

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD

Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental



Microorganismos indicadores y bioseguridad ambiental en áreas críticas hospitalarias, 1995-2001.

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

Maestro en Ciencias de la Salud Ambiental

PRESENTA:

JUAN ANTHOR RENDÓN

Zapopan, Jalisco., Agosto de 2002.

185297/021450
054120/462581

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
 Centro Universitario de Ciencias de la Salud
Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental

SUBCOMITÉ DE TESIS E INVESTIGACIÓN

Dra. Martha Georgina Orozco Medina
 Titular por el CUCBA
 Presente.

Por medio de la presente nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realizó el pasante:

QBP. Juan Anthor Rendón

Con el título:

Microorganismos indicadores y bioseguridad ambiental en áreas críticas hospitalarias, 1995-2001.

Manifestamos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y, en su caso, programación de la fecha de presentación y defensa del mismo.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva dar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
 Las Agujas, Zapopan, Jal., a 23 de agosto de 2002.

Miguel Raygoza Anaya

 Dr. Miguel Raygoza Anaya
Director del Trabajo de Tesis

Juan Anthor Rendón

 QBP. Juan Anthor Rendón
Alumno

ASESORES:

1. Dr. Sergio Aguilar Benavides
2. MSP. Eduardo Efraín Flores Salinas

[Signature]

[Signature]

Sinodales	Firma
1. MSP. Rosa Leticia Scherman Leaño	<i>[Signature]</i>
2. Dra. Martha Georgina Orozco Medina	<i>[Signature]</i>
3. Dr. Sergio Aguilar Benavides	<i>[Signature]</i>
4. Dr. Miguel Raygoza Anaya	<i>Miguel Raygoza Anaya</i>
5. MCSA. Alberto Alfonso Jiménez Cordero	<i>[Signature]</i>
MGSS. Silvia Graciela León Cortés – Suplente	<i>Silvia Graciela León Cortés</i>

Agradecimientos:

A mis maestros en la Maestría un gran reconocimiento por su entusiasmo, por su apoyo y palabras de aliento en los momentos difíciles, y por ello un profundo agradecimiento a la Dra. Guadalupe Garibay Chávez, Dra. Martha Georgina Orozco Medina y MSP. Eduardo Efraín Flores Salinas.

Especialmente mi sincero agradecimiento al Dr. Miguel Raygoza Anaya por su valiosa ayuda y disposición incondicional lo cual enriquece sustancialmente la amistad.

Así mismo, agradezco permanentemente al Dr. Sergio Aguilar Benavides por su desinteresado apoyo en promover y estimular la preparación profesional de quienes le rodean y, sobre todo, calidad humana y su amistad.

A mi esposa Ma. de Lourdes López Luján.

A mis hijos Cecilia y Juan Carlos por su apoyo y haberme cedido el tiempo que les corresponde.

Para todos los profesionales de la salud que laboran en los hospitales, y que a través de su práctica cotidiana, buscan mejorar la calidad de sus servicios a favor del bienestar de los pacientes atendidos.

Contenidos

No.	S E C C I Ó N	Pág.
0	Resumen	5
1	Introducción	6
2	Justificación	7
3	Objetivos	8
4	Marco Teórico	9
5	Metodología	16
6	Resultados	22
7	Figuras y Tablas	25
8	Discusión	41
9	Conclusiones	44
10	Bibliografía	45

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.	
F I G U R A S	1	Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en el quirófano 1 del hospital 1.	26
	2	Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en la unidad de cuidados intensivos del hospital 1.	27
	3	Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en los cuneros del hospital 1.	28
	4	Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en el quirófano 1 del hospital 2.	29
	5	Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en la unidad de cuidados intensivos del hospital 2.	30
	6	Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en los cuneros del hospital 2.	31
	7	Comparación entre la UCI del H1 y H6 con el grupo de microorganismos indicadores de los mesófilicos aerobios.	32
	8	Comparación entre la UCI del H1 y H6 con el grupo de microorganismos indicadores de los <i>Staphylococcus</i> spp.	33
	9	Comparación entre la UCI del H1 y H6 con el grupo de microorganismos indicadores de las Bacterias Gram —.	34
	10	Comparación entre la UCI del H1 y H6 con el grupo de microorganismos indicadores de los hongos.	35
	11	Biodiversidad microbiana de los aislamientos localizados en las diferentes áreas críticas hospitalarias.	36
	12	Esquema del equipo utilizado para la captura de los microorganismos aerotransportados y presentes en las áreas críticas monitoreadas.	37
	13	Trampa microbiana automatizada (TMA) antes (a) y después (b) de su funcionamiento durante los monitoreos.	38
	14	Visualización panorámica de la TMA durante los monitoreos ambientales en los quirófanos.	39
	15	Modernidades automatizadas (a) y tradiciones laborales (b) empleadas en la determinación de los microorganismos aerotransportados en las áreas críticas hospitalarias.	40

0. Resumen

Para el control y prevención de las infecciones intrahospitalarias es importante contar con un programa de vigilancia epidemiológica que incluya, entre otras medidas, la regularidad del monitoreo ambiental microbiológico de las áreas críticas como los quirófanos y las unidades de cuidados intensivos donde el bienestar y salud de los pacientes se compromete doblemente, por una parte su vulnerabilidad particular además de la exposición a los agentes patógenos y oportunistas que complican su cuadro clínico e incrementan significativamente su estancia nosocomial, situación que encarece la atención brindada y, frecuentemente, determinan retrasos en la recuperación y eventualmente se traducen en fatales desenlaces.

Por otra parte el valor práctico de los resultados obtenidos a través del monitoreo ambiental sirven como fundamento estratégico para la toma oportuna de las decisiones administrativas indispensables para modificar los diseños operativos vigentes es las áreas críticas estudiadas y, consecuentemente, minimizar los riesgos ambientales presentes que pueden evidenciarse con el seguimiento diagnóstico de los microorganismos indicadores.

El propósito del presente trabajo fue valorar, a través de la determinación microbiana ambiental característica, la calidad ambiental de las áreas críticas de 6 hospitales de diferente nivel de atención para mejorar los propios sistemas de vigilancia epidemiológica vigentes.

Los resultados obtenidos nos demuestran que los registros de los microorganismos indicadores que fueron aislados e identificados en las áreas críticas de cada uno de los hospitales, disminuyeron significativamente conforme se realizaron los monitoreos mensuales lo cual confirma el favorable efecto higiénico-sanitario de las medidas de control aplicadas. Además, esta información también tuvo un gran impacto en la toma de decisiones para modificar físicamente las instalaciones monitoreadas y, por ende, mejorar las condiciones de bioseguridad que garanticen una mejor calidad de atención para los pacientes.

1. Introducción

Los Hospitales Ambientalmente Saludables (HAS) representan escenarios institucionales donde las condiciones operativas de sus diferentes áreas especializadas debieran favorecer el desarrollo, promoción y preservación de la salud de los pacientes que son atendidos, así como del personal que tiene la responsabilidad de manejarlos. Hablar de HAS debiera ser sinónimo de confianza y calidad en la atención, los HAS deben ser garantía de bioseguridad para minimizar y controlar cualquier riesgo que amenace el bienestar y salud de los enfermos que buscan su recuperación (5).

Desafortunadamente la presencia endémica de microorganismos patógenos y oportunistas, además de la misma microflora normal, en las diferentes secciones nosocomiales y particularmente en aquellas que son consideradas como áreas críticas por lo delicado y grave de los casos que son atendidos en dichos espacios, algunos de los cuales pudieran ser los quirófanos, los cueros y las unidades de cuidados intensivos entre otros, representa una flagrante amenaza de riesgo por la probabilidad de infectarse y desarrollar un problema secundario al motivo original de su ingreso, definitivamente nos referimos a las denominadas infecciones intrahospitalarias (IIH) (11-12).

El control sanitario de las IIH debiera regularse y controlarse por los comités de infecciones que normativamente, debieran de existir en cualquier nosocomio, y cuya implementación cotidiana se lleva a cabo mediante la operativización de los sistemas de vigilancia epidemiológica que, con el valioso apoyo de los laboratoristas pudiesen realizar los respectivos monitoreos. Con ello, se lograría evitar el nefasto impacto producido por las IIH y se podría mejorar significativamente la calidad en la atención (19,24, 29).

2. Justificación

Si bien es cierto que reconocidos organismos internacionales han determinado recientemente suspender la periodicidad de los monitoreos microbiológicos ambientales, y solo realizarlos en situaciones de brotes epidémicos, es una decisión que solamente se adapta a la realidad de ciertos países que tienen los recursos suficientes para mantener controles sanitarios estandarizados a través de efectivos sistemas de vigilancia epidemiológica. Sin embargo, en la realidad de nuestro medio en donde las infecciones intrahospitalarias se presentan con fluctuaciones o tendencias al alza de las tasas de morbilidad y mortalidad que, en no pocas ocasiones, trascienden el ámbito hospitalario e impactan a la sociedad. Es importante por ello mantener dentro de los programas de vigilancia epidemiológica que incluya los monitoreos microbiológico ambientales de tamizaje cuya periodicidad de aplicación dependa de la situación local de cada hospital como parte de una valoración permanente de la bioseguridad ambiental y, en consecuencia, tomar las decisiones de intervención que promuevan las mejores condiciones higiénico sanitarias y mejorar la calidad de atención institucional a la salud comunitaria.

Por todo lo anterior, en el presente trabajo se fundamenta plenamente la realización de los monitoreos ambientales para demostrar, a través de los microorganismos indicadores, la calidad sanitaria del aire en las áreas críticas de los hospitales seleccionados.

3. Objetivos

OBJETIVO GENERAL:

Realizar la valoración microbiológica del aire ambiental en áreas críticas hospitalarias para disminuir y controlar los riesgos de infecciones nosocomiales.

OBJETIVOS PARTICULARES:

1. Determinar la utilidad de ciertos grupos de microorganismos como bioindicadores de riesgo ambiental en la vigilancia epidemiológica.
2. Comparar la calidad microbiológica del aire en hospitales de diferente nivel de atención localizados tanto en la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG) como del interior del Estado de Jalisco (IEJ).
3. Proponer medidas y acciones a tomar para minimizar el impacto de contaminantes microbianos aerotransportados.

4. Marco teórico

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

La determinación experimental de los microorganismos aerotransportadores no concluye en el análisis cuanti-cualitativo de las especies microbianas que hubiesen sido recuperadas, aisladas e identificadas. Los resultados obtenidos tienen un valor de uso práctico que rebasa el nivel puramente diagnóstico porque puede utilizarse en primera instancia, para evaluar los riesgos asociados a su presencia en cualquier lugar y por derivación natural, nos permite conocer las particularidades de la bioseguridad predominante (6-8, 20).

En consecuencia, la bioseguridad se traduce como una garantía para el bienestar y salud de las personas que ocupan y comparten un espacio sin tiempo en hospitales, laboratorios, consultorios, hogares, etc. Es decir, tanto la bioseguridad como el bienestar y salud que se derivan de la misma, fundamenta la calidad de vida individual y colectiva en función del mantenimiento y conservación sobre el potencial humano asociado (16).

Por lo mismo, y particularmente en los quirófanos y demás puntos críticos de los hospitales como los cuneros y las unidades de cuidados intensivos, la bioseguridad misma no debe quedar como un concepto aislado de su propio escenario. Al contrario, constantemente deben de explorarse y mejorarse las alternativas metodológicas que permitan eficientarla y, por ende, garantizar la sustentabilidad de la vigilancia epidemiológica intrahospitalaria (15, 21, 27).

Uno de las razones principales para proporcionar una calidad de ambiente adecuada en salas de quirófano es determinar la biodiversidad y concentración de los agentes infectantes que pudieran encontrarse presentes, ya que en un momento dado, éstos mismos agentes pueden ser el origen de casos aislados de la enfermedad asociada, o bien, de verdaderos brotes epidémicos de la misma (34-37).

La bioseguridad de los quirófanos y las otras unidades críticas en cualquier hospital puede y debe ser vigilada constantemente, porque solamente así podrán detectarse oportunamente los cambios y alteraciones ambientales de tipo microbiológico que se categorizen como amenazas y riesgos para la salud y bienestar de los pacientes que ahí son atendidos, pacientes que requieren la máxima calidad en el servicio que representa su atención hospitalaria (10).

MONITOREO AMBIENTAL

§ Definición básica

El monitoreo ambiental se constituye no solamente como una práctica determinativa que busca caracterizar la composición de cualquier medio para definir la categoría de sus elementos constituyentes, el monitoreo ambiental es una forma de acercamiento analítico con la realidad que nos rodea, con nuestro entorno. Por lo mismo, el monitoreo ambiental tiene un extraordinario potencial de uso cotidiano en los hospitales para conocer con antelación, las amenazas y riesgos existentes en lugares de mayor cuidado como los cueros y los quirófanos, antes que estas amenazas y riesgos se conviertan, en el

origen de daños y consecuencias irreversibles, por ejemplo, en la presentación de brotes epidémicos (2-3).

La mayor atención en estos lugares implica la necesaria implementación de un orden y control de calidad ambiental, de un orden que garantice la biodiversidad del espacio monitoreado y brinde la confiabilidad indispensable para mantener la continuidad de su utilización. Además, el monitoreo ambiental, también operativiza la verificación administrativa de la vigilancia epidemiológica, en consecuencia, mejora las perspectivas de atención y fortalecimiento cualitativo en la prestación de los servicios médico-hospitalarios (31).

Sin embargo, las irregularidades en el desarrollo de los monitoreos ambientales que, frecuentemente se repiten en las instituciones hospitalarias, provocan que la percepción de las correspondientes amenazas y riesgos, asociadas a la presencia de microorganismos aerotransportados, no corresponda a la dimensión ambiental y administrativa que se requiere para evitar las indeseables emergencias. Así mismo, también provoca que los micro-organismos aerotransportados tengan tiempo suficiente para modificar su capacidad adaptativa, circunstancia que se traduce en una mayor agresividad natural o incremento de su virulencia que, además de la cronicidad en la exposición hacia el huésped y disminución respectiva de su resistencia orgánica, se manifiesta en la multiplicación significativa de los casos clínicos en el mismo interior del hospital. Por ello, los monitoreos ambientales deben de considerarse como parte de las alternativas estratégicas fundamentales, que contribuyan al mantenimiento del potencial humano de los pacientes que son atendidos en el nosocomio (18).

§ Puntos críticos

Para ello, la determinación de los puntos críticos ambientales en cualquier área del nosocomio resulta ser un aspecto estratégico y prioritario para la necesaria toma de decisiones administrativas, decisiones encaminadas hacia la minimización y control del impacto ocasionado por los microorganismos aerotransportados. Se entiende por punto crítico, aquellos lugares o sitios donde se concentra el potencial principal de continuidad de una ruta ambiental, a través de la cual los microorganismos aerotransportados, se dispersan en alguna sección de la institución hospitalaria, por ejemplo en los quirófanos. Ya en el interior de un quirófano, la selección de los lugares para los muestreos, debe llevarse a cabo en función de las características operativas de la sala: localización del instrumental y equipos accesorios, mesa de operaciones y las corrientes de aire internas generadas por el sistema de ventilación y la localización del personal interviniente. Su potencial categorización como punto crítico, estaría en función de los hallazgos microbiológicos determinados, durante la realización de los monitoreos ambientales del aire interior (13, 17, 23).

§ Características generales

Los elementos fundamentales que requieren ser categorizados en la realización de los monitoreos ambientales determinan finalmente, la confiabilidad y reproducibilidad de los resultados que hubiesen sido obtenidos. En lo que corresponde a la confiabilidad es indispensable considerar los criterios de referencia para la selección de los puntos de muestreo y su correspondiente representatividad con respecto al área monitoreada, por ejemplo, en los quirófanos. Por otra parte, también es importante señalar

que la representatividad de los resultados depende, particularmente, al conjunto de parámetros que son registrados, ya sea el volumen total de aire captado y su velocidad de procesamiento, así como las diferentes alturas y distancias entre los puntos de monitoreo sin olvidarse de los tiempos experimentales del mismo monitoreo. Sin embargo, las diferencias específicas de los equipos disponibles para tal fin, permiten diseñar alternativas múltiples para el estudio e investigación ambiental de un lugar como los quirófanos, que requieren una máxima bioseguridad para su cotidiana utilización(22, 25-26).

ALTERNATIVAS INSTRUMENTALES

Los monitoreos ambientales representan una forma de vigilancia que necesitan una instrumentación particular para su desarrollo. Por lo mismo, cuando se requiere la implementación operativa que los considere como parte de su diseño, la selección del equipo que será utilizado deberá tener en cuenta los parámetros que pueden ser registrados y controlados. En el caso particular del análisis microbiológico del aire en quirófanos, es determinante para la confiabilidad de los resultados que serán obtenidos y que el equipo o sistema a utilizar tenga los necesarios controles para regular el volumen de aire que será estudiado durante un determinado tiempo, e igualmente para ajustar tanto las revoluciones por minuto de placa giratoria donde se coloca la caja de Petri con el medio de cultivo, como el uso de los dispositivos mecánicos indispensables para asegurar la distribución homogénea del aire que se impactará en la superficie del medio o soporte de crecimiento microbiano. Además, que la mayor definición y sensibilidad de éstos mismos controles, conlleven al

logro de una precisión superior que permita la obtención de óptimos resultados e incremente la exactitud de los mismos (24 27).

CALIDAD AMBIENTAL

En el fortalecimiento de la calidad ambiental del aire en los quirófanos, el desarrollo de los monitoreos mediante sistemas analíticos, permite la verificación constante de los contaminantes microbianos que modifican su composición normal, además de corroborar que sus niveles poblacionales correspondan a los límites máximos permisibles señalados, en las normatividades sanitarias vigentes. Esta dimensión aceptable de la concentración microbiana sirve como referencia para establecer la ausencia de riesgo y garantía de bienestar. Es decir, que los monitoreos ambientales son extraordinariamente útiles, en el control armónico de los componentes de cualquier medio particular del aire de los quirófanos. En consecuencia, los monitoreos ambientales, son determinantes para la sustentabilidad de la calidad del entorno aéreo en las salas de operaciones (12).

COSTO - BENEFICIO

Por otra parte la relación costo-beneficio en el marco del desarrollo de los monitoreos ambientales, representa una medida del control de calidad profesional que regula su dinámica operativa. La relación costo-beneficio también se traduce como una forma demostrativa para saber utilizar, prácticamente, los resultados generados durante el desarrollo de

los monitoreos ambientales. Es decir, sirve como referencia de comparación, para evaluar las ventajas ambientales en la disminución y control de los riesgos que representa la presencia de microorganismos aerotransportados en lugares que, como los quirófanos, requieren un máximo de bioseguridad para garantizar el bienestar del paciente que son atendidos en este espacio. O sea, la minimización ambiental de los riesgos asociados a los microbios en el aire que se logra a través del desarrollo de los monitoreos ambientales es el factor determinante que matiza la relación costo-beneficio, como una inversión más que como un gasto administrativo, porque evidencia la necesidad de su implementación nosocomial que favorece no solamente el mantenimiento del potencial humano de cualquier persona que requiera ser atendida, sino también fortalece su capacidad funcional, es decir la relación costo-beneficio en el marco del desarrollo de los monitoreos ambientales es el principio de una cultura ambiental e institucional (9, 29).

5. Metodología

Tipo de estudio

La presente investigación corresponde a un estudio de tipo descriptivo, observacional, transversal y ecológico-ambiental. Descriptivo porque nos permite conocer la calidad sanitaria del aire, observacional en función de la caracterización cualitativa de los escenarios nosocomiales y sus respectivas áreas críticas, transversal debido a la regularidad operacional a través del tiempo, desde 1995 y hasta 2001, y ecológico-ambiental porque permite valorar la influencia de los factores de riesgo presentes en el entorno (32- 33).

Universo de estudio

Fueron estudiados 4 hospitales de la ZMG y 2 hospitales del IEJ. Del total 4 fueron hospitales de segundo nivel de atención (HSNA) y 2 hospitales de tercer nivel (HTN). Del total (4) de los HPNA 2 se localizaron en la ZMG, y de los HTN participantes (2), los 2 se ubicaron en la ZMG y ninguno en el IEJ. Los criterios de inclusión se limitaron a la solicitud expresa de cada una de las instituciones para participar en el estudio, y se excluyeron aquellas que no lo hicieron.

Definición operativa

Se estudiaron las áreas críticas de 6 hospitales en el período de agosto de 1995 a octubre de 2001. Se monitorearon quirófanos, unidad de cuidados intensivos

y cuneros. Eventualmente se muestrearon otros servicios hospitalarios como la unidad de nutrición parenteral, centro de esterilización y empaque (CEYE), habitaciones de hospitalización y la unidad de angiología pero no se incluyeron en el estudio porque el estudio fue ocasional y no formaba parte del programa permanente de vigilancia epidemiológica.

Dependiendo del tipo de hospital y el equipamiento de los quirófanos, estos fueron de cirugía ambulatoria, sala de expulsión de maternidad, de tococirugía hasta salas de alta especialización como aquellas para cirugía de trasplante o cardiocirugía.

De igual manera, sólo uno de los hospitales contaba con Unidad de Cuidados Intensivos(UCI), Unidad de Cuidados Intensivos Para Neonatos y Prematuros (UCIPYN), Unidad de Cuidados Intensivos de Cardiología (UCIC) y Unidad de Terapia Intensiva (UTI). Otros dos hospitales contaban con la UCI y salas de recuperación y otro hospital únicamente con sala de recuperación.

Los 6 hospitales tienen área de cuneros pero solamente en dos de ellos el monitoreo fue regular. En el resto solo se estudiaron una vez según lo requirieron.

Las características de cada hospital fueron diferentes. Cinco de ellos son privados y sólo uno es institución estatal. Cuatro están ubicados en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y dos en el interior del estado de Jalisco.

En cuanto al número de camas, los servicios que ofrecen, la calidad y el costo de la atención, también difieren significativamente.

Monitoreos ambientales

Los muestreos se iniciaron en agosto de 1995 con el hospital # 1, el resto se fueron incorporando al estudio durante el transcurso del período establecido de acuerdo a solicitud expresa de cada hospital. Únicamente en los hospitales 1 y 2 el muestreo se realiza en forma regular como parte de su sistema de vigilancia epidemiológica. Los demás han requerido del análisis en forma esporádica hasta la fecha (2001-2002).

De esta manera los criterios de inclusión se limitaron a la solicitud expresa de cada hospital que requiriera el servicio y que se ubicaran en el estado de Jalisco. Se excluyeron a aquellos que no lo solicitaron.

Grupos de microorganismos indicadores

Para valorar la bioseguridad del aire de las áreas estudiadas, fueron seleccionados aquellos grupos de microorganismos indicadores de riesgo de contaminación, tales como el de Mesofílicos aerobios, el grupo de estafilococos, el de bacterias Gram negativas de importancia clínica y al de los hongos filamentosos o levaduriformes.

El grupo de mesofílicos aerobios son excelentes indicadores de contaminación en general, ya que en este se encuentra una amplia diversidad de microorganismos cuya temperatura óptima de crecimiento está entre 20° a 40° C (rango que incluye a la que se presenta en las áreas críticas). Las fuentes de donde provienen estos gérmenes es muy diversa, desde partículas de polvo, agua hasta exhalaciones o estornudos y otras fuentes humanas.

El grupo de los estafilococos son buenos indicadores ya que algunas especies están relacionadas con las infecciones intrahospitalarias por su patogenicidad o su oportunismo.

Las bacterias Gram negativas de importancia clínica también se encuentran asociadas a brotes epidémicos de infecciones nosocomiales y son indicadoras de malas prácticas en el manejo de los pacientes, deficiencia en el lavado de manos y a veces hasta de fecalismo.

Los hongos también son excelentes indicadores de contaminación del aire y por ende del riesgo de causar daño oportunista a pacientes inmunocomprometidos o con mayor susceptibilidad por su estado crítico o padecimiento de fondo.

Una gran cantidad de estas especies son saprobias ubicuas del suelo o del agua. Durante su reproducción forman un número elevado de esporas que fácilmente son transportadas por las corrientes de aire en partículas de polvo. En ocasiones las filtraciones de humedad en ciertas estructuras del edificio generan un ambiente propicio para su desarrollo y se convierten así en fuentes de contaminación por hongos.

Tecnología instrumental

Para el monitoreo se utilizó un equipo muestreador por impactación de rendija, que succiona el aire circundante y lo hace pasar a través de una hendidura hacia la superficie del medio de cultivo. La caja de medio de cultivo se coloca en el interior del equipo el cual la hace girar a una velocidad constante con el fin de que las partículas que pasan por la hendidura se impacten e inoculen uniformemente el medio (30).

El equipo se calibra para succionar 20 litros de aire por minuto durante 5 minutos para hacer pasar una muestra de 100 litros del aire ambiental (1).

Cultivos experimentales

Los medios de cultivo empleados fueron, Agar Cuenta Estándar (ACS) para mesofílicos aerobios. Agar Eosina- Azul de Metileno (EMB) para las bacterias Gram negativas, Agar Salado Manitol (ASM) para estafilococos y Agar Sabouraud para el cultivo de hongos (4, 14).

Los medios de cultivo se prepararon poco antes del muestreo, se realizó prueba de esterilidad a cada lote. Se transportaron al lugar del estudio empacados en bolsa de polietileno nuevas y selladas, en una termo en condiciones de refrigeración.

El muestreo en los quirófanos se llevó a cabo previo a que se realizara alguna cirugía. Se seleccionó arbitrariamente un sitio representativo del área estudiada, donde la corriente de aire proveniente del ducto llegara hacia el equipo de muestreo. A la altura de la cama de cirugía y cerca de la misma.

Posterior al muestreo, las cajas de medio de cultivo se llevaron a incubar a 37°C durante 24 a 48 horas en condiciones aeróbicas incluyendo algunas cajas sin inocular para certificar que no se hubieran contaminados en el trayecto de ida y vuelta al laboratorio (30).

Posteriormente se registraron las características de las colonias y se procedió a identificarlas por su morfología macro y microscópica empleando la técnica de coloración de Gram. Para obtener la cuenta de Unidades Formadoras de Colonias se utilizó un equipo cuenta colonias tipo Québec. Se realizaron pruebas fenotípicas bioquímicas para las colonias bacterianas, tanto manuales como con un equipo automatizado, Vitek Junior II (BioMerieux) de acuerdo a métodos estándares (9).

Los cajas de Sabouraud se incubaron a 30° C y las colonias se identificaron en base a su morfología macro y microscópica por comparación con manuales de laboratorio específicos (4).

Concentración microbiana

Para el reporte del resultado cuantitativo se calculó el número de Unidades Formadoras de Colonias por metro cúbico de aire (UFC/m³). (2)

- 1.) 1 pie³ = 28.4 l de aire
- 2.) 1 m³ = 35.3 pies³
- 3.) 1 pie³/min = 0.0283 m³/min.
- 4.) Dividir el número de colonias de la muestra total por el volumen de aire muestreado para determinar las UFC/m³.

Ahora, si 28.4 l de aire — 1 pie³
100 l de aire — X

$$X = 3.53 \text{ pies}^3$$

Entonces si: 1m³ — 35.3 pies³
X — 3.53

$$X = 0.1 \text{ m}^3$$

Ejemplo: si se obtienen 7 colonias

Entonces: 7cols./100 l de aire muestreado = 0.07 x 0.1 m³ = 0.7 UFC/m³

6. Resultados

Resultaría prolijo y poco práctico hacer un análisis particular de todos y cada uno de los registros de los aislamientos de todos los servicios hospitalarios estudiados en los 6 hospitales durante el período de tiempo establecido para este trabajo. Sobre todo que la tendencia en el número de UFC es muy similar después de que se aplicaron las medidas correctivas. De tal manera que se seleccionaron aquellos registros que muestran gráficamente la generalidad de los aislamientos. Así mismo se escogieron 3 servicios (quirófano, UCI y cuneros) comunes a 3 de los hospitales.

Así pues, si observamos la **Figura 1** en donde se muestra la comparación de los grupos de microorganismos indicadores aislados en el quirófano 1 del hospital # 1, en el período de agosto-diciembre/1995, se aprecia que en los primeros monitoreos se obtienen UFC/m³ más altos que al final del año lo cual coincide con las medidas correctivas implementadas en el área. Sólo en el registro de estafilococos hay una elevación sobre 0 en noviembre debido a circunstancias fortuitas (mayor número de veces entró el personal al quirófano previo al muestreo).

En el hospital # 2 se hicieron menos y más espaciados los muestreos por lo que se decidió graficar todos los años en que se llevó a cabo el estudio para poder apreciar la tendencia. Se observa que los registros de mesofílicos aerobios, de estafilococos y sobre todo de hongos, se mantienen altos durante más tiempo debido a que en este hospital el suministro de aire al quirófano era a través de un equipo de aire acondicionado para oficinas provisto de un filtro de carbón.

El gráfico de los registros de la bacterias Gram negativas se mantienen en 0, acorde con lo esperado en las condiciones de un área blanca.

En contraste a los quirófanos, la UCI (**Figuras 2 y 5**) presenta cifras más altas y con más fluctuación en razón que este es un servicio en el que hay más actividad operativa y casi permanente debido al estado crítico de los pacientes además del tránsito continuo de personal diverso, tanto de la propia UCI como de otros servicios y también de las visitas de los familiares. Esta situación se evidencia claramente en las cuentas de mesofílicos aerobios y de estafilococos.

En la UCI del hospital # 2 se aprecia la misma tendencia aunque de menor magnitud ya que varios de los muestreos se realizaron en situaciones en que no había pacientes ni personal. Los picos de las curvas en los últimos años se explican en base a que éstos monitoreos se efectuaron en una nueva área a donde se cambió la UCI y en donde había más pacientes y más personal.

En cuanto al área de cuneros, la fluctuación de las curvas pueden explicarse a que si bien no hay pacientes enfermos, hay variaciones en la actividad de trabajo por el número de recién nacidos que lleguen. Por otro lado, en particular en el cunero del hospital # 2 la cifras apicales de la gráfica se debieron en parte a algunas fallas en el sistema de ventilación.

Se hizo una comparación entre dos UCI, la del hospital # 1 y la del hospital # 6, en base a las marcadas diferencias observadas entre un área y otra. En el hospital # 6 se observaron condiciones higiénico sanitarias deficientes, no era común el lavado de manos, medidas de asepsia deficientes en el manejo de equipos e instrumentos con los pacientes y aquí cada enfermera tenía asignado más de un paciente. En el hospital # 1 las condiciones eran completamente contrarias.

Por otra parte, la comparación es relativa porque las gráficas del hospital #1 comprenden varios monitoreos mensuales y en el hospital # 6 sólo se efectuaron dos muestreos. Con estas precisiones, observamos que la curva de mesofílicos presenta una tendencia a la baja, en consecuencia a la limpieza exhaustiva realizada en el hospital # 1. En cambio en el hospital # 6 los aislamientos también disminuyen pero son más altas las cifras de UFC/m³ que las del hospital #1.

En cuanto a las gráficas de estafilococos (**Figura 8**), estas apuntan hacia arriba, probablemente debido a las características propias de trabajo en la UCI.

Las gráficas de las bacterias Gram negativas (**Figura 9**), muestran una clara pendiente negativa. Sin embargo es importante señalar que entre el tipo de especies recuperadas en la UCI del hospital # 6 algunas eran coliformes fecales y en cambio en la UCI del hospital # 1 las especies eran contaminantes del polvo del suelo.

En las gráficas de los hongos aislados (**Figura 10**), en la UCI del hospital # 1 es menor el número de UFC y se observa un franco declive. No así en la gráfica del hospital # 6 en la que el número de UFC fue mayor y la diversidad de especies fue también más amplia. Este dato fue de gran valor ya que puso de manifiesto que las corrientes de aire del exterior tenían fácil acceso al interior de la UCI debido a la disposición de los pasillos.

7. Figuras

Fig. 1 Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en el quirófano 1 del hospital 1.

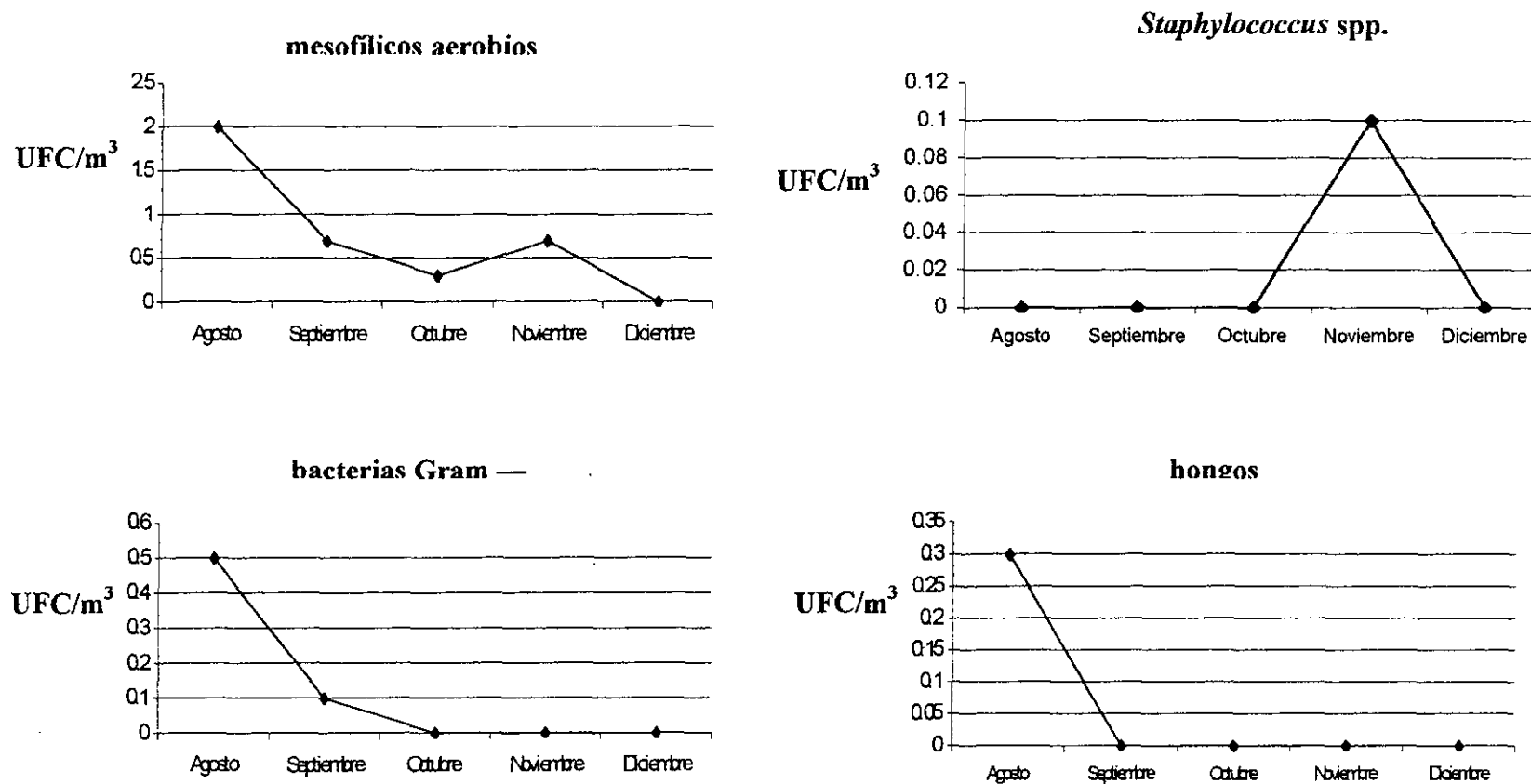


Fig. 2

Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en la unidad de cuidados intensivos del hospital 1.

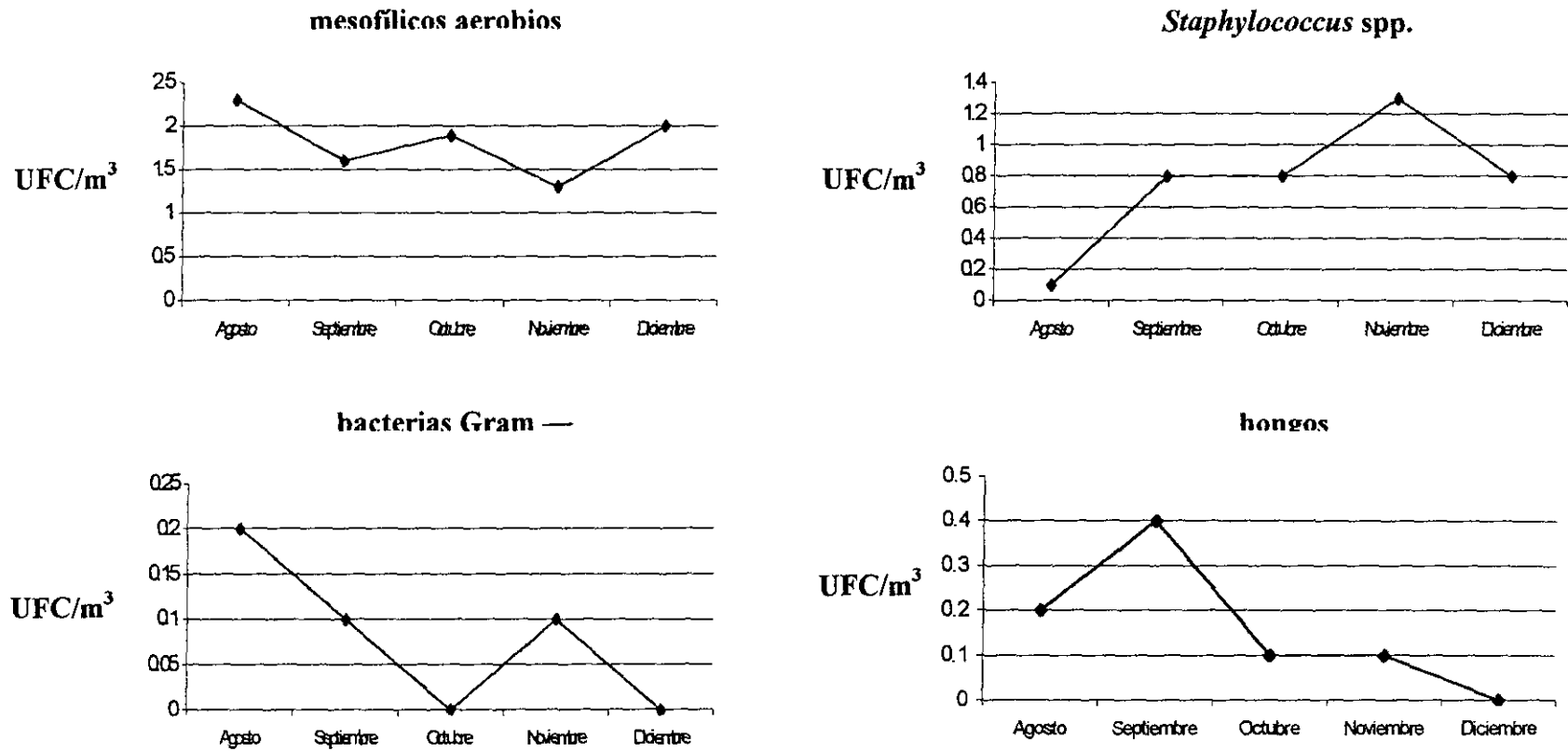


Fig. 3 Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en los cuneros del hospital 1.

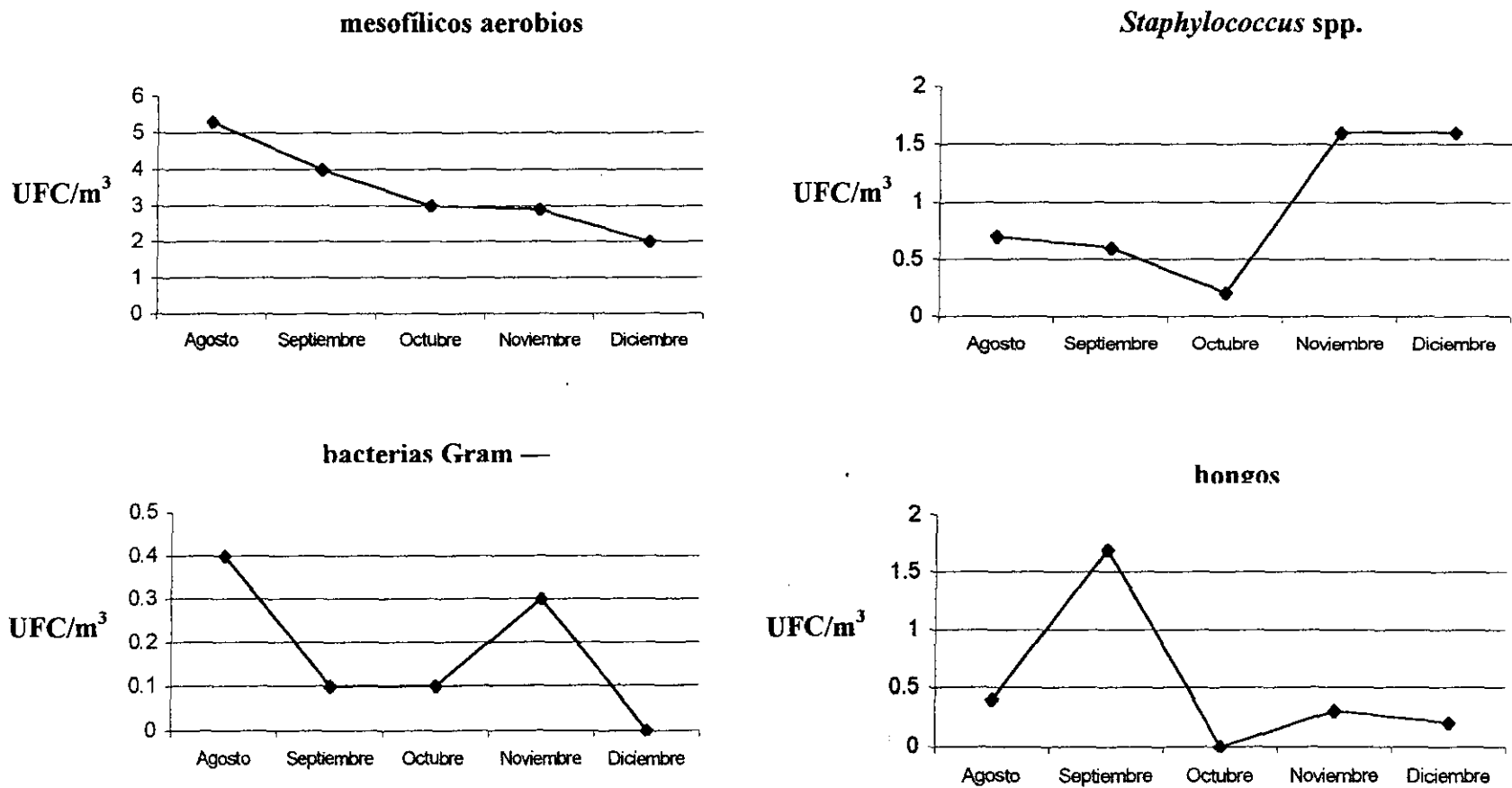


Fig. 4 Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en el quirófano 1 del hospital 2.

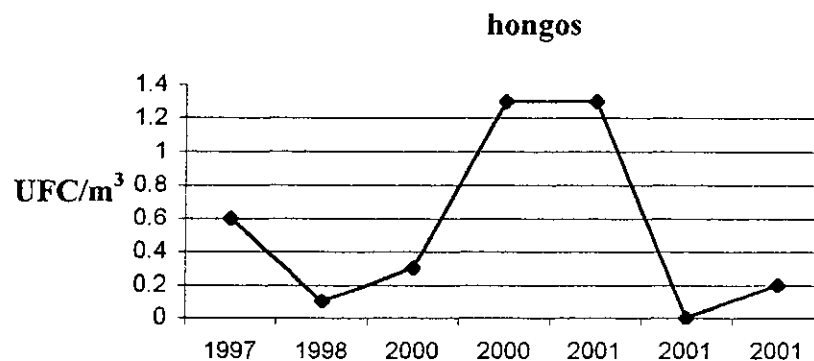
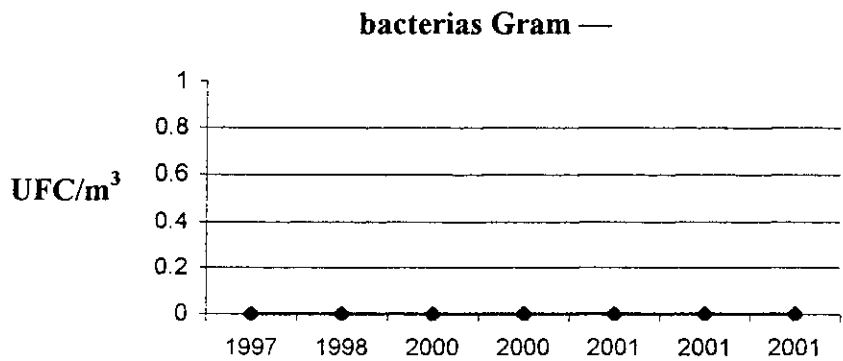
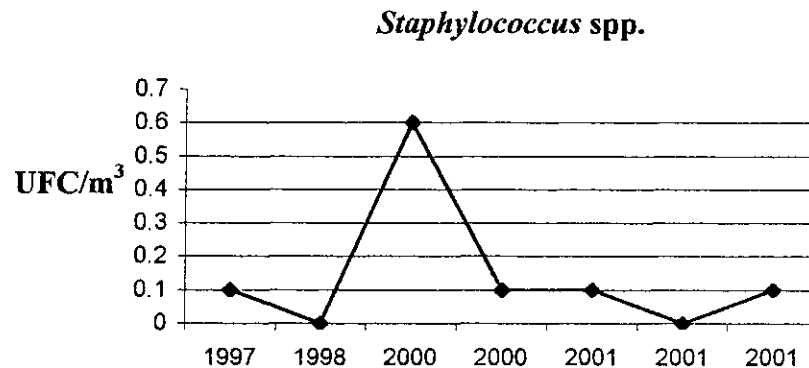
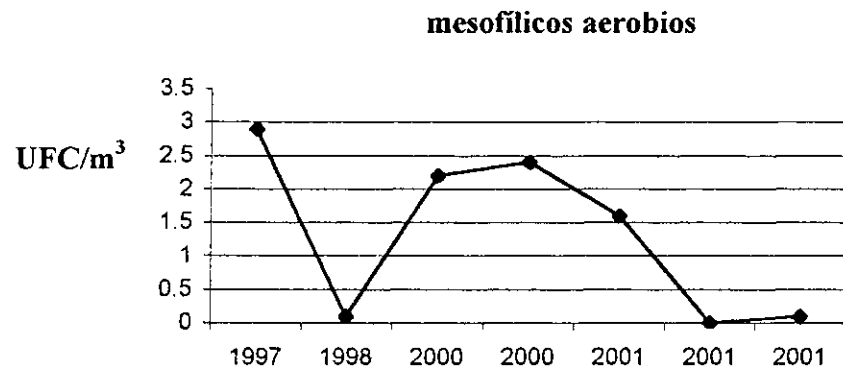


Fig. 5 Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en la unidad de cuidados intensivos del hospital 2.

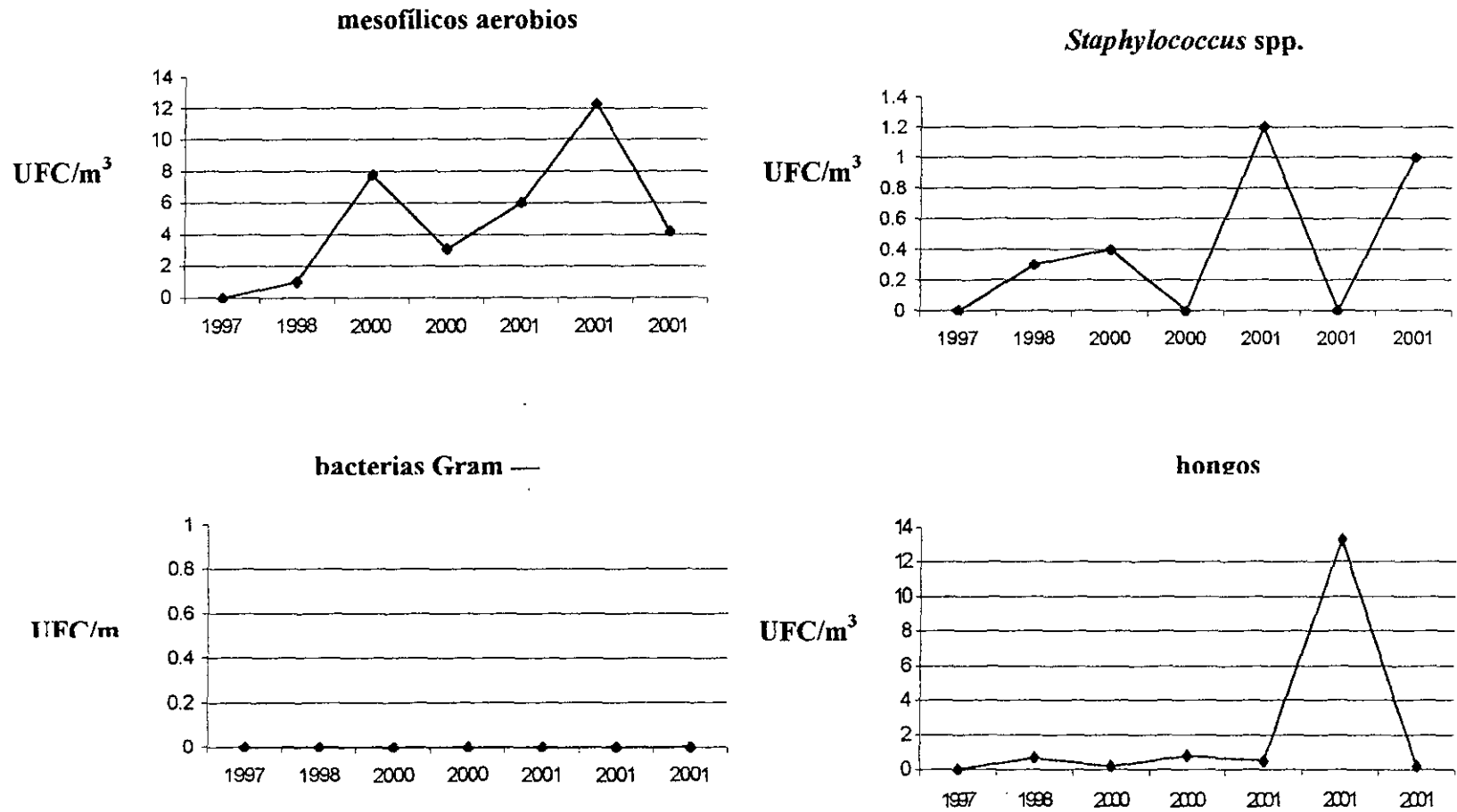


Fig. 6 Comparación entre los grupos de microorganismos indicadores de la concentración determinada en cada uno de los monitoreos realizados en los cuneros del hospital 2.

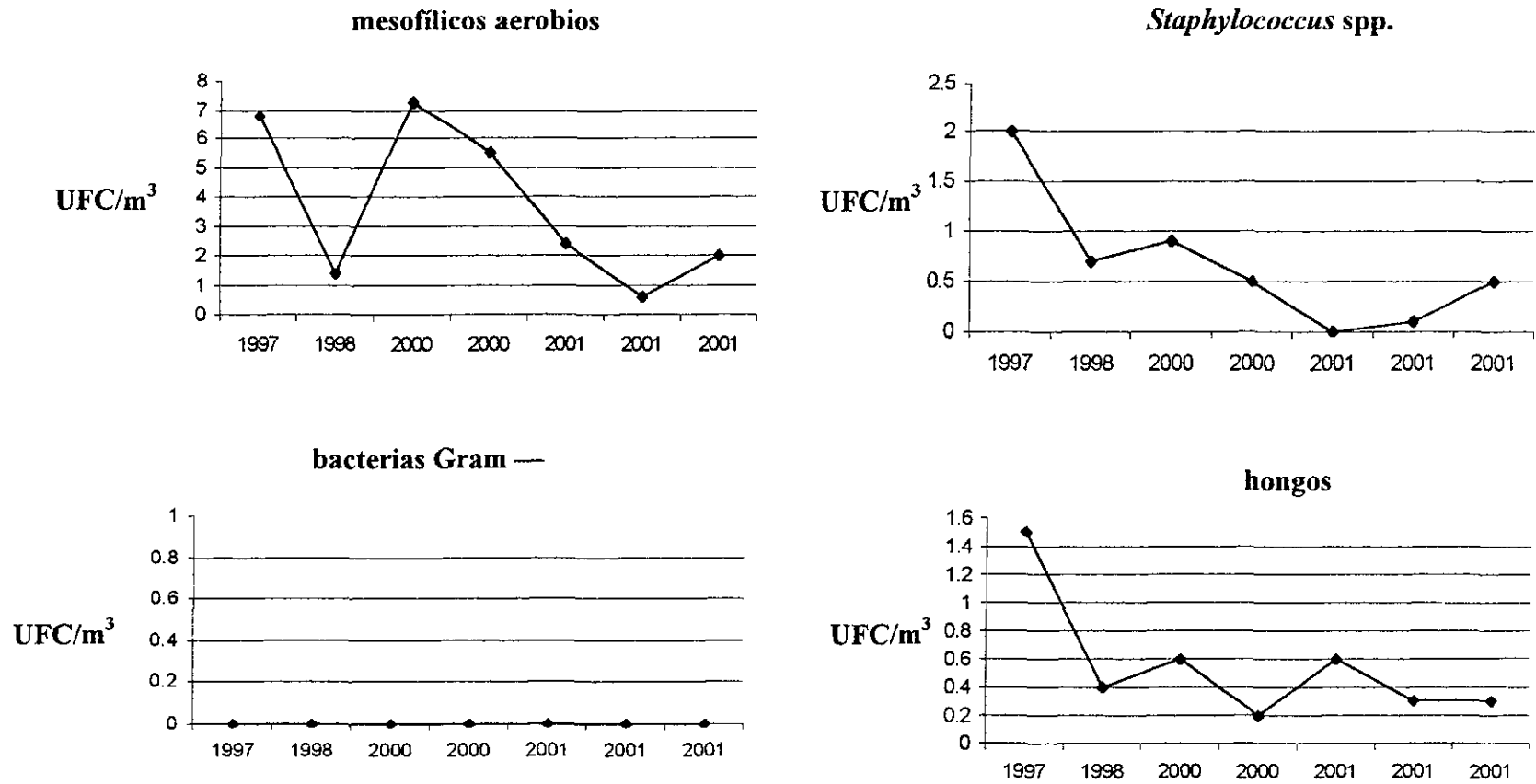


Fig. 7 Comparación entre la UCI del H1 y H6 con el grupo de microorganismos indicadores de los mesofílicos aerobios.

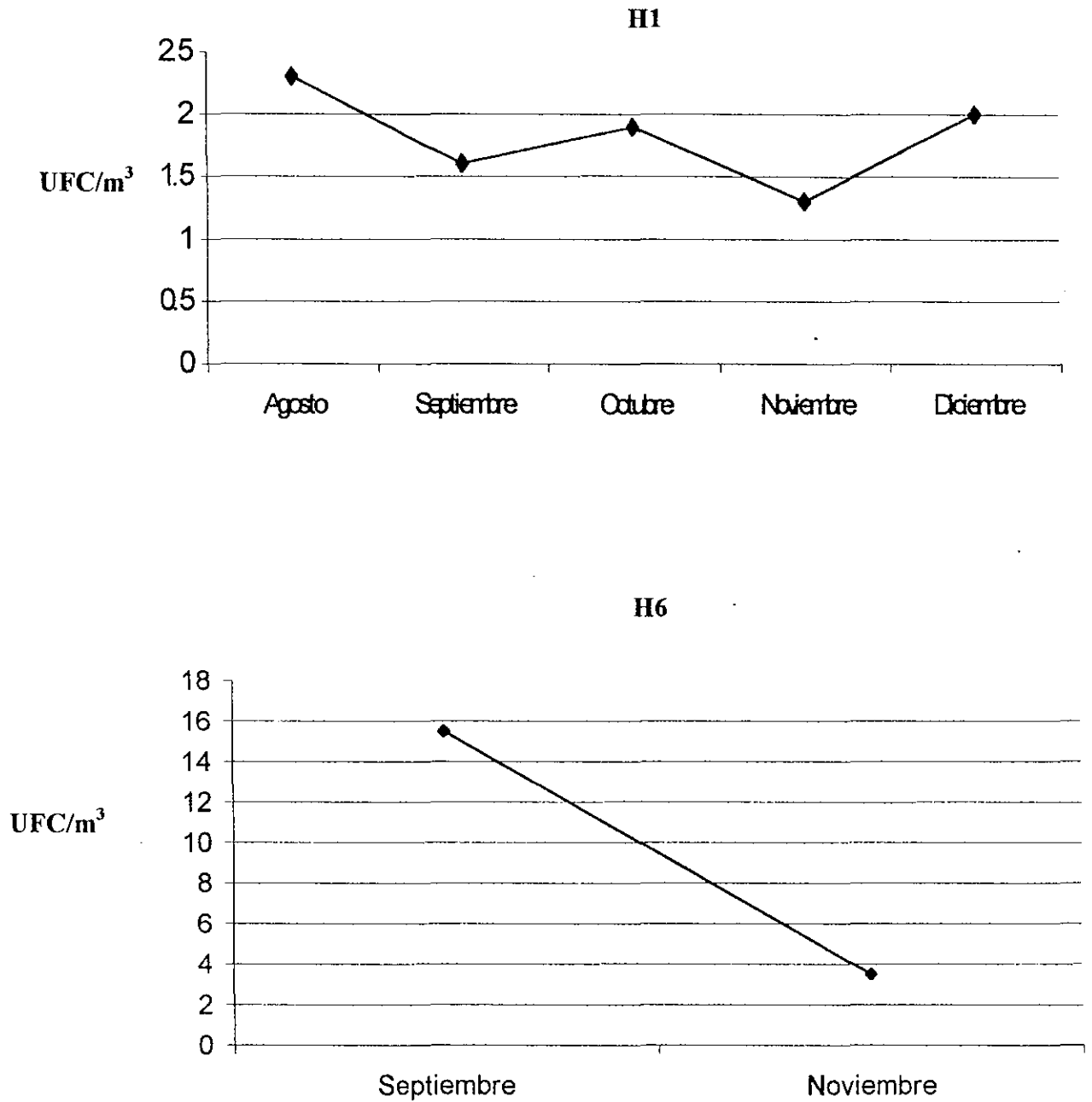


Fig. 8 Comparación entre la UCI del H1 y H6 con el grupo de microorganismos indicadores de los *Staphylococcus* spp.

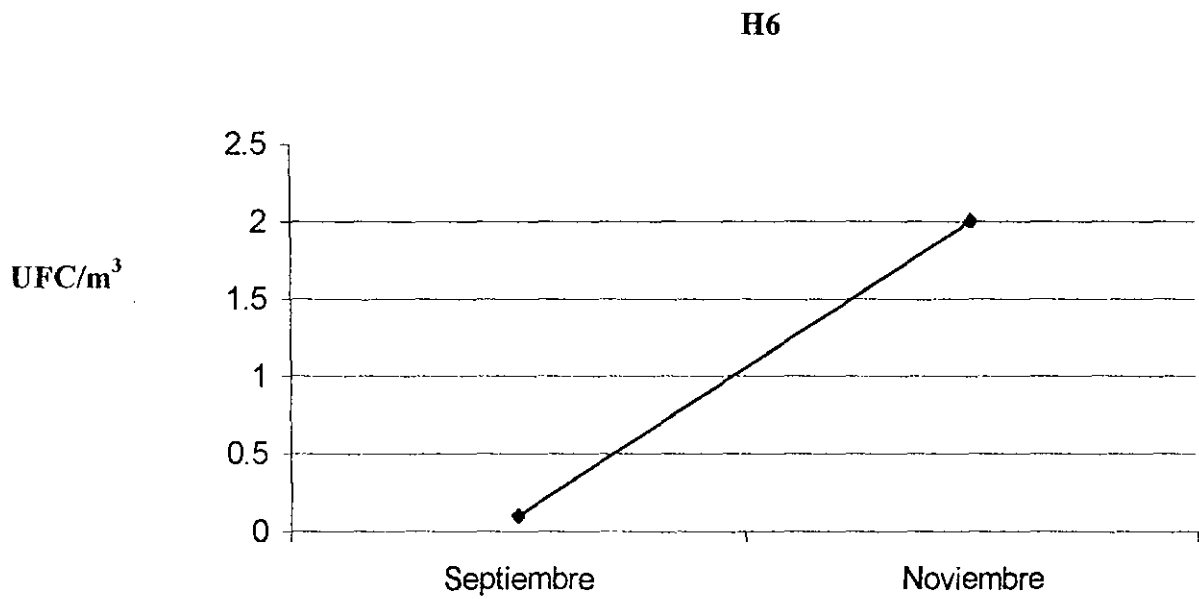
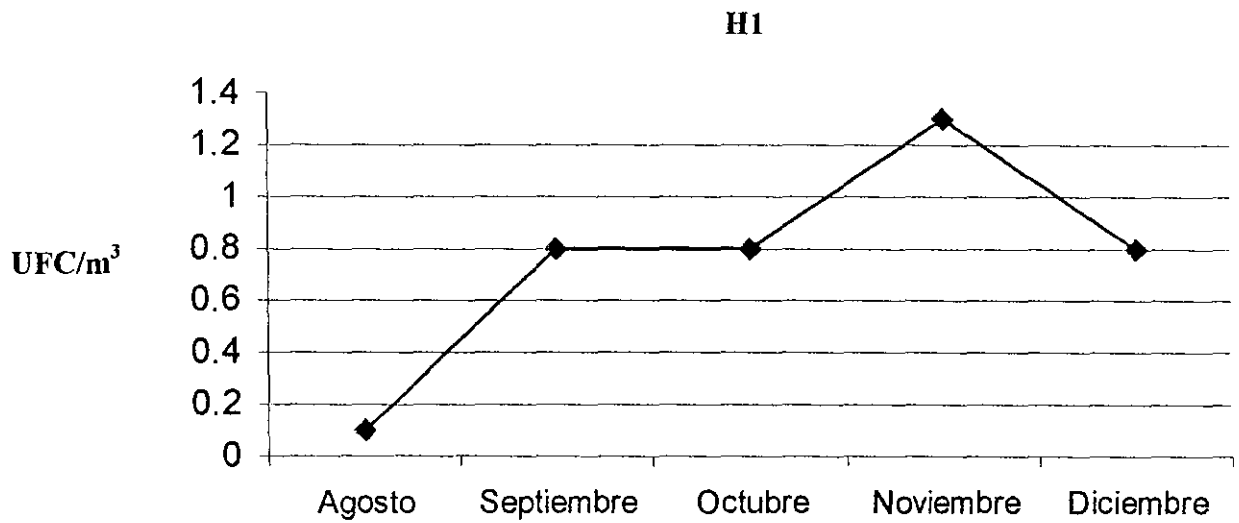


Fig. 9 Comparación entre la UCI del H1 y H6 con el grupo de microorganismos indicadores de las Bacterias Gram —.

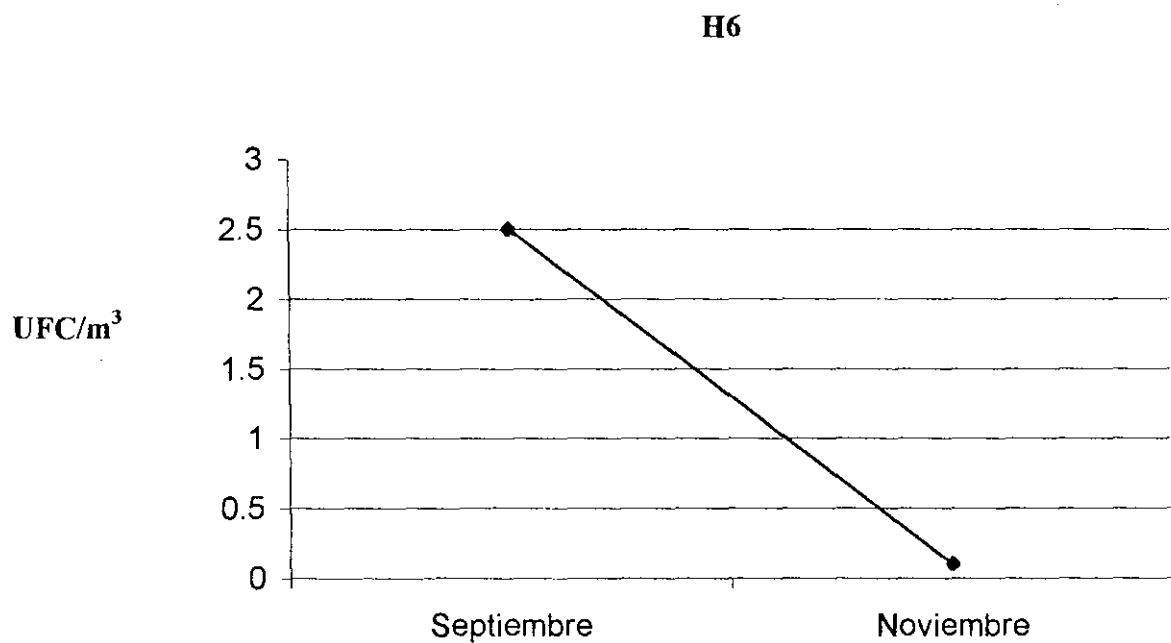
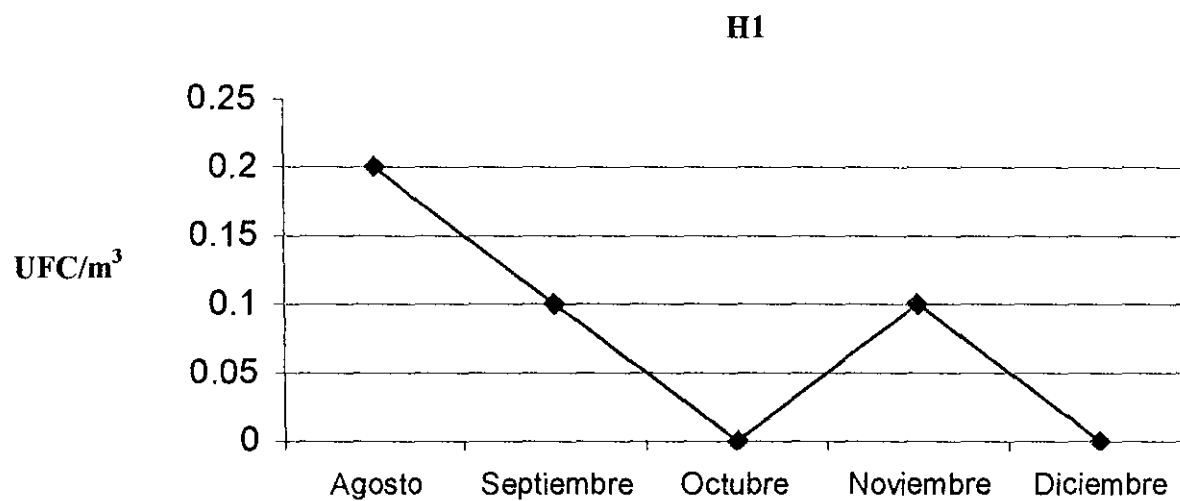


Fig. 10 Comparación entre la UCI del H1 y H6 con el grupo de microorganismos indicadores de las hongos.

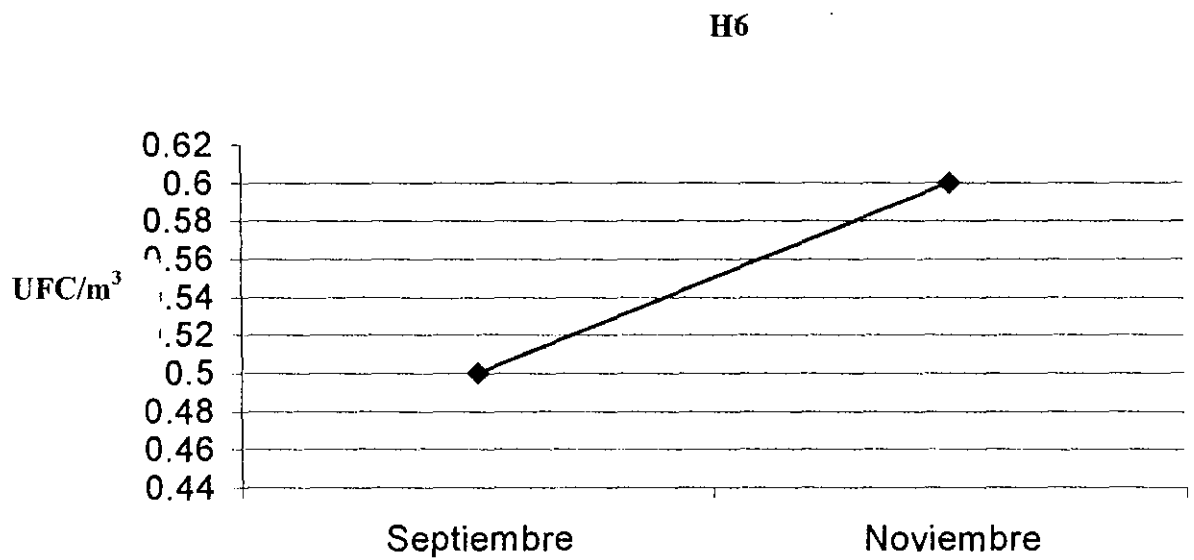
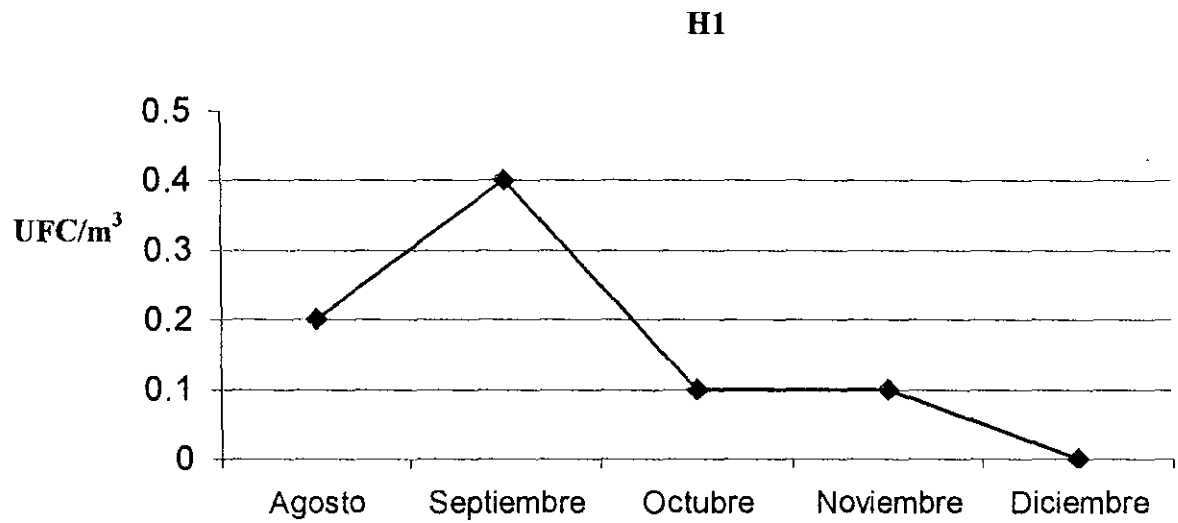


Fig. 11 Biodiversidad microbiana de los aislamientos localizados en las diferentes áreas críticas hospitalarias.

Microorganismos	Localización en áreas críticas
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Q, UCIPYN, UCI, C
<i>S. haemolyticus</i>	
<i>S. saprophyticus</i>	
<i>S. cohnii</i>	
<i>S. simulans</i>	
<i>S. warneri</i>	
<i>S. auricularis</i>	
<i>S. hominis</i>	
<i>S. xylosus</i>	
<i>S. saccharolyticus</i>	
<i>Enterobacter agglomerans</i>	UCI
<i>E. cloacae</i>	UCI
<i>Escherichia coli</i>	UCI
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	UCI, UCIPYN
<i>Acinetobacter spp</i>	UCI, UCIPYN
<i>Aspergillus flavus</i>	Q, UCIPYN, UCI, C
<i>A. fumigatus</i>	
<i>A. niger</i>	
<i>A. versicolor</i>	
<i>Fusarium spp</i>	
<i>Phoma spp</i>	
<i>Cladosporium spp</i>	
<i>Penicillium spp</i>	
<i>Helminthosporium</i>	
<i>Achlya</i>	
<i>Neurospora spp</i>	
<i>Paecilomyces spp</i>	
<i>Rhizopus niger</i>	
<i>Rhizopus stolonifer</i>	

Clave: Q= Quirofano, UCI= Unidad de Cuidados Intensivos, UCIPYN= Unidad de Cuidados Intensivos de Prematuros y Neonatos, C= Cuneros.

Fig. 12 Esquema del equipo utilizado para la captura de los microorganismos aerotransportados y presentes en las áreas críticas monitoreadas.

TRAMPA MICROBIANA AUTOMATIZADA, **T M A.**

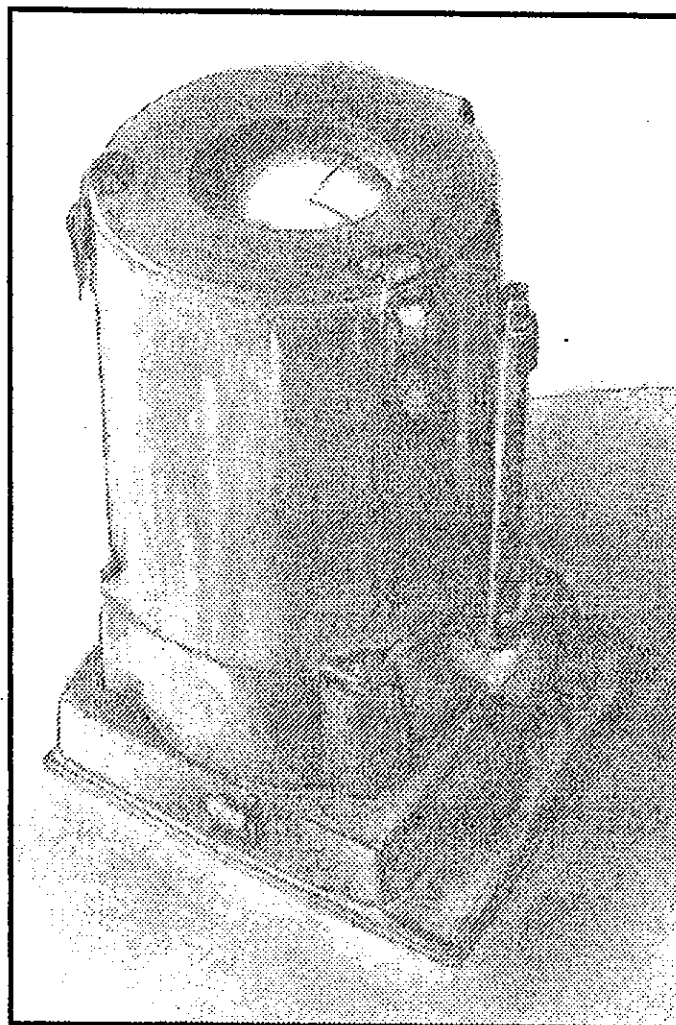


Fig. 13 Trampa microbiana automatizada (TMA) antes (a) y después (b) de su funcionamiento durante los monitoreos.

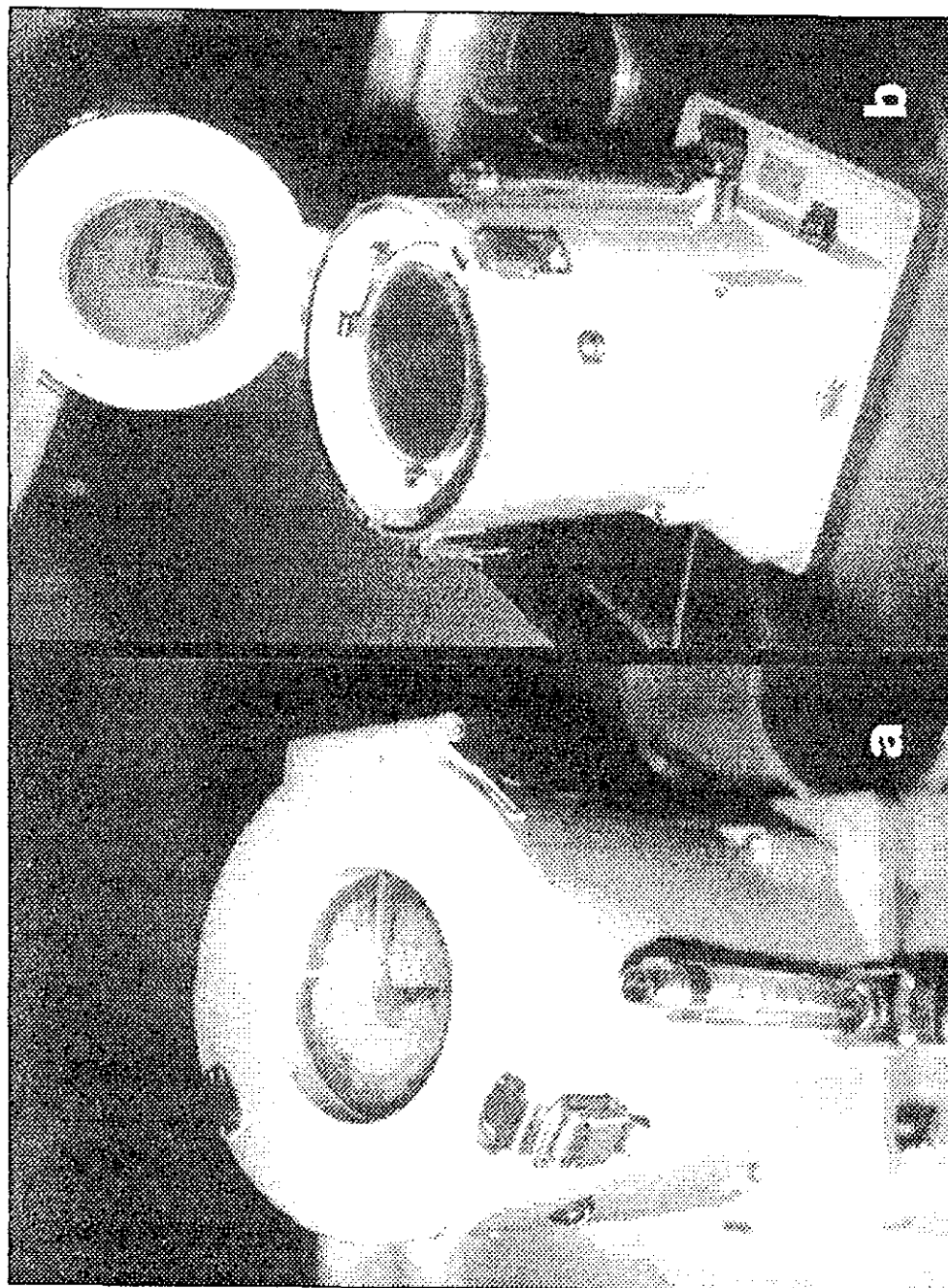


Fig. 14 Visualización panorámica de la TMA durante los monitoreos ambientales en los quirófanos. En el escenario general (a) y un acercamiento (b).

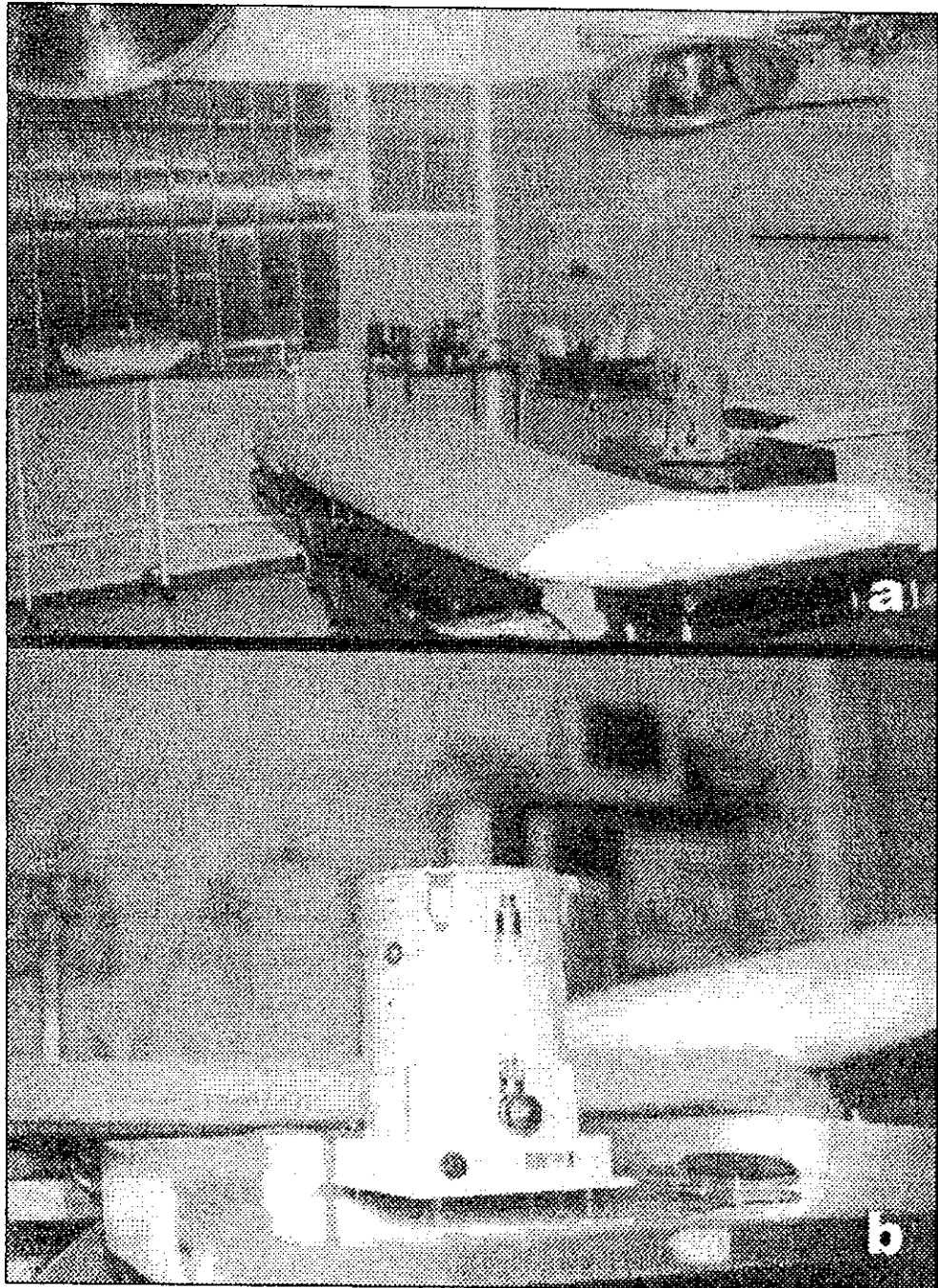
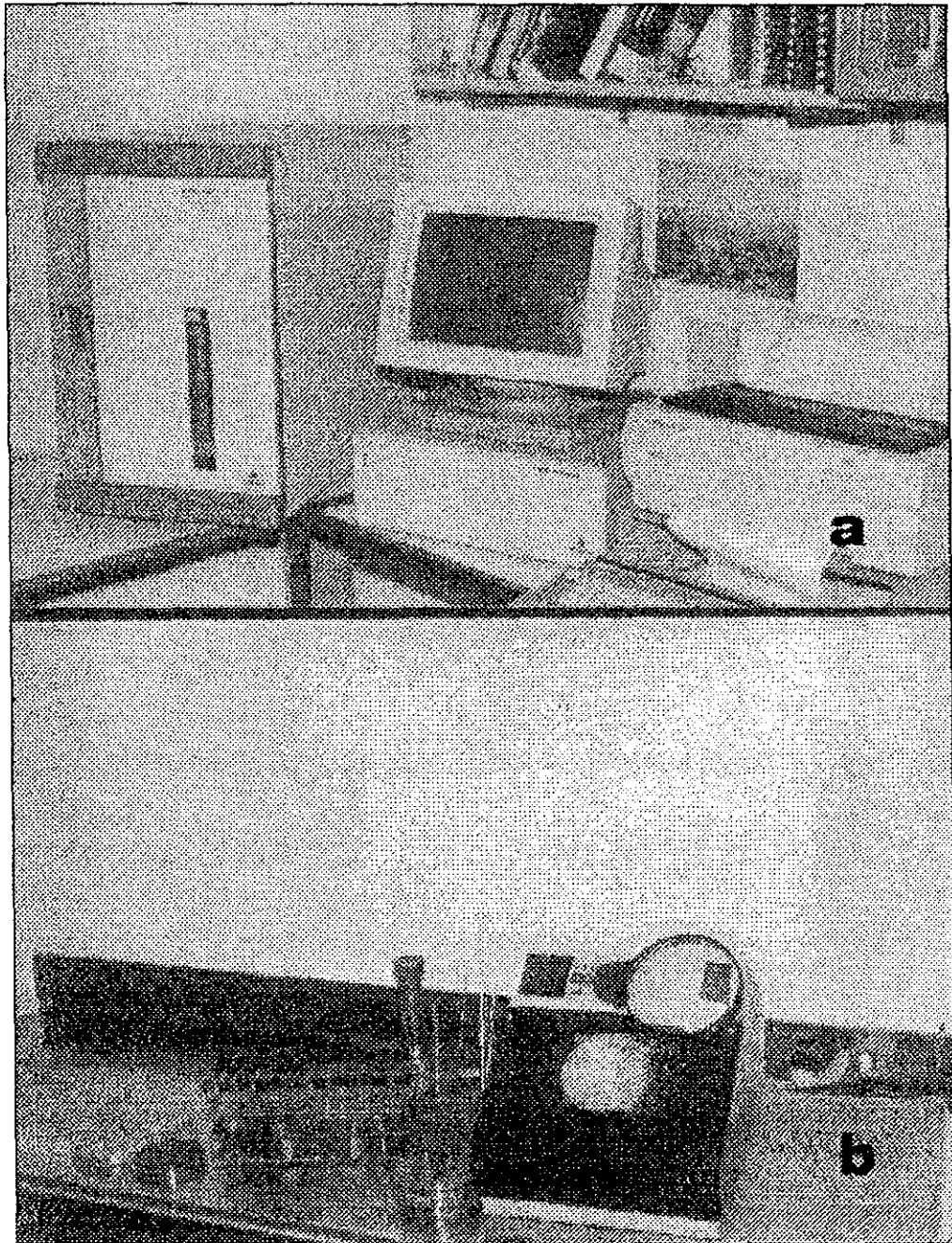


Fig. 15 Modernidades automatizadas (a) y tradiciones laborales (b) empleadas en la determinación de los microorganismos aerotransportados en las áreas críticas hospitalarias.



8. Discusión

La corresponsabilidad institucional de los hospitales para con su población que atienden debiera ser una demostración cotidiana de ejercicio profesional, y no solamente palabras, declaraciones y discursos virtuales que no son consecuentes con las recomendaciones normativas vigentes. Esta desatención trae como consecuencia natural una significativa disminución de la calidad de atención y, obviamente, también tiene un gran impacto sobre el bienestar y salud de los derechohabientes.

Una de las principales afectaciones de origen nosocomial son las denominadas infecciones intrahospitalarias (IIH) que complican extraordinariamente el manejo de los pacientes porque incrementan su postración y tiempos de estancia, mayores gastos por los medicamentos consumidos y una importante disminución del potencial humano productivo. Las IIH se producen como resultado de los descuidos sistemáticos de tipo higiénico-sanitario, combinados con las inercias administrativas en la implementación de los necesarios sistemas de vigilancia epidemiológica (SVE), además del indispensable y correcto funcionamiento de los comités de infecciones. Dichos mecanismos debieran tenerse en cualquier nosocomio, independientemente de que se trate de hospitales de primer, segundo o tercer nivel de atención.

La eficiencia cotidiana de los SVE no depende solamente de su frecuencia de aplicación sino del formato implementado para su ejecución. Particularmente cuando el interés se concentra en la evaluación de la calidad sanitaria del aire que respiramos en las diferentes secciones nosocomiales, y mucho más específicamente en aquellas áreas consideradas como críticas por los mayores riesgos hacia los pacientes, tales como los quirófanos, unidades

de cuidados intensivos y cuneros, resulta ser que los monitoreos ambientales (MA) representan una excelente alternativa que nos permite detectar oportunamente la presencia de microorganismos patógenos y oportunistas que son aerotransportados, y que pudiesen ocasionar serios daños a los ya enfermos que son atendidos ahí mismo.

El conocimiento de la referida detección oportuna de los microorganismos patógenos y oportunistas tiene un valor de uso práctico por demás importante porque, al conocer no solamente su identidad sino también su localización específica en determinada AC de los hospitales, permite la pronta implementación de las correspondientes medidas correctivas para minimizar y controlar el impacto asociado.

Por otra parte, se hace necesario precisar que el desarrollo regular de los MA se puede llevar a cabo de diferente forma, sin que haya mayores consideraciones entre ambas. Nos referimos a la búsqueda minuciosa de los géneros y especies microbianos involucrados como contaminantes del aire que, ciertamente tendría el inconveniente de un costo mucho más elevado porque se consumen mas medios y reactivos. A diferencia del estudio general de los mismos contaminantes microbianos pero bajo el criterio analítico de los grupos de microorganismos indicadores (GMI), ya que su costo es menor y su representatividad como criterio sanitario también sirve igualmente para valorar la calidad del aire. Es decir, se le utiliza como un sistema de tamizaje preliminar y así, conocer mucho más rápido y eficientemente, los riesgos para la salud que representa la presencia de ciertos agentes etiológicos que son endémicos en algunas áreas críticas hospitalarias.

En el presente trabajo las evidencias obtenidas certifican la veracidad de todos y cada uno de los anteriores argumentos y reflexiones. Por ejemplo, por cuanto corresponde a la factibilidad institucional de la vigencia de los SVE para garantizar la bioseguridad de los pacientes, el sistema propuesto a través de la

presente investigación de la utilización regular de los grupos de microorganismos indicadores para valorar la contaminación microbiana del aire que respiramos y, en consecuencia, los riesgos asociados para el bienestar y salud de los derechohabientes y trabajadores de los diferentes nosocomios, resulto ser una forma mucho mas efectiva en el balance costo- beneficio porque tiene desventajas por demás significativas sobre otros sistemas, que son mucho mas específicos pero mas largos y costosos. Además, uno de los aspectos mas interesantes que se derivaron durante el desarrollo de los monitoreos solicitados expresamente por las diferentes instituciones nosocomiales, idependientemente de su localización tapatía o jaliscience, así como del nivel de atención prestado, resultó ser la extraordinaria responsabilidad institucional demostrada porque, a través del minucioso análisis de los reportes entregados inmediatamente luego de haberse efectuado los monitoreos requeridos, sus administradores y directivos tuvieron el gran acierto de tomarlos en cuenta para implementar las respectivas medidas orientadas hacia su minimización y control. El éxito de dichas tareas quedo demostrado por la significativa disminución de las infecciones nosocomiales de acuerdo a las comunicaciones orales de sus administradores.

Finalmente, y de acuerdo al impacto logrado por nuestros resultados, estamos en condiciones de afirmar que cualquier problemática en los entornos hospitalarios puede traducirse en solucionática mediante la colaboración respetuosa y equitativa de todos y cada uno de los integrantes del así llamado equipo de salud y, particularmente, de los profesionales que integran los comités de infecciones. De su propia capacidad, interés, sentido autocrítico, humanismo y profesionalismo, depende entonces la calidad de atención que nuestros hospitales brinden hacia la población mexicana.

9. Conclusiones

1. Los principales grupos de microorganismos indicadores que fueron determinados en las áreas críticas monitoreadas incluyeron a los mesofílicos aerobios, bacterias G-, hongos y *Staphylococcus* spp.
2. La estrategia de manejo diagnóstico de la calidad sanitaria del aire mediante los grupos de microorganismos indicadores tiene una ventaja por demás significativa porque permite determinar, con una gran confiabilidad sobre otros sistemas más específicos, además de su extraordinaria accesibilidad, la bioseguridad ambiental de las áreas críticas hospitalarias.
3. Entre las áreas críticas estudiadas que mayor carga y diversidad de microorganismos presentaron fueron las unidades de cuidados intensivos e intermedias debido, entre otros factores, a que en ellas la actividad laboral es alta, el tránsito de personal es muy activo, la frecuencia de los procedimientos de manejo operativo de los pacientes, de sus excreciones, espectoraciones y nebulizaciones también es por demás reiterativo. En su conjunto, todos estos factores coinciden como fuentes secundarias de agentes etiológicos patógenos con gran virulencia, por ejemplo, expresada como multiresistencia antimicrobiana.
4. Independientemente de su localización geográfica de los hospitales investigados, la calidad microbiológica del aire monitoreado en aquellos nosocomios ubicados en la Zona Metropolitana de Guadalajara, o bien, en el interior del Estado de Jalisco, en ambos casos fue similar.
5. Lo que marcó significativamente la diferencia en los aislamientos obtenidos entre las unidades hospitalarias estudiadas fueron, entre otros, la variable deficiencia tanto en el sistema de vigilancia epidemiológica como los cambios de calidad de los distintos procedimientos de manejo de los pacientes, y las frecuentes irregularidades en la aplicación de las medidas de asepsia y desinfección propias de la operación en dichas áreas.
6. El valor de uso práctico de los resultados obtenidos fue determinante como criterio estratégico para la modificación física de las áreas críticas consideradas porque sirvió para justificar su correspondiente ejecución, en virtud del innegable impacto positivo en el balance costo beneficio.

10. Bibliografía

1. Almazan JM, M Díaz y A Cruz. 1993. Comparación entre los tiempos de exposición de 15 y 30 minutos en el control ambiental de un área controlada. Memorias del XXIV Congreso Nacional de Microbiología, Guadalajara, Jal., México.
2. Arbeit RD. 1995. Laboratory Procedures for the Epidemiology Analysis. In: Manual of Clinical Microbiology, 6th Edition, ASM Press, Washington DC, 190-208.
3. Badii MH, AE Flores, R Forounghabakhch y L. Mauad. 1995. Una metodología sencilla para la evaluación del impacto ambiental (EIA). Calidad Ambiental 1(9): 18-21.
4. Bergey's. 1994. Manual of Determinative Bacteriology, 9th Edition, William & Wilkins, Baltimore MA, 67-93.
5. Brust Carmna H. 1995. Medio ambiente, salud y regulación sanitaria. Rev. Fac. Med. UNAM, 38: 135-141.
6. Campbell R. 1987. Estructura y dinámica de las poblaciones microbianas en el aire, 1^a Edición, Ed. Limusa, México DF, 207-222.
7. Céspedes C, M Miller, B Quagliarello, P Vavagiakis, SR Klein & DF Lowy. 2002. Differences between *Staphylococcus aureus* isolates from medical and non medical hospital personel. J. Clin. Microbiol. 40: 2594-2597.
8. Cerda Medina DJ. 2002. *Acinetobacter* y *Pseudomonas* como indicadores ambientales de riesgo en infecciones de tracto respiratorio bajo en una unidad de cuidados intensivos. Tesis de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental/Universidad de Guadalajara, 1-99.
9. Haley RW, DH Culver, JW White y cols. 1985. The Efficacy of Infection Surveillance and Control Programes Preventing Nosocomial Infection in U.S. Hospitals. Am. J. Epidemiol., 121: 182-205.
10. Herwaldt LA and RP Wenzel. Dynamics of Hospital-Acquired Infection. In: Manual of Clinical Microbiology, 6th Edition, ASM Press, Washington DC, 169-189.
11. Lemus JD et al. 1996. Instrumentos epidemiológicos. En: Manual de Vigilancia Epidemiológica, 1^a Edición, Ed. OPS/OMS/Fundación WK Kellogg, Washington DC, 8-19.
12. Lemus JD et al. 1996. Prevención y control de infecciones nosocomiales y otros indicadores de la atención médica. En: Manual de Vigilancia Epidemiológica, 1^a Edición, Ed. OPS/OMS/Fundación WK Kellogg, Washington DC, 37-44.
13. Lizárraga-R JA. 1994. Evaluación del impacto ambiental: El Método de Indicadores Característicos (MIC). Calidad Ambiental, 3: 6-9.

14. Lupetti A, A Tavanti, P Davini, E Ghelardi, V Corsini, I Merusi, A Boldini, M Campa & S Senesi 2002. Horizontal Transmisión of *Candida parapsilosis* Candidemia In a neonatal Intensive Care Unit. J. Clin. Microbiol. 40: 2363-2369.
15. Malagon Londono G. 1998. Ambiente externo e interno de la institución. En: Auditoría en Salud, 1ª Edición, Ed. Panamericana, México DF, 13-15.
16. Madsen KR. 1991. A clean environment. Nordisk Mejeri Information, 18(9): 264-265.
17. Mekalanos JJ. 1992. Environmental signals controlling expression of virulence determinants in bacteria. J. Bacteriol./june, 1-7.
18. Moeller DW. 1992. Monitoring. In: Environmental Health, 1st Edition, Harvard University Press, Cambridge, MA / London, England., 229-252.
19. Morris-Schaefer. 1994. Enfoques para la preparación de estrategias a nivel de países para el Bienestar Humano según la agenda 21. En: Salud, Medio ambiente y Desarrollo, documento OPS-OMS/Febrero, 1-15.
20. OPS/OMS. 1995. Glosario de términos de Salud Ambiental, 1ª Edición, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Metepec, Mor., 1-107.
21. Pérez-Castro A, JA Vázquez, M Mougraby-Misrahy y A Nieto-Ortega. Control bacteriológico del aire ambiental en los quirófanos. I. Establecimiento del método. Rev. Med. IMSS, 25-67.
22. Piffano CP, TL Martins, CMG Siqueira, NS Aranha, O de M Pinto, SJL Mello, FA D'Avila, FAL Pires, AEL Texeira, W Riley and MB Meurer. 2002. Occurrence of a multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* clone in different Hospitals in Rio de Janeiro, Brazil. J. Clin. Microbiol. 40: 2420-2424.
23. Ponton Laverde G. 1998. Control para preservar el ambiente. En: Auditoría en Salud, 1ª Edición, Ed. Panamericana, México DF, 23-31.
24. Rodríguez Solís AR, F Trujillo Contreras, A Jiménez Cordero, A Solís Serrano y M Raygoza Anaya. 2001. Epidemiología ambiental de la biodiversidad microbiana en quirófanos. Investigaciones Medicoquirúrgicas 3(1): 47-53.
25. Rosas I, A Yela, S Eva y E Calva. 1994. Bacterias entéricas en la atmósfera. Ciencia y Desarrollo, 18: 52-57.
26. Rozak DB and RR Colwell. 1987. Survival strategies of bacteria in the natural environment. Microbiol. Rev./Sept., 1268-1273.
27. Sánchez Triana E, W Casas y M Enciso Revela. Manejo del Medio Ambiente. En: Infecciones Hospitalarias, 1ª Edición, Ed. Panamericana, 56-61.
28. Santos-Burgoa C., *et al.* 1993. Campo de la Salud Ambiental. En: La Salud Ambiental en México, 1ª Edición, Ediciones del INSP, Cuernavaca, Mor., 13-29.
29. Schaberg DR, DH Culver and RP Gaynes. 1991. Major trends in the microbial etiology of nosocomial infection. Am. J. Med. 91(Suppl. 3B): 72S-75S.
30. Sheiby L, A Sergey y cols. 1995. Effect of impact stress on microbial recovery on agar surface. Appl. Environ. Microbiol./April, 1232-1239.

31. Solar-Pérez MB. 1996. Aire, Calidad Sanitaria y Biológica. Enfermedades que se transmiten por el aire, riesgo y control. En: Riesgos Biológico Ambientales, 1ª Edición, Ediciones INHEM, La Habana, Cuba., 58-65.
32. Stephen DW. 1991. The Ecologic Method in the Study of Environmental Health. I. Overview of the Method. Environmental Health Perspectives, 94: 61-65.
33. Stephen DW. 1991. The Ecologic Method in the Study of Environmental Health. II. Methodologic Issues and Feasibility. Environmental Health Perspectives, 94: 67-73.
34. Stoner DL, JB Smathers, WA Hyman, DE Clapp and DD Duncan. 1987. Engineering a safe hospital environment, 1st Edition, Ed. Limusa, México DF, 95-127.
35. Thong KL, YL Goñi, S Raudu, S Noorzaleha, R Yasin, YT Koh, VKE Lim, G Rusul & SD Puthucheary. 2002. Genetic diversity of clinical and environmental strain of *Samonella enterica* serotipo Weltevreden isolated in Malaysia. J. Clin. Microbiol. 40: 2498-2503.
36. Van der Zwet WC, JY Debets-Ossnkopp, E Reinders, M Kapi, HMP Savelkoul, MR Van Eiburg, K Hiramatsu & MJEC Van der Broucke Grauls. 2002. Nosocomial spread of a *Staphylococcus capitis* strain with heteroresistence to vancomycin in a neonatal intensive care unit. J. Clin Microbiol. 40: 2520-2525.
37. WHO. 1992. Health, environment and development. In: Our planet, our health, 1st Edition, WHO Editions, Geneve Switzerland, 1-19.