se impacta en una caja de cultivo que contiene Agar Soya Tripticasa, que se expone por 15 minutos, existen 38 UFC por lo menos,⁵¹⁻⁵⁵ de ahí que utilicemos esta constante para realizar dicha estimación, aunque lo más correcto sería utilizar un simulador del sistema respiratorio humano representado por el muestreador Andersen o cualquiera otro en su tipo como lo es el Air Ideal TM para microorganismos, llevar el muestreo al ras del piso no permite por ende realizar dicha estimación.^{17,49,51-55}

Los microorganismos al permanecer en ambientes donde no existen sus condiciones ambientales optimas, es decir, en ambientes estresantes, en su lucha por sobrevivir, modifican aspectos de su biología interna y conforman mecanismos de virulencia, de ahí la importancia de conocer primeramente que tipo de bacterias están presentes en los muestreos y en segundo lugar cuál es su perfil de resistencia a antimicrobianos, entre otros factores de virulencia.^{12,42-44,55}

Los métodos de hisopado realizados en este tipo de ambientes, permiten solamente dar una idea de si existe contaminación microbiológica, o por ejemplo en manos o superficies como los lavabos, para activar alertas de educación para la salud en personal responsable de ejecutar acciones en pro de la salud, cuán importante es el lavado de manos realizado oportuna y correctamente, pero no aportan en el aspecto de entorno ambiental, de epidemiología ambiental intrahospitalaria, sobre todo el diseño inmediato de estrategias tendientes a mitigar o controlar eventos epidemiológicos intrahospitalarios, , lo que refuerza que se debe contar con pruebas bacteriológicas del medio ambiente como una actividad de control de calidad de las prácticas de limpieza, y no solo en investigación de brotes con presunto foco de infección ambiental o en áreas de diálisis peritoneal para vigilancia de la calidad del agua utilizada para ello.⁶³

Propuesta para epidemiología ambiental

La presente consiste en la realización de muestreos por duplicado en salas de hospitalización, quirófanos, en área de cuneros por el método de caja abierta, en caja de Petri de 90 mm de diámetro abierta, conteniendo Agar Soya Trypticaseína (AST) con un tiempo de exposición de 15 minutos⁵⁴⁻⁵⁹ a la par de cada uno de los muestreos en caja abierta se realizará el muestreo en el Muestreador Andersen en AST por 15 minutos de exposición. Los muestreos son del tipo de conglomerados sistematizados a la 1 pm de la tarde y con relojes sincronizados en todos los servicios, las muestras de quirófanos se realizarán por la mañana previo a la ejecución de alguna cirugía y contando con la información respecto al tipo de higiene aplicada y considerando el tiempo de su aplicación.

El medio de cultivo AST se prepara disolviendo a razón de 40 gr en 1000 ml de agua destilada, se ajusta el pH a 7.3 más menos 0.1, se esteriliza en autoclave a 121 grados centígrados, 15 libras de presión durante 15 minutos, ya frío se vacía en cajas de petri de 90 mm de diámetro, las cuales se utilizaran posteriormente para la toma de las muestras del entorno intrahospitalario. Para el aislamiento a cultivo puro, este se realiza en tubos de 13x100 con 5 ml de AST inclinado⁶³ la ubicación de la zona de muestreo tanto en quirófanos como en salas de hospitalización, se determinará mediante un recorrido y una prueba piloto respecto a la distribución arquitectónica de cada uno de los servicios de hospitalización buscando sistematización en el proceso de la toma de muestra y en el trabajo realizado en el laboratorio de microbiología.

Tratamiento de las muestras

Primera Fase: Incluye, colecta en los medios de cultivo, cuenta de UFC, aislamiento a cultivo puro, tipificación y cálculos estadísticos.

Segunda fase: Incluye una colección de cepas del entorno ambiental por hisopado intrahospitalario de área de cuneros. Así como la realización de la propuesta desde la epidemiología ambiental.

Muestreos en caja abierta

Se realiza monitoreo ambiental epidemiológico a 1 metro de altura, Una vez colectada la muestra en las cajas de cultivo, se incuban a 37 grados centígrados durante 24 horas, tiempo en el que se cuantificaran la UFC (Unidades formadores de Colonias) empleando un cuenta colonias, posteriormente se aíslan en caja de cultivo con AST fraccionado en 16 secciones, tipificación y análisis estadístico para calcular exposición humana/m³ de aire así como para evaluar el impacto de riesgo dependiente del volumen microbiológico, principalmente de enterobacterias.

Muestreos en Muestreador Andersen

Toma de muestras por el Muestreador Andersen. Se coloca previamente las cajas de cultivo con AST en el muestreador y se controla la toma de la muestra por 15 minutos. De igual manera se cuentan las UFC luego de ser incubadas y se realizan los cálculos para estimar el volumen microbiológico de exposición humana, de la misma manera para evaluar el impacto de riesgo dependiente del volumen microbiológico principalmente de enterobacterias, aunque no se dejaran pasar por alto aquellas cepas que por sus características de virulencia y su presencia representen riesgo para la salud humana. Tipificar las cepas y estudiar sus perfiles de resistencia a los antimicrobianos. Los muestreos se deben realizar a 1 metro de altura a partir de la altura de la superficie de la cuna, sea este por el método de caja abierta con AST por 15 minutos o en Muestreador Andersen, para poder estimar el volumen de exposición a determinados tipos de bacterias.^{17, 49, 51-54}

Criterios para seleccionar las UFC en el laboratorio de microbiología

- Solo se aíslan UFC perfectamente delimitadas, ya que al aislar UFC no delimitadas sobre la superficie del AST favorece su contaminación en cultivo puro y por ende dificulta la tipificación bacteriana.

- La utilización de la tinción de Gram permite diferenciar la variabilidad microbiana y orientar su tipificación, así como desechar aquellas cepas que se encuentren contaminadas.
- Se incluye aquellas cepas de bacterias procedentes de pacientes con infección nosocomial para su tipificación y para la comparación genética entre ambos tipos de cepas.

Criterios de exclusión

- Se excluirán aquellas cepas que luego de las 24 horas de incubación no se encuentren perfectamente delimitadas.
- Aquellas cepas que luego de ser aisladas para la tinción de Gram mostraron contaminación por otras cepas, situación que sesgaría los resultados en la tipificación bacteriana.^{17, 49, 51-,54}

Perfil de resistencia a los antimicrobianos

Este se determinará mediante el método de Bauer Kyrby.^{49, 56}

Tipificar las cepas para estar seguro respecto a que cepa se analiza su sensibilidad a los antimicrobianos⁴⁸ así como la determinación de la sensibilidad por el método de concentración mínima inhibitoria en el equipo vitek 2 compact.⁵⁷

Operacionalización de variables para una propuesta de epidemiología ambiental intrahospitalaria

Variable dependiente.

Variable	Dimensión	Indicador	Escala de valor	Estadística
-Volumen bacteriológico	Eco-Microbiológica	Número de UFC/m ³ que crecieron en 24 horas	Mayor a 1x10 ³ microorganismos totales=Con Riesgo para la Salud Menor a 1x10 ³ microorganismos= Sin Riesgo para la Salud.	Frecuencia, % tasas, media, desviación estándar, varianza, chi ² y Kruskal wallis

-Tipo de bacterias	Eco-Microbiológica	-Morfología bacteriana. -Gram + o Gram - - Número de UFC/m ³ de bacilos, Gram negativos, Fermentadores de CHOs que crecieron en 24 horas -Género y especie.	Mayor a 1x10 ³ bacilos Gram negativos=Con Riesgo para la Salud. Mayor a 1x10 ³ Enterobacterias=Con Riesgo para la Salud. Menor a 1x10 ³ Bacilos Gram negativos= Sin Riesgo para la Salud. Menor a 1x10 ³ Enterobacterias= Sin Riesgo para la Salud Género y especie de cada uno de los microorganismos.	Frecuencia, % tasas, media, desviación estándar, varianza, chi ² y Kruskal wallis
-Bacterias ambientales cuneros	Eco-Microbiológica y Epidemiológica.	Son las UFC de bacterias del aire o ambiente intrahospitalario y que crecieron en las cajas abiertas o en el muestreador andersen.	Biodiversidad de los microorganismos que por frecuencia o su presencia signifiquen riesgo para la salud.	Frecuencia, % tasas
-Bacterias de infección nosocomial	Eco-Microbiológica y Epidemiológica.	Son las UFC de bacterias de pacientes que presentaron infección nosocomial y que aisladas se emplearan para el estudio de resistencia a los antimicrobianos y correlación con cepas ambientales.	Biodiversidad de los microorganismos que por frecuencia o su presencia signifiquen riesgo para la salud.	Frecuencia, % tasas
-Infección nosocomial	Epidemiológica.	Infección bacteriana detectada pos-hospitalización que fue adquirida durante su estancia	Tipo de microorganismo y sus perfiles de resistencia a los antimicrobianos.	Frecuencia, % tasas

-Resistencia a los antimicrobianos -Variables de Tiempo, Lugar y persona; edad, genero)	Microbiológica	hospitalaria Crecimiento con antibiótico.	Resistente, susceptible e intermedio de acuerdo la método de Bauer kyrby	Frecuencia, % tasas
	Epidemiológica	Estaciones del año, donde vive, lugar de estancia hospitalaria, su edad y género	Otoño, invierno, primavera verano Región. Población o comunidad. Servicio de hospitalización. Edad, Género	Estadística descriptiva.
-Quirófanos -Servicios de hospitalización	Ecológica-ambiental	Entorno saludable	Positivo: Bien Regular y mal Negativo: muy mal	Estadística descriptiva Kruskal wallis.

VARIABLES INDEPENDIENTES

Variable	Dimensión	Indicador	Escala de valor	Estadística
-Volumen bacteriológico	Eco-Microbiológica	Número de UFC/m ³ que crecieron en 24 horas	Mayor a 1x10 ³ microorganismos totales=Con Riesgo para la Salud Menor a 1x10 ³ microorganismos= Sin Riesgo para la Salud.	Frecuencia, % tasas, media, desviación estándar, varianza, chi ² y Kruskal wallis
-Tipo de bacterias	Eco-Microbiológica	-Morfología bacteriana. -Gram + o Gram - - Número de UFC/m ³ de bacilos, Gram negativos, Fermentadores de CHOs que crecieron en 24 horas -Género y especie.	Mayor a 1x10 ³ bbacilos Gram negativos=Con Riesgo para la Salud. Mayor a 1x10 ³ Enterobacterias=Con Riesgo para la Salud. Menor a 1x10 ³ Bacilos Gram negativos= Sin Riesgo para la Salud. Menor a 1x10 ³ Enterobacterias= Sin Riesgo para la Salud Género y especie de cada uno de los microorganismos.	Frecuencia, % tasas, media, desviación estándar, varianza, chi ² y Kruskal wallis
-Bacterias ambientales cuneros	Eco-Microbiológica y Epidemiológica.	Son las UFC de bacterias del aire o ambiente intrahospitalario y que crecieron	Biodiversidad de los microorganismos que por frecuencia o su presencia signifiquen riesgo para la salud.	Frecuencia, % tasas

		en las cajas abiertas o en el muestreador andersen.		
-Bacterias de infección nosocomial	Eco-Microbiológica y Epidemiológica.	Son las UFC de bacterias de pacientes que presentaron infección nosocomial y que aisladas se emplearan para el estudio de resistencia a los antimicrobianos y correlación con cepas ambientales.	Biodiversidad de los microorganismos que por frecuencia o su presencia signifiquen riesgo para la salud.	Frecuencia, % tasas
-Infección nosocomial	Epidemiológica.	Infección bacteriana detectada pos-hospitalización que fue adquirida durante su estancia hospitalaria	Tipo de microorganismo y sus perfiles de resistencia a los antimicrobianos.	Frecuencia, % tasas
-Resistencia a los antimicrobianos	Microbiológica	Crecimiento con antibiótico.	Resistente, susceptible e intermedio de acuerdo la método de Bauer kyrby	Frecuencia, % tasas
-Variables de Tiempo, Lugar y persona; edad, genero)	Epidemiológica	Estaciones del año, donde vive, lugar de estancia hospitalaria, su edad y género	Otoño, invierno, primavera verano Región. Población o comunidad. Servicio de hospitalización. Edad, Género	Estadística descriptiva.
-Quirófanos -Servicios de hospitalización	Ecológica-ambiental	Entorno saludable	Positivo: Bien Regular y mal Negativo: muy mal	Estadística descriptiva Kruskal wallis.

Conclusiones

El volumen microbiológico detectado es menor a 1×10^3 microorganismos por m^3 de aire, lo que significa que no existe riesgo en este entorno intrahospitalario para los neonatos, aunque el monitoreo de aire no señala si se trataba de bacilos negativos, sino de mesófilos aerobios.

No es posible determinar mediante los registros si existe riesgo derivado de los perfiles de resistencia de los microorganismos detectados ya que no se efectuó ni tipificación, ni determinación de dichos perfiles.

El lavado de manos oportuno y adecuado representa una rutina necesaria para disminuir los riesgos de infecciones nosocomiales por contaminación cruzada.

Aplicar las estrategias de epidemiología ambiental intrahospitalaria para garantizar la vigilancia activa y especializada de acuerdo a la propuesta para cuneros e incluso para cualquier área de servicios hospitalarios y disminuir así las infecciones nosocomiales o eventos epidemiológicos que impactan en la salud neonatal.

Sugerencias y recomendaciones

Realizar monitoreos ambientales intrahospitalarios acorde a la propuesta y evaluar sus resultados e impacto en la salud humana neonatal, con la finalidad de estandarizar la ejecución de dicha propuesta a las condiciones y necesidades del hospital.

Bibliografía

- ¹ Bennett JV. Infecciones hospitalarias. Editorial Científico-Técnica; 1982; 5-10.
- ² Piédrola Gil M, Domínguez Carmona P, Cortina Greus R, Gálvez Vargas A, Sierra López MC, Sáenz González MC, et al. En infecciones hospitalarias. Medicina Preventiva y Salud Pública. 9ed. Salvat (Barc). 1994; 695-705.
- ³ Henderson DK. Bacteremia due to percutaneous intravascular device. En: Mandell Bennettand Dolin. Principles and practice of infections diseases. 6th ed. New York: Churchill Livingstone; 2005:2587-99.
- ⁴ Tapia R. Infecciones nosocomiales. Salud Pública Méx 1999;41(1):3-4.
- ⁵ Vicent JL. Nosocomial infections in adult intensive-care units. Lancet 2003; 361:2068-77
- ⁶ Suárez E, Núñez L, Puerta A, Guanche H. Convención Internacional Salud Pública. V Congreso Nacional de Higiene y Epidemiología. Infección intrahospitalaria en los Hospitales Ginecoobstetricos de la Ciudad de la Habana. 2002; 4357-4365.
- ⁷ NOM – 045- SSA2- 2005 Para la vigilancia epidemiológica y control de las infecciones nosocomiales
- ⁸ Informe anual epidemiológico sobre enfermedades infecciosas. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), 2007.
- ⁹ Unahalekhaka Akeau. Epidemiología de las infecciones nosocomiales asociadas a la atención en salud. 3: 33,36.
- ¹⁰ Wolman A. El medio ambiente y las enfermedades. Boletín de Oficina Sanitaria Panamericana, 1976; 81 (5): 455-461.
- ¹¹ Solar Pérez, Ma. B. Aire Calidad sanitaria y Biológica, Enfermedades que se transmiten por el aire Riesgos y control. Riesgos Biológicos Ambientales, Serie Salud y Ambiente 1996 (1): 58-65.
- ¹² Rosas I. Yela, A. Eva, S. y Calva, E. Bacterias Entéricas en la atmosfera. Ciencia y Desarrollo 1994 (118): 52-57
- ¹³ Buttner M.P, Willeke, K. and Grinshpun S.A. Manual of Environmental Microbiology. American Society for Microbiology. Sampling and Analysis of Airborn Microorganisms “Bioerosol sampling” 1997; 68: 629-640

- ¹⁴ Dade, W Moeller. Air in the home and community. Environmental health. Harvard University Press London England. 1992; 22-23.
- ¹⁵ Hilda Kruce and Henning, S. Transfer of multiple drug resistance plasmids between bacteria of diverse origins in natural microenvironments. Applied and Environmental Microbiology, 1994; 4015-4021
- ¹⁶ Pérez-Castro, Vázquez, J.A. Mougrabi-Msrahy, M y Ortega, A. Control bacteriológico del aire ambiental en los quirófanos I. Establecimiento del Método. Rev.Med IMSS, 1987; 25-67
- ¹⁷Joames, M. Almazan, M. Díaz A. y Cruz, A. Comparación entre los tiempos de exposición de 15 y 30 minutos en el control ambiental de un área controlada. Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, la Habana Cuba, V Congreso de Microbiología en Guadalajara, 1993.
- ¹⁸ OPS/OMS. Glosario de términos de Salud Ambiental. 1995.
- ¹⁹ Pérez-Castro, Vázquez, J.A. Mougrabi-Msrahy, M y Ortega, A. Control bacteriológico del aire ambiental en los quirófanos I. Establecimiento del Método. Rev.Med IMSS, 1987; 25-67.
- ²⁰Martínez M. Mondaca, M.A. Zemelman, R. Bacilos Gram negativos resistentes a antibióticos en aguas negras de la Ciudad de La Concepción, Chile. Rev. Lat-amer. Microbiol 36: 1934: 39-46.
- ²¹Silva, J. R. Zemelman, R. Mondaca, M.A. Enríquez, C. Merino y C. González. Antibiotic resistant gram negative bacilli isolated from sea water and shellfish. Possible epidemiological implications . Rev. Lat-amer. Microbiol. 1987 (29):165-169.
- ²²López, M. y Alfaro, G. Resistencia a antibióticos en cepas de Salmonella typhimurium aisladas de muestras clínicas. Caracterización inicial de algunos plásmidos R. Rev. Lat-amer. Microbiol 1981 (23):199-205.
- ²³Amabile-Cuevas, C.F. La resistencia bacteriana a los antibióticos. Ciencia y Desarrollo.1988; 57-68.
- ²⁴Raygoza Anaya M. Ruvalcaba Ledezma J.C., et. al. Resistencia a metales pesados de las enterobacterias aerotransportadas en aerosoles del Río San Juan de Dios en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Archivos científicos de Jalisco. U. de G.2000; 1 (1).

- ²⁵Rosas I. A. Yela y C. Santos-Burgoa. Occurrence of airborne enteric bacteria in Mexico City. *Aerobiología* 1994; 10(1); 39-45
- ²⁶Coria-Lorenzo J.J., Francisco-Revilla Estivill N., Soto-Romero I.E., Saavedra-Barrios M. A., Gadea-Álvarez T. Epidemiología de las infecciones nosocomiales neonatales, en un hospital de especialidades pediátricas de la Ciudad de México (revisión de 3 años) *Perinatología Reprod. Hum.* 2000; 14: 151- 159
- ²⁷ Hernández-Orozco H.G., González-Saldaña N., Castañeda-Narváez J. L., Arzate-Barbosa P., Saldaña- Maldonado C., Monroy-Díaz A., et.al. Infecciones nosocomiales en el Instituto Nacional de Pediatría (INP) 2004-2005 *Acta Pediátrica Mexicana* 2006; 27(6):325-328
- ²⁸ Romero-Vázquez A., Martínez-Hernández G., Flores-Barrientos O. I., G. Vázquez-Rodríguez A. Perfil epidemiológico de las infecciones nosocomiales en un hospital de alta especialidad del sureste mexicano 2007; 13 (002): 618-624
- ²⁹ Plataforma del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, módulo Infecciones Nosocomiales.
- ³⁰ Ávila Figueroa C. et. al. Prevalencia de infecciones nosocomiales en niños en 21 hospitales de México, *Salud Pública de México* 1999; 41 Supl I:18-25
- ³¹Navarrete – Navarro S. Armengol – Sánchez G. Costos secundarios por infecciones nosocomiales en dos unidades pediátricas de cuidados intensivos, *Salud pública Méx* 1999; Supl I:51-48
- ³² Vicent JL. Nosocomial infections in adult intensive-care units. *Lancet* 2003; 361:2068-77.
- ³³ Hector Cerminara R. Control de aire en los hospitales. *Perú*:1-2
- ³⁴ Sheyby L Sergey A., et. al. Effect of impact stress on microbial recovery on agar surface. *Applied and Environmental Microbiology.* 1995; 1232-1239
- ³⁵ D.B. Roszac and R. y R. Colwell. Survival strategies of bacteria in the natural environment. *Microbiological Reviews*,1987;9.
- ³⁶ Lighthart B. and T. Shaffer B.. Airborne Bacteria in the atmospheric surface layer: Temporal de distribution above a grass seed field. *Applied and Environmental Microbiology.* 1995: 1492-1496.

- ³⁷ J. Mecalanos J. Environmental signals controlling experssion of virulence determinants in bacteria. *Journal of bacteriology*. 1992; 1
- ³⁸ Cambell R. *Ecología microbiana. Estructura y dinámica de las poblaciones microbianas en el aire*. 1987; 207-222
- ³⁹ Cornejo-Juarez, P. Velásquez-Acosta C. Sandoval S, Gordillo P, Volkow-Fernandez P. Antimicrobial resistance patterns of isolates from urine cultures at an oncological center. 2007; 49:3330-336
- ⁴⁰ Navarro-Navarro M, Robles-Zepeda RE, Garibay-Escobar A, Ruiz-Bustos E. Hospital and community-acquired b-lactamasas-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* at hospitals in Hermosillo Sonora. 2011; 53: 341-344.
- ⁴¹ Stetzenbach, L.D. *Manual of Environmental Microbiology*. American Society for Microbiology. Introduction to Aerobiology “Bioaerosoles” 1997; (67): 619-628.
- ⁴² Buttner M.P, Willeke, K. and Grinshpun S.A. *Manual of Environmental Microbiology*. American Society for Microbiology. Capitulo 68 Sampling and Analysis of Airborn Microorganisms “Bioerosol sampling” 1997: 629-640
- ⁴³ Rosas I. Cravioto A. y Ezcurra E. *Microbiología ambiental*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Nacional Autónoma de México Capitulo “Bacterias en la atmosfera” 2004; 15-40
- ⁴⁴ Rosas I. A. y Santos-Burgoa C. Occurrence of airborn enteric bacteria in Mexico City. *Aerobiología* 1994;10(1): 39-45
- ⁴⁵ Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-2012, Para la vigilancia epidemiológica.
- ⁴⁶ *Manual de Procedimientos para la Vigilancia Epidemiológica de las Infecciones Nosocomiales*. Dirección General de Epidemiología. Secretaría de Salud. México, 1997.
- ⁴⁷ Ponce de León RS, Macías AE, Molina-Gamboa J, Ávila-Figueroa C, Rangel-Frausto S, et. al. *Guía práctica Infecciones Intrahospitalarias*. México, 2000.
- ⁴⁸ Bergey, S. *Manual of determinative bacteriology*. 1994
- ⁴⁹ Cerezo-Silva, G. Purueba de Bauer Kirby para sensibilidad a los antibióticos. *Infectología III* (7) 1983; 325.

- ⁵⁰ Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud
- ⁵¹ Ruvalcaba Ledezma JC, Cortes Ascencio SY. Calidad aeromicrobiológica intrahospitalaria y la epidemiología ambiental, un reto en el tercer nivel de atención. Gaceta Hidalguense de Investigación en salud "Coordinación de Investigación en Salud de los Servicios de Salud de Hidalgo, 2013, 2: 15-18
- ⁵² L. Martínez, J. Bacterial pathogens: from natural ecosystems to human hosts. Environment microbial 2012. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1462-2920.2012.02837.x/full>
- ⁵³ Ruvalcaba Ledezma J.C., Cortes Ascencio SY, Acosta Castellanos M., Herrera Aquino A., Aguilar Hernández J. Environmental Epidemiology: a proposal to reduce nosocomial infections at third level hospitals. 2013, 1 (1): 59-67
- ⁵⁴ Ruvalcaba Ledezma J.C., Cortés Ascencio S.Y. Environmental Epidemiology An emerging proposal to reduce nosocomial infections, (2013) 2(10): 215-223
- ⁵⁵ Stetzenbach, L.D. Manual of Environmental Microbiology. American Society for Microbiology. Introduction to Aerobiology "Bioaerosoles" 1997; 67: 619-628.
- ⁵⁶ Koneman- W., E. Allen-D, et. al. Pruebas de susceptibilidad a los antimicrobianos. Diagnóstico Microbiológico. 1991; 11: 381-401.
- ⁵⁷ Vitek 2 Manual del usuario del instrumento, 2010.
- ⁵⁸ Colimon, K. M. Fundamentos de epidemiología. Vigilancia epidemiológica.1990; 281.
- ⁵⁹ Pérez Montoya L.H., Zurita Villarroel I. M., Pérez Rojas N. Patiño Cabera N., Rafael Calvimonte O. Infecciones intrahospitalarias: agentes, manejo actual y prevención. Rev Cient Cienc Med 2010; 13 (2):94-98.
- ⁶⁰ Vicent JL. Nosocomial infections in adult intensive-care units. Lancet 2003; 361:2068-77.
- ⁶¹ Ponce de León R. Samuel, Manual de prevención y control de infecciones intrahospitalarias. Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán. México 1996:59
- ⁶² Manual de vigilancia epidemiológica de las infecciones intrahospitalarias. Oficina General de epidemiología. Perú. 2000:7
- ⁶³ Prevención de las infecciones nosocomiales, guía práctica. OMS. 2ª edición. 2003:34