

Estudio microbiológico de la biblioteca “Lafragua” de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Alma López-García,^{a,*} Alejandro Ruiz-Tagle,^a Beatriz Inés Petlascalco-Sánchez,^b Karina Díaz-Munive,^b Jaime Guadalupe-Valiente,^b José Antonio Rivera-Tapia^c

^aDepartamento de Microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

^bFacultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

^cCentro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla..

Recibido 15 Mayo 2011; aceptado 15 Julio 2011

Objetivo: El objetivo del presente trabajo fue determinar la flora microbiana en la biblioteca “La Fragua” y la implementación de sanitización. **Material y métodos:** El estudio consistió en: a) muestreo microbiológico del acervo bibliográfico, b) muestreo microbiológico-ambiental y de superficies y c) estudio de sanitización. **Resultados:** En la biblioteca se lograron aislar 13 especies de hongos y 5 bacterianas que constituyen un peligro potencial contra la preservación de nuestra biblioteca, ya que los contaminantes se encuentran viables y en actividad. Además cabe la posibilidad de causar enfermedades oportunistas tanto en el personal que labora en la biblioteca como en los usuarios. Los tres antifúngicos probados, Vinclazolín, Fosetil-al y Carbendazim, pueden ser utilizados para fumigar la Biblioteca a una concentración menor a la recomendada por el proveedor en donde se presentó el 100 % de inhibición. El grado de contaminación de la biblioteca “Lafragua” significa, que existen condiciones favorables para el desarrollo y crecimiento de los microorganismos aislados.

Palabras Clave: Monitoreo microbiológico, ambiente intramuros, biblioteca, sanitización.

Objective: The aim was to determine the microbial flora in the library “Lafragua” and the implementation of sanitization.. **Material and Methods:** The study was as follows: a) microbiological sampling of bibliographical issues, b) environmental microbiological sampling and surfaces, and c) sanitization study. **Results:** 13 fungi and 5 bacterial species were isolated, constitute a potential danger to the preservation of library because the contaminants are viable and active. Furthermore it is possible to cause opportunistic diseases in both the staff working and the users. The three tested antifungals can be used to fumigate the library at a lower concentration than recommended by the supplier with 100 % inhibition. Contamination degree of the library "Lafragua" represents that there are favorable conditions for development and growth of isolates microorganisms..

Key words: Microbiological sampling, indoor environmental, library, sanitization.

1. Introducción

La mayoría de nuestras actividades transcurren en ambientes cerrados, los cuales son domésticos o laborales, siendo un ambiente que puede implicar riesgo en la salud, ya sea por la naturaleza del trabajo o por que este espacio no cuente con las condiciones óptimas respecto a calidad del aire respirable, es decir los factores físicos, químicos y/o biológicos que interac-

cionan entre si. La presencia de agentes biológicos en el aire de interiores, como bacterias y hongos, puede contribuir al síndrome del edificio enfermo, condicionando padecimientos en vías respiratorias, ojos, y en la piel de los ocupantes, además de llegar a deteriorar material importante que se resguarde en dicho edificio, tal es el caso de las bibliotecas.^{2,8,17,22}

La biblioteca “José María Lafragua” hunde sus raíces en el origen mismo de la hoy Universidad Autónoma de Puebla: en el siglo XVI, cuando llegan a Puebla los primeros religiosos de la compañía de Jesús, cuyo principal equipaje estaba constituido por los libros que, desde España, habían trasladado a las recién conquistadas tierras de América. Cuando fundan

*M. en C. Alma López-García. Departamento de Microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas. Edificio 105-H. Ciudad Universitaria. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. CP. 72570, Puebla, México. Correo electrónico: alma.lopez@correo.buap.mx

el Colegio Seminario de San Jerónimo, en 1578, son esos libros los que constituyen la primera biblioteca. Sin embargo, es la fundación del Colegio del Espíritu Santo en el lugar que actualmente conocemos como edificio Carolino, la que marca el inicio de lo que hoy es la biblioteca "José María Lafragua". Este colegio se fundó en 1587 gracias al donativo de don Melchor de Covarrubias, rico comerciante en "grana" avecindado en Puebla, en un codicilo anexo a su testamento, hecho en el año 1592, el benefactor insistió en la necesidad de que dicho colegio adquiriera una librería para satisfacer las necesidades de los estudiantes.²³

El 16 de Septiembre de 1885, abrió sus puertas como biblioteca pública del Colegio del Estado, la biblioteca "José María Lafragua", integrada por los acervos bibliográficos de los antiguos colegios jesuíticos del Espíritu Santo, San Ignacio y San Javier, así como los de diversos conventos secularizados durante la Reforma, el del propio Colegio y el legado del ilustre político y diplomático poblano José María Lafragua. Hoy, al tiempo que se rehabilita el espacio que ocupa en el segundo patio del edificio Carolino, desarrolla una intensa actividad de clasificación, restauración, preservación y difusión de su inmensa riqueza científica y cultural.²³

Más de 50 mil libros componen el fondo antiguo de la biblioteca "José María Lafragua", entre incunables y libros de los siglos XVI, XVII y XVIII; además de otros 40 mil de los siglos XIX y XX; todos estos volúmenes son algo más que un acervo bibliográfico, son un patrimonio histórico y cultural cuya custodia ha sido encargada, con el paso de los siglos, a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.²³

En el presente, la biblioteca se ha dedicado a la investigación especializada con cerca de 90 mil volúmenes pertenecientes a los diferentes años, escritos en diferentes lenguas e idiomas. Actualmente la biblioteca cuenta con trece incunables, el último ha sido recientemente hallado por Jonatan Moncayo Ramírez, quien encontró entre su fondo antiguo el tercer volumen de la Opera Omnia, con 516 años de haber sido escrito por el Teólogo Jean Gerson e impreso por Martín Flach.²³ Una de las preocupaciones actuales es la conservación de los patrimonios culturales que son un tesoro para la humanidad ya que se sabe que entre los daños más comunes que presenta el libro antiguo se encuentran los problemas biológicos, químicos y físico-mecánicos, principalmente. El

primero, tiene que ver con la presencia de microorganismos como hongos o bacterias que afectan la coloración del papel. Este daño es causado por la falta de control en la humedad relativa del área de resguardo. El segundo problema que perjudica el acervo histórico es el químico, el cual está relacionado con el papel utilizado para su elaboración. En el pasado, se empleaba algodón, lino o seda para fabricar el papel, materiales que garantizaban un porcentaje de 98-99% de celulosa. A partir del siglo XVIII se empezó a usar la pulpa de madera, la cual aporta celulosa al 50-60% y el porcentaje restante se conforma de impurezas y otros componentes. Uno de éstos últimos elementos es la lignina, ácido natural presente en la corteza de los árboles que al exponerse a un catalizador como la humedad relativa o la luz, genera acidez, rompe la cadena de celulosa y puede provocar la fragmentación del papel. Los textos del siglo XVI y XVII encuadrados en pergamino son también afectados. Al provenir de un material orgánico, el pergamino pierde humedad, se reseca y contrae. Un elemento más que daña los libros es la iluminación natural. Los rayos infrarrojos y ultravioletas de la luz solar perjudican la cadena celulosa del papel y afectan su coloración, la cual se torna más amarilla. Finalmente, los problemas físico-mecánicos son causados por el mal manejo del acervo, de ahí que se mantengan exhaustivas recomendaciones a los bibliotecarios y demás personal que tiene contacto con éste, a fin de evitar mayores perjuicios.^{13,14} Existen pocas investigaciones relacionadas con estudios microbiológico-ambientales y documentales como la realizada en la Biblioteca Nacional "José Martí" en el año 2006. En donde se logró el aislamiento e identificación de especies fúngicas existentes en documentos de la Biblioteca Nacional "José Martí" de Cuba, lo cual sirvió para recomendar medidas encaminadas a minimizar los factores que propician el desarrollo de hongos, causantes del deterioro de las colecciones.^{9,14,19}

En la Universidad del Valle en Cali, Colombia en 2009, se realizó un estudio de la población fúngica para aislar los hongos presentes en los libros y el ambiente de la biblioteca. El muestreo se efectuó en libros con signos de bio-deterioro. Se aislaron un total de 409 unidades formadoras de colonias (UFC) en agar con dextrosa y papa y agar celulosa, localizadas en el ambiente (89.7%) y en los libros (10.3%). El 37.16% de las UFC se detectaron en el Depósito General, el

9.78% en el Depósito de la Hemeroteca y un 34.97% en la Colección de Libros Antiguos. Se encontraron 17 géneros, predominando *Cladosporium* (59.72%), *Fusarium* (9,31%), *Curvularia* (6,62%), *Aspergillus* (6,37%) y *Chaetomium* (5,64%), todos mostraron capacidad para crecer en agar celulosa.⁷

El estudio realizado en el Banco Monetario de la Habana, determinó la posible contaminación del ambiente por agentes biológicos. En donde se aislaron contaminantes fúngicos en todas las zonas analizadas.¹⁰

En la biblioteca de interés en 1998 se hizo una "Valoración de la eficacia microbicida del ozonificador en la conservación de libros antiguos" por Pichón y col., realizando primero una identificación de la flora microbiana presente en libros pertenecientes a la biblioteca José María Lafragua, mismos que fueron sometidos posteriormente a un tratamiento con ozono, pero no se logró la erradicación total de los microorganismos identificados previamente en la biblioteca.¹⁵ También se utilizó óxido de etileno en el material bibliográfico, los resultados fueron satisfactorios ya que no se aisló ningún tipo de microorganismo después de aplicar el tratamiento, sin embargo, tuvo la desventaja de no ser práctico para toda la biblioteca.²¹

Actualmente en la biblioteca se encuentran detectadas 46 cajas con libros infectados, y sabiendo que esto conlleva a una pérdida importante del patrimonio de la humanidad deben ser diagnosticados lo más pronto posible para tratar de detener su deterioro, pues con este diagnóstico se podrá evitar que continúe la contaminación. Por otra parte es reconocido por el personal que labora en estas áreas sus frecuentes problemas respiratorios.

Derivado de esto surge la necesidad de preservar el patrimonio documental que custodia la biblioteca "Lafragua", para lo cual se realizó un monitoreo microbiológico tanto de los libros y manuscritos como del medio ambiente y superficies, con la finalidad de conocer la flora microbiana presente e implementar las acciones que delimiten el daño al acervo bibliográfico. Además de la sanitización de la biblioteca, lo que permitirá prolongar la vida de estos documentos históricos.

2. Material y métodos

El estudio se dividió en 3 partes: a) muestreo microbiológico del acervo bibliográfico, b) muestreo microbiológico-ambiental y de superficies y c) estudio de sanitización.

Muestreo del acervo bibliográfico

Se muestrearon un total de 60 libros, utilizando gasas estériles para realizar un raspado en húmedo de la cubierta anterior, cubierta posterior, lomo y papel. Las gasas se colocaron en un frasco con 40 ml de agua triptonada, de ésta se tomaron alícuotas de 1 mL y se inocularon por vertido en placa en medio agar cuenta estándar y agar rojo bilis, se incubaron a 37° C durante 48 h, igualmente se inoculó en agar papa dextrosa pero este se incubó a temperatura ambiente de 5 a 7 días. Al término de la incubación se procedió a la cuantificación de microorganismos. Para el caso de las placas de agar papa dextrosa se aislaron e identificaron los hongos presentes habiendo transcurrido el periodo de 5 a 7 días.

Por otro lado, se incubó el frasco con el agua triptonada restante por 24 h a 37° C para posteriormente tomar una asada que se sembró por estría cruzada en agar sangre de carnero, Mac Conkey y agar papa dextrosa, los primeros dos se incubaron a 37° C de 24-48 horas y el último se incubó a temperatura ambiente de 5 a 7 días. Se identificaron microorganismos de acuerdo a sus características macroscópicas y microscópicas. Para estos estudios se tomó como base metodológica las Normas Oficiales Mexicanas (Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, NOM-109-SSA1-1994, NOM-110-SSA1-1994 y NOM-111-SSA1-1994).³⁻⁶

Además de los 60 libros se realizó la búsqueda de hongos filamentosos que pudieran estar presentes, para lo cual se tomó muestra de pequeños fragmentos de los libros en donde se presentaba deterioro, esto se realizó con cuidado para no causarles mayor daño. Los pequeños fragmentos de muestra se inocularon mediante la técnica de 3 puntos en tubos de agar papa dextrosa y se incubaron a temperatura ambiente de 5 a 7 días, para terminar con la identificación de microorganismos.

Muestreo de ambiente

El método para el muestreo ambiental fue por exposición de placas de agar Mac Conkey, agar sangre de

carnero y agar papa dextrosa, con el fin de poder detectar enterobacterias, no fermentadores, cocos Gram positivos, levaduras y hongos contaminantes. Las placas se colocaron abiertas en puntos estratégicos cubriendo la mayor parte posible de la biblioteca, durante 15 minutos. Las placas de agar Mac Conkey y agar sangre de carnero se incubaron durante 24 h a 37° C y las placas de agar papa dextrosa se incubaron a temperatura ambiente de 5 a 7 días. Después de transcurrido el tiempo de incubación se identificaron y cuantificaron a los microorganismos contaminantes.

Muestreo de superficies

Se utilizó una plantilla de aluminio estéril que sirvió para delimitar un área de 5 x 5 cm. Se usaron gasas estériles de algodón que se humedecieron en un frasco que contenía 40 mL de agua triptonada estéril. Se colocó la plantilla sobre un área seleccionada, usando una para cada sitio de muestreo. Se rotó lentamente la gasa humedecida sobre la superficie expuesta. Se colocó la gasa nuevamente en la solución de agua triptonada. Se agitó de lado a lado, y se procedió a su inoculación por vertido en placa en agar papa dextrosa y agar cuenta estándar para la identificación y cuantificación de microorganismos contaminantes. Basado en las Normas Mexicanas (Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, NOM-109-SSA1-1994, NOM-110-SSA1-1994 y NOM-111-SSA1-1994).³⁻⁶

Estudio de sanitización

Para hongos se preparó el agar papa dextrosa según indicaciones del proveedor, se dejó enfriar y se le agregó a una placa el antifúngico según la dilución recomendada, a otra placa una dilución de menor concentración de la recomendada y una tercera de mayor concentración. Se homogenizó el agar y se dejó gelificar, a una placa no se le agregó el antifúngico para utilizarlo como placa control. Se tuvieron así 4 placas para cada hongo a probar. La siembra de las diferentes especies de hongos se realizó por la técnica de puntos, colocando 3 puntos en cada placa, utilizando asas micológicas en condiciones de esterilidad. Se incubaron las placas a 25° C, por 21 días para observar el crecimiento, midiendo el diámetro de la colonia cada dos días.

Para el caso de bacterias se preparó el medio de cultivo agar Mueller Hinton. Con un cultivo fresco de la cepa pura se tomó una pequeña cantidad de inóculo y se preparó una mezcla en SSI al 0.5 de turbidez en

el nefelómetro de Macfarland. Con un hisopo estéril se sembró de manera masiva en el agar Mueller Hinton. A las placas se les hizo pozos con ayuda de tubos pequeños estériles. Se probaron diferentes concentraciones del desinfectante una de menor concentración y mayor concentración partiendo de la concentración indicada por el proveedor. Se colocaron 100 μ L de cada dilución del desinfectante en los pozos que se hicieron en los medios de cultivo para cada bacteria, se incubaron a 37° C por 24 horas, se observó y midió el halo de inhibición formado alrededor del desinfectante. Para considerar si la bacteria era sensible al desinfectante el diámetro del pozo, debería ser mayor o igual al doble del diámetro del pozo.

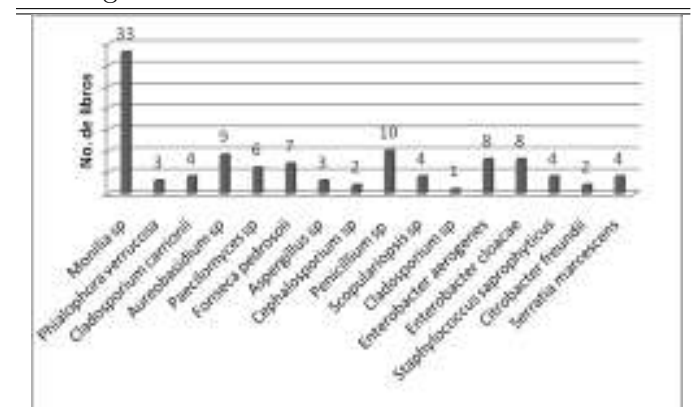
3. Resultados

Muestreo del acervo bibliográfico

El muestreo del acervo bibliográfico constó de 60 libros, de los cuales el 82% presentó crecimiento microbiano, los libros seleccionados se encontraban tanto en el "Hospital de libros enfermos" como en áreas de los repositorios de la biblioteca.

La mayoría de los libros presentaban más de un microorganismo y se observó que el aislado con mayor frecuencia fue *Monilia* sp, seguido de *Aspergillus niger* y *Penicillium* sp entre otros. También se observó que en los libros se aislaron bacterias como *Serratia marcescens*, *Citrobacter freundii*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Enterobacter cloacae* y *Enterobacter aerogenes* siendo las últimas dos las más abundantes (Figura 1).

Fig. 1. Microorganismos aislados en el acervo bibliográfico muestreado



Muestreo de superficies y ambiente

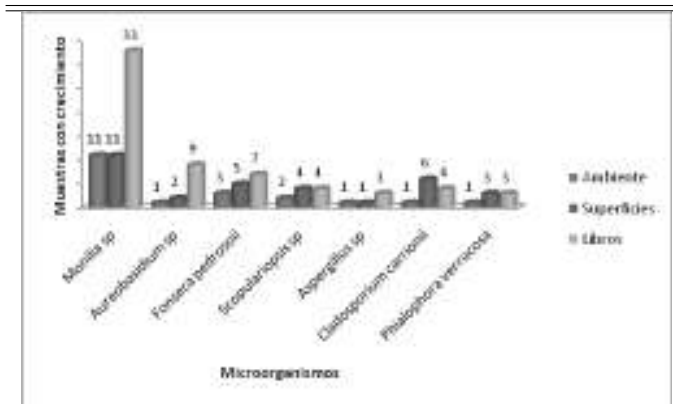
Superficies

Se evaluó la contaminación de BMA, hongos y levaduras en distintas superficies inertes de la biblioteca, las muestras fueron tomadas al azar. El estudio constó de 104 muestras que conformaron el servicio de 11 cubículos, logrando la identificación de una diversidad de hongos, entre los que se hace destacar a *Monilia sp* por su presencia en todos los cubículos.

Ambiente

Los resultados del muestreo ambiental demuestran que éste se encuentra contaminado principalmente por hongos. De igual forma que en los muestreos anteriores *Monilia sp* destaca su frecuencia en todos los cubículos. Además fue posible la identificación de *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis* y *Bacillus sp* siendo éste último el más abundante. La figura 2 permite un análisis comparativo de los microorganismos identificados en los muestreos de superficie, ambiente y libros. Cabe mencionar que en el gráfico se excluyen los microorganismos que no son compartidos al menos en 2 muestreos.

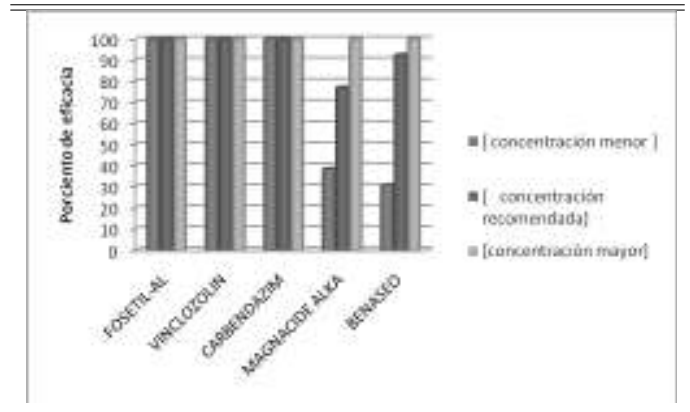
Fig. 2. Microorganismos presentes en libros, superficies y ambiente



Estudio de sanitización

Se hicieron los retos antimicrobianos con 5 antifúngicos: fosetil-al, vinclozolin, carbendazim, magnacide alka y benaseo contra las 13 especies de hongos aisladas en la Biblioteca, En cuanto a lo tres primeros antifungicos (Fosetil-al, vinclozolin, cabendazim) se obtuvo en las 3 concentraciones probadas el 100 % de efectividad (Figura 3).

Fig. 3. Eficacia en porcentaje de los 5 desinfectantes en los 21 días



De los 6 desinfectantes probados contra las cepas bacterianas: Magnicide alka, Benaseo, Estericide, DEA, Paroli y Germstar sin dilución, solo el Magnicide alka y Benaseo tuvieron buenos resultados inhibiendo el crecimiento de las cinco cepas bacterianas, con un halo de inhibición mayor o igual a 16 milímetros, considerándolos como efectivos ante estas cepas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados del reto microbiano de los 6 desinfectantes líquidos sin dilución

BACTERIA	DESINFECTANTES (SIN DILUCION)					
	MAGNICE ALKA	BENASEO	ESTERICE	DEA	PAROLI	GERMSTAR
<i>Enterobacter cloacae</i>	Sensible	Sensible	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
<i>Citrobacter freundii</i>	Sensible	Sensible	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
<i>Serratia mercesens</i>	Sensible	Sensible	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Sensible	Sensible	Resistente	Sensible	Sensible	Resistente
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	Sensible	Sensible	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
Cepas sensibles	5	5	0	1	1	0
Eficacia %	100	100	0	20	40	0

El Magnacide alka y el Benaseo se probaron diluidos para determinar a que dilución eran eficaces en la inhibición del crecimiento bacteriano. Con Magnicide alka se probaron las diluciones de 10 mL hasta 220 ml/L y las diluciones de 160, 180, 200, 220 mL/L fueron efectivos contra las 5 cepas de bacterianas aisladas de la Biblioteca “José María Lafruagua” y al seguir aumentado las concentraciones, se tuvo un mayor efecto sobre *Staphylococcus epidermidis*, luego sobre *Serratia mercesens* y finalmente sobre *Enterobacter cloacae* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Reto microbiano del desinfectante “Magnicide alka” realizando diluciones

Dilución utilizada	Concentración mL/L	<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Serratia marcescens</i>	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
1/100	[10]	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
1/50	[20]	Resistente	Resistente	Intermedio	Intermedio	Sensible
1/25	[40]	Resistente	Resistente	Intermedio	Intermedio	Sensible
1/16.5	[60]	Resistente	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Sensible
1/12.5	[80]	Resistente	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Sensible
1/10	[100]	Resistente	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Sensible
1/8.5	[120]	Resistente	Intermedio	Sensible	Intermedio	Sensible
1/7.2	[140]	Resistente	Intermedio	Sensible	Intermedio	Sensible
1/6.3	[160]	Intermedio	Sensible	Sensible	Intermedio	Sensible
1/5.6	[180]	Intermedio	Sensible	Sensible	Intermedio	Sensible
1/5	[200]	Intermedio	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible
1/4.6	[220]	Intermedio	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible

Con Benaseo se realizaron las mismas diluciones y los resultados fueron muy parecidos (Cuadro 3), en las diluciones 160, 180, 200, 220 mL/L, se observó que el desinfectante es efectivo contra las 5 cepas bacterianas aisladas de la Biblioteca “José María Lafragua” (Cuadro 3).

Cuadro 3. Reto microbiano del desinfectante líquido “Benaseo” realizando diluciones

Dilución utilizada	Concentración mL/L	<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Serratia marcescens</i>	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
1/100	[10]	Resistente	Resistente	Resistente	Intermedio	Resistente
1/50	[20]	Resistente	Resistente	Resistente	Intermedio	Sensible
1/25	[40]	Resistente	Resistente	Resistente	Intermedio	Sensible
1/16.5	[60]	Resistente	Resistente	Resistente	Intermedio	Sensible
1/12.5	[80]	Resistente	Resistente	Resistente	Intermedio	Sensible
1/10	[100]	Resistente	Resistente	Intermedio	Intermedio	Sensible
1/8.5	[120]	Intermedio	Resistente	Intermedio	Intermedio	Sensible
1/7.2	[140]	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Sensible
1/6.3	[160]	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Sensible	Sensible
1/5.6	[180]	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Sensible	Sensible
1/5	[200]	Intermedio	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible
1/4.6	[220]	Intermedio	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible

4. Discusión

El muestreo del acervo bibliográfico se conformó de 60 libros, de los cuales se logró el aislamiento de microorganismos en el 82% (49/60), el hongo aislado con mayor frecuencia fue *Monilia* sp, pero esto no es alarmante, puesto que es un género cosmopolita y muy abundante en todos los ambientes, en especial en aquellos que son húmedos, aunque en ciertos individuos, especialmente sensibles a éste, pudiera actuar como alérgeno.^{1,12,20}

Sin embargo, *Aspergillus niger* fue el segundo hongo de mayor frecuencia y es generalmente inofensivo en su ambiente habitual, pero puede actuar como patógeno en individuos que tienen alterados sus mecanismos de defensa. Además su potencial degradativo de celulosa es alto y su producción de ácidos es importante por lo que le confiere un elevado poder degradante de libros. *Penicillium* sp, ocupó el tercer lugar en frecuencia, además de tener alto grado celulolítico, por

lo que su presencia en el acervo bibliográfico resulta de alto impacto, también algunas especies de este género junto con *Scopulariopsis* sp han sido aisladas de pacientes con enfermedades broncopulmonares y en casos de otomicosis y queratitis micótica. Otras de las especies de hongos aisladas fueron *Cladosporium* sp y *Alternaria* sp de las cuales se tienen reportes de alergias respiratorias. El resto de los hongos identificados solo representa la flora contaminante en ambiente, pero no un riesgo potencial hacia la salud de empleados y libros. Las bacterias que fueron aisladas como: *Serratia marcescens*, *Citrobacter freundii*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Enterobacter cloacae*, *Bacillus* sp, *Bacillus subtilis* y *Enterobacter aerogenes*, pueden ser aisladas del suelo y agua, pero rara vez se encuentran como agentes infecciosos en personas, pero sí ocasionan daño a los libros, ya que atacan al papel degradándolo con la aparición de manchas, volviéndolo así transparente y frágil.^{10,19}

Además se pudo observar que hay una enorme relación entre los contaminantes fúngicos con respecto al ambiente de la biblioteca, las superficies y los libros, ya que comparten los mismos microorganismos.

En la búsqueda de alternativas para el control de los hongos y bacterias se probaron tres antifúngicos con el 100% de efectividad: Fosetil-al, Vinclozolin, Cabendazim. Estos tres antifúngicos tienen diferente principio activo, en el caso de Fosetil-al, contiene ión fosfito, Carbendazim, tiene benzimidazol y en el caso de Vinclozolin, es una Dicarboximida, estos antifúngicos son utilizados principalmente en la fumigación de plantas.¹¹

Mientras que el Benaseo y Magnicide alka presentaron una acción antifúngica y desinfectante sobre la población bacteriana, ambos tienen como principio activo al glutaraldehído, que es un esterilizante químico de amplio espectro, además actúa como fungicida, bactericida y virucida, el espectro depende del tiempo de exposición y de su concentración y su utilidad es de desinfectar y esterilizar material quirúrgico y la desinfección en áreas de hospitales por lo que son inocuos para el personal.^{16,18}

Se obtuvieron las siguientes conclusiones de esta investigación:

En la biblioteca se lograron aislar 13 especies de hongos diferentes y 5 bacterianas que constituyen un peligro potencial contra la preservación de nuestra biblioteca, ya que los contaminantes se encuentran vi-

ables y en actividad. Además cabe la posibilidad de causar enfermedades oportunistas tanto en el personal que labora en la biblioteca como en los usuarios.

Los tres antifúngicos probados, Vinclozolin, Fosetilal y Carbendazim, pueden ser utilizados para fumigar la Biblioteca a una concentración menor a la recomendada por el proveedor en donde se presentó el 100% de inhibición, pero para tener una mayor eficacia en la inhibición de los hongos se recomienda utilizar la concentración indicada y sobre todo realizar esta fumigación en el hospital de libros. En las áreas de los cubículos y repositorios se recomienda llevar a cabo limpieza diaria con Magnacide alka a una dilución de 60 mL/L.

El grado de contaminación de la biblioteca "Lafragua" significa que existen condiciones favorables para el desarrollo y crecimiento de los microorganismos aislados. Pero la concentración máxima de contaminación esta ubicada en los libros que ya presentan daños irreparables, mismos que son considerados un foco de infección para todo el ambiente y lo que hay en él. Además esto se refleja en la gran pérdida de numerosos volúmenes y manuscritos, pues resulta de gran impacto económico para la biblioteca, en consecuencia para nuestra universidad como Patrimonio Cultural de la Humanidad. Y aunque el costo monetario no esta estipulado ya que esto requiere de un análisis financiero, el tiempo de vida del acervo bibliográfico va decreciendo inversamente proporcional al crecimiento y proliferación de los microorganismos, mientras siga habiendo un medio propicio para su proliferación.

Actualmente la biblioteca controla los parámetros de temperatura y humedad relativa con ayuda del deshumidificador Edison 25, y con equipos especializados de lectura como el Logger digital, manteniendo una temperatura de 20-24°C y una humedad relativa de 45-60% realizando lecturas de manera permanente. Además del empleo de lámparas de luz fría protegida de una mica la cual impide la incidencia de rayos UV. Aunque estos rangos de temperatura y humedad relativa resultan satisfactorios para la conservación de los libros por su composición, a su vez propician la presencia y desarrollo de microorganismos que deben eliminarse.

Además, se recomendó al equipo de mantenimiento de la biblioteca limpiar periódicamente estanterías, paredes y aspirar el exterior de los libros. También es

necesario establecer un programa de monitoreo continuo de las colecciones para detectar focos de contaminación y realizar labores puntuales de prevención y control. Se recomienda realizar un trabajo de investigación sobre los diferentes tipos de control microbiológico empleando además de los productos químicos técnicas de combinaciones cruzadas de termonebulización y luz ultravioleta, debido a la importancia de proteger las colecciones de la biblioteca en estudio.

Referencias

1. Burge HA. "Bioaerosol: prevalence and health effects in the Indo environment". *J Allergy Clin Immunol* 1990; 86: 687-701.
2. Castañeda RE, Rivera TJA, Lechuga BK. "Determinación de la calidad microbiológica del aire en una industria textil" *Revista Latinoamericana de la Salud en el Trabajo* 2003; 3: 21-24.
3. Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
4. Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-109-SSA1-1994. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
5. Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
6. Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. 10 de mayo. 1995 Secretaría de Salud, México.
7. Giraldo MC, Torres GC, Díaz OJ. "Aislamiento de hongos celulolíticos causantes del biodeterioro de la Biblioteca Central de la Universidad del Valle". *Revista Mexicana de Micología* 2009; 29:9-14.
8. Gomes J, Lloyd O, Norman N. "The health of the works in a rapidly developing country:

- effects of occupational exposure to noise and heat". *Occup Med* 2002; 52: 121-128.
9. Hidalgo Y. "Aislamiento y caracterización de hongos en documentos de la Biblioteca Nacional José Martí" *Bibliotecas* 2006; Disponible en: http://www.bnjm.cu/sitios/rev_biblioteca/bibliotecas_2006/pages/articulo6.htm
 10. Labarrere NS, Gómez FA, Ávila RI, Guevara AM, Fernández LB. "Riesgos biológicos en ambientes confinados" *Rev Cubana Salud Trabajo* 2003; 4:1-2.
 11. León MA, Gómez QR, García MA, Gonzales ET, García OA, Guillermo RJ. "Control de plagas y enfermedades en los cultivos". Colombia: Editorial Grupo Latino. 2007; 308-314.
 12. Lugauskas A, Jasklevicius B. "Micromycetes hazardous to human health in building of various age and in Vilnius" *Indoor and Built Environment* 2007; 16: 358-370.
 13. Mc Cleary J, Crespo L. "El cuidado de libros y documentos. Manual práctico de conservación y restauración". Editorial CLAN. 1997.
 14. Novaresi M. "Moho: Pautas para el manejo de materiales documentarios contaminados". 2009. Disponible en: *Celulosa y Papel Boletín sobre conservación y restauración*. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Vol. II, No. IV
 15. Pichón SML. "Valoración de la eficacia microbiciida del ozonificador en la conservación de libros antiguos". Tesis para obtener el título de Licenciado en Químico Farmacobiólogo en la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. 1998.
 16. Rivera-Tapia JA. "El riesgo laboral" *Rev Biomed* 2004; 15: 139-140.
 17. Rivera-Tapia JA, Sánchez-Hernández JA, Ortiz-Segura G, Barahona-Argueta C. "Monitoreo bacteriológico en el aire interior de un edificio" *Acta Científica Estudiantil* 2009; 7: 4-7.
 18. Rivera-Tapia JA. "Contaminación y salud pública en México" *Revista Salud Pública de México* 2007; 49: 86-87.
 19. Silva CL. "Bajo la Lupa de la Conservación. Parte 2: Agentes biológicos y su interrelación con el ser humano" Disponible en: *Celulosa y Papel Boletín sobre conservación y restauración*. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. 2009. 2:4
 20. Singh J. "Toxic moulds and Indoor air quality". *Indoor and Built Environment* 2005; 14: 229-234.
 21. Vázquez SJ. "Parámetros de aplicación del óxido de etileno en material bibliográfico de la Biblioteca José María Lafragua de la BUAP contaminado con microorganismos". Tesis para obtener el título de Licenciado en Químico Farmacobiólogo en la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. 1999
 22. Vicent JH. "Occupational hygiene science and its application in occupational health policy, at home and abroad". *Occup Med* 1999; 49: 27-35.
 23. Villanueva A. *Gaceta Universitaria*. Organó Oficial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 55 Nueva Época, 2002. 8-14.