

Determinación del crecimiento microbiológico por factores ambientales y su repercusión en la salud de la comunidad estudiantil en la biblioteca de la Universidad Peruana Unión

Tinoco Canto, Jhoenmert Edgar ¹, Carhuaz Yaro Mirian Rosmery²,
Flores Córdova Delia³, Alvarez Loli, Jenny⁴

Recibido 20 de abril de 2016, Aceptado 4 de mayo de 2016
Received: Abril 20, 2016 *Accepted: May 4, 2016*

RESUMEN

Los microorganismos son causantes de daños a la salud, por ello, la presente investigación tiene por finalidad evaluar, cuantificar e identificar la presencia de microorganismos y sus potencialidades patógenas en la comunidad estudiantil; además de reconocer la influencia de diversos factores (temperatura, humedad relativa y flujo de personas) con relación al crecimiento microbiano en la biblioteca de la Universidad Peruana Unión (UPeU), a fin de proponer soluciones que brinden acciones preventivas necesarias. Se utilizó el método de identificación de zonas dominantes, se aplicó el procedimiento de sedimentación en placa con Agar Nutritivo (bacterias) y Sabouraud (hongos y levaduras), posteriormente se empleó la fórmula de Omeiliansky para cuantificar las unidades formadoras de colonias por metro cúbico de aire (UFC/m³); asimismo, se utilizó la técnica de psicrometría y la cuantificación de personas en el tiempo de evaluación, la técnica de Tinción Gram e Impronta. Finalmente, se ejecutó una encuesta para determinar el daño de éstos microorganismos en la comunidad estudiantil en el ambiente analizado. Como resultado se encontró concentraciones de bacterias (neiseria, bacillus, estaphylococcus) y hongos (penicillium, aspergillus, alternaria, mucor, monosporium); principales causantes de enfermedades (neumonía, tuberculosis, resfriado, alergias e hipertensiones). La humedad relativa varió de 78% a 83% y el promedio del flujo de personas fue de 100; por lo que se presentó 755.6 UFC/m³ en la biblioteca. Los datos de la encuesta

¹ Estudiante de Ingeniería Ambiental. Universidad Peruana Unión. Email: jhoenmerttinoco@upeu.edu.pe

² Estudiante de Ingeniería Ambiental. Universidad Peruana Unión.

³ Estudiante de Ingeniería Ambiental. Universidad Peruana Unión.

⁴ Ingeniera Ambiental. Docente en Universidad Peruana Unión.

muestran que la población estudiantil que pasa mayor tiempo en la biblioteca se enferma mensualmente. Por lo tanto el crecimiento microbiano es directamente proporcional a los factores mencionados, causando enfermedades respiratorias a la comunidad estudiantil.

Palabras clave: Concentración microbiana, bacterias, hongos, factores ambientales

ABSTRACT

The microorganisms are causing health damage, therefore, this research is to evaluate, quantify and identify the presence of microorganisms and their pathogenic potential in the student community; besides recognizing the influence of several factors (temperature, relative humidity and flow of people) in relation to microbial growth in the library of the Peruvian Union University (UPEU by its acronym in Spanish), in order to propose solutions that provide preventive actions. The method used was of identifying dominant areas, the sedimentation procedure in plate was applied with Nutrient Agar (bacteria) and Sabouraud (fungi and yeasts), and then the formula of Omeliansky was used to quantify the colony forming units per cubic meter of air (CFU / m³). Also, it was used the techniques of psychrometry, the quantification of people at the time of evaluation, and the technique of Tinción Gram and Impronta. Finally, a survey was carried out to determine the damage of these microorganisms in the student community in the environment analyzed. As a result, concentrations of bacteria (*Neisseria*, *Bacillus*, *Staphylococcus*) and fungi (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mucor*, *Monosporium*) were found; which are the main causes of diseases (pneumonia, tuberculosis, colds, allergies and uncontrolled hypertension). The relative humidity varied from 78% to 83% and the average flow of people was 100; what reported a 755.6 CFU / m³ in the library. The survey data show that the student population that spends more time in the library get sick monthly. Therefore microbial growth is directly proportional to the above factors, causing respiratory diseases to the student community.

Keywords: microbial concentration, bacteria, fungi, environmental factors

INTRODUCCIÓN

Un entorno interior inadecuado a consecuencia de los problemas del aire, puede causar no solo problemas de salud física sino también mental, provocando un mayor estrés, puesto que la calidad eficiente del aire puede derivarse o verse influenciada por la presencia de partículas suspendidas de diferente origen, forma y tamaño, así como agentes biológicos. Los microorganismos y especialmente los hongos presentes en el aire son un riesgo potencial hacia la salud en especial para las personas que tienen un tiempo de permanencia mayor en espacios cerrados,

precisamente Moreno (2008) menciona que actualmente las personas pasamos alrededor de un 80% en espacios cerrados.

Como es de nuestro conocimiento y así lo dicen muchos autores como Mosso, Ullán, & De la Rosa (2002) la atmósfera no tiene una microbiota autóctona pero es un medio para la dispersión de muchos tipos de microorganismos (esporas, bacterias, virus y hongos), procedentes de otros ambientes. Algunos han creado adaptaciones especializadas que favorecen su supervivencia y permanencia, es decir, el aire no crea los microorganismos sino que sirve como medio de dispersión porque éstos son capaces de adecuarse en ese entorno.

Martínez & Velasco (2007) mencionan que algunos microorganismos como virus, bacterias, hongos y levaduras, presentes en el aire interior, pueden ser portadores de polen, detritus animal, fragmentos de insectos, ácaros y sus productos de excreción implica causa de contaminación, esto debe incluir al ser humano ya que en su constante relación con otros puede comportarse como un medio transmisor de sus semejantes. Una declaración muy conocida de Fresán (1989); *«Hay constantemente en el aire un número variable de corpúsculos cuya forma y estructura anuncian que son organizados. Sus dimensiones se encuentran alrededor de 1:100 mm. Unos son esféricos, otros ovoides, muchos son translúcidos y parecen esporas de mohos»*, nos hace pensar en la calidad microbiológica del aire y su impacto en la salud.

Según el Consejo de Salud Ocupacional, la calidad del aire en el interior de un edificio está dada en función a una serie de parámetros que incluyen actividades exteriores e interiores. Considerando las exteriores podemos mencionar: la compartimentación, el diseño del sistema de aire acondicionado, las condiciones en que este sistema trabaja y se revisa, la presencia de fuentes contaminantes y su magnitud; y en actividades interiores: el mobiliario, los materiales de construcción, los recubrimientos de superficies y los tratamientos del aire. Así también el aire del interior no debe contener contaminantes en concentraciones superiores que pueden perjudicar la salud o causar disconfort a sus ocupantes.

La mala calidad ambiental interior puede manifestarse mediante una amplia variedad de síntomas o molestias que pueden derivar en problemas concretos. De acuerdo a las características del espacio, tiempo de permanencia, labores realizadas y características de la persona; el riesgo a contraer patologías puede ser controlado o bien con tendencia al aumento.

Las principales afecciones a la salud que las personas pueden contraer por estar en espacios cerrados son alergias, infecciones oportunistas, infecciones primarias e intoxicaciones. Según Dinamarca (2013) de acuerdo a las condiciones tales como temperaturas adecuadas para el desarrollo, humedad y confinamiento en espacios cerrados, los microorganismos representarían un grave riesgo para la salud. Ésta idea lo refuerza Nugari & Roccardi (2001) cuando mencionan que al producirse un incremento de la temperatura y la humedad relativa, el crecimiento microbiano aumenta, ello pueden tener efectos negativos directamente a quien está en contacto y al mismo tiempo acelerar el biodeterioro de las colecciones.

Distintos autores consideran que se hace imprescindible conocer la composición y la calidad microbiana de ambientes internos como el mecanismo más elemental de prevención de enfermedades (Labarrere et al, 2003); pues hay agentes patógenos y hongos ambientales que causan patologías pulmonares en personas. Entre estos últimos son de gran importancia las levaduras del género *Criptococcus* y los hongos filamentosos del género *Aspergillus*. Ambos casos siempre requieren de susceptibilidades en las personas y son adquiridos por la inhalación de partículas de polvo en suspensión; sin embargo hay otros géneros frecuentes, como los *Cladosporium*, *Mucor* y *Penicillium*. Con todo esto es importante señalar que el aire de espacios cerrados de uso humano, puede ser controlado para disminuir la carga de microorganismos existentes, sin embargo, la eliminación total es prácticamente imposible.

En relación a la evaluación de los ambientes cerrados, se puede utilizar el método de sedimentación, la que consiste en que las partículas biológicas en suspensión se sedimentan por gravedad sobre una superficie adherente.

Por consiguiente, el propósito de la investigación, será identificar la presencia de microorganismos y sus potencialidades patógenas en la comunidad estudiantil que está en contacto con ellos, así como el riesgo que representan para el biodeterioro de los libros antiguos; además de reconocer la influencia de los factores ambientales con relación a su crecimiento microbiano en la biblioteca de la Universidad Peruana Unión, teniendo en cuenta lo registrado en la literatura y que nos conduzca a una debida atención al sistema de ventilación y a una serie de acciones preventivas necesarias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área de estudio

El estudio microbiológico realizado se llevó a cabo en la Biblioteca Central de la Universidad Peruana Unión, sede Lima (Ñaña), Perú.

1954 viene a ser el año de inicio oficial como centro de información, en un pequeño salón de 3x4 metros con una sola persona en la dirección y atención, logrando ese año 1888 volúmenes. Hasta el 2010, se cuenta con 53578 ejemplares, entre libros, tesis, revistas, publicaciones y la suscripción a las bases de datos OARE, AGORA, EBSCO y apertura de la base de datos de libre acceso (Web Biblioteca). El volumen total de espacio que tiene la biblioteca es de 1527, 54 m³.

La concentración microbiológica del ambiente de la biblioteca, se evaluó realizando tomas de muestras en puntos específicos. Se realizó el seguimiento al trabajo durante 6 días, a excepción del sábado. Los puntos de muestreo de la biblioteca se ven en la figura 1.

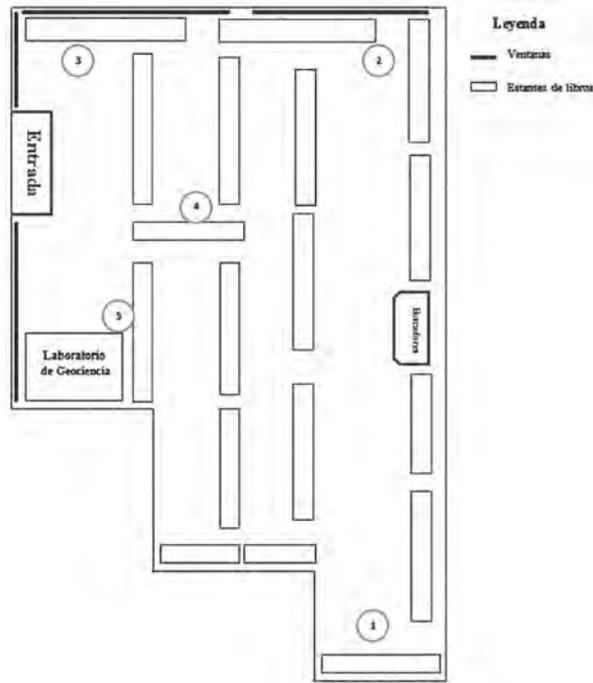


Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo en la Biblioteca de la Universidad Peruana Unión, sede Lima (Ñaña), Perú. En los puntos 1, 3, 4 se utilizó placas con Agar Sabouraud y los puntos 2, 5 con Agar Nutritivo.

Los parámetros fisicoquímicos medidos fueron: temperatura, humedad relativa, así como también se consideró el flujo de personas. Se calculó la humedad relativa con el método de psicrometría según Parra & Hernández (2001), el cual consiste en obtener las temperaturas, utilizando un termómetro de bulba seca y húmeda, para compararlas en las cartas psicrométricas.

Muestreo Microbiológico ambiental

El método que se tomó en este muestreo fue el método de sedimentación, pues representa la manera más práctica, ya que ayuda a los microorganismos a aislarse en el cultivo fácilmente (no existirán barreras como el viento para que evitar que se sedimenten).

Para este muestreo se utilizó los siguientes cultivos: Agar Nutritivo para bacterias y Agar Sabouraud para determinar hongos y levaduras.

Los puntos de muestreo ubicados y tomados al interior de la biblioteca fueron cinco: dos en la parte superior (libros de teología y laboratorio de geociencia; puntos 1 y 5 respectivamente), uno en el medio (punto 4) y dos en el inferior (libros de historia e informática; puntos 3 y 2 respectivamente). Juntamente con el muestreo

se realizó la medición de temperatura, utilizando dos termómetros de mercurio. Los datos obtenidos fueron utilizados para hallar la humedad relativa, con el método mencionado.

En total se utilizaron 80 placas, de las cuales se cogieron diariamente 15 (con excepción del viernes que fueron 5) con sus respectivos medios de cultivos (Agar Nutritivo y Sabouraud); se dejaron en un determinado punto, teniendo en cuenta que la ubicación fue a 1.5 m de altura del piso. Luego las placas con Agar Nutritivo fueron llevadas a la incubadora durante 48 horas y las de Sabouraud 96 horas, a una temperatura promedio de 36, 5 °C. A éstas se hizo un seguimiento diario, para así observar su crecimiento y sus cambios morfológicos.

Determinación de las unidades formadoras de colonias por m³ (UFC/m³) del aire

Concluida la incubación durante el tiempo indicado, se pasó a realizar el conteo de las colonias de hongos y bacterias, después se determinó cuánta población existe de estos microorganismos en un m³ del ambiente analizado, para ello se utilizó la ecuación de Omeliansky (Bogomolova & Kirtsideli, 2009).

$$N = 5a \times 10^4 (bt)^{-1} \dots\dots\dots(1)$$

Donde N = UFC/m³ de aire en el ambiente interno; a = número de colonia por placa de Petri; b = superficie de la placa de Petri (cm²); y t = tiempo de exposición en minutos.

Identificación de microorganismos aislados

Posteriormente de haber realizado el conteo de las colonias, se identificó los hongos y bacterias mediante sus características culturales y morfológicas (microscópicas y macroscópicas)

Bacterias.- Según Leeuwenhoeck (1722) describe por primera vez las bacterias en distintos ambientes y supone que estos animáculos pueden ser transportados por el viento mediante el polvo presente en el aire.

Para el proceso de identificación de estos microorganismos se realizó por dos formas: macroscópicamente (contando el número de colonias en una placa Petri con el contador de colonias) y microscópicamente (usando el microscopio), a esto se incluye el método de Tinción Gram para determinar el tipo de microorganismo y diferenciar las gram+ de las gram-.

Hongos.- El crecimiento de colonias de éste, se determinó mediante la comparación con otras imágenes que tienen características similares y para poder distinguir su morfología se utilizó el microscopio donde se aplicó la técnica de la impronta, cuyo reactivo a emplearse es el azul de metileno (García & Fernandes del Barrio, 1995).

Levaduras.- Las levaduras son hongos que han perdido su forma filamentosa y se

han convertido en organismos unicelulares, se forman sobre los medios de cultivo; constituidas en su mayor parte por células aisladas que suelen ser esféricas; ovoides; elipsoides o alargadas; otras presentan hifas, son unicelulares con forma oval (Del Carme et al, 1998).

Para la identificación de estos microorganismos se utilizó el método de conteo por colonias y para observarlas microscópicamente se empleó el método de tinción gram.

Análisis estadístico

Para llevar a cabo el análisis se utilizó el programa estadístico SPSS Statistics versión 22.00 y se elaboró una matriz de datos en base a las encuestas formuladas a la comunidad estudiantil más frecuente en el ambiente examinado a fin de obtener información que ayude a verificar si los daños en la salud se ven influenciados por el tiempo de permanencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Nivel de contaminación total

De la pruebas realizadas en 6 días se obtuvo el total de microorganismos por m³, considerando la ecuación de Omeliansky, se obtiene la cuantificación de las unidades formadoras de colonia por metro cubico de aire (UFC /m³). Por lo cual se presenta los siguientes datos en la tabla 1.

Tabla 1
Cantidad de microorganismos en UFC/m³ en los días de muestras.

Microorganismos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Domingo	Promedio total de microorganismos
Bacterias	352.3	369.2	352.3	337.4	256.8	192.0	310.0
Levaduras	297.1	275.9	206.9	318.3	291.8	222.8	268.8
Hongos	169.8	254.7	116.7	180.4	137.9	201.6	176.8
Microorganismos/ m³	819.2	899.8	675.9	836.1	803.2	616.5	755.6

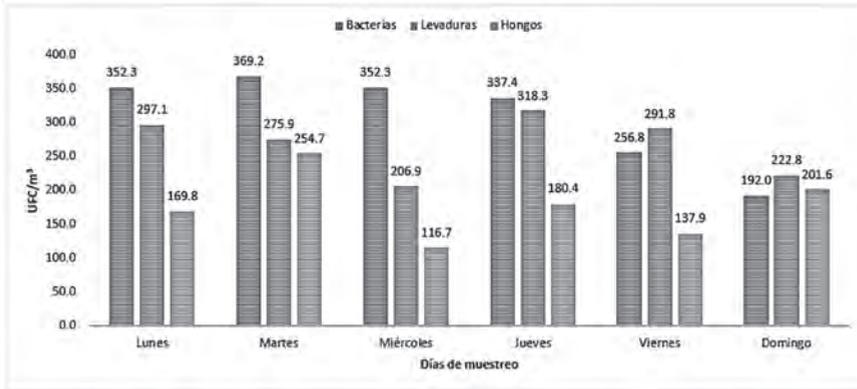


Figura 2. Carga microbiana por metro cúbico en la biblioteca de la UPeU, en los días de muestreo.

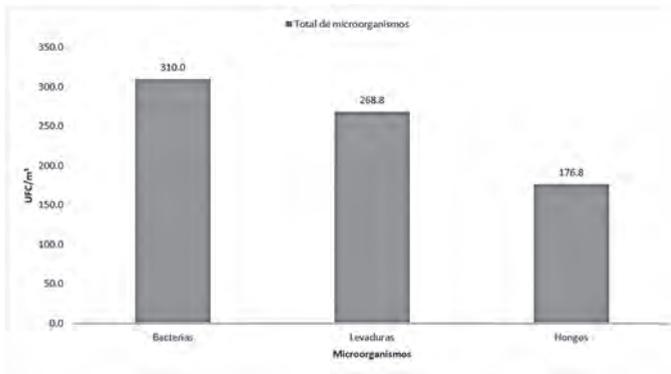


Figura 3. Total de microorganismos por UFC/m³ en la biblioteca de la UPeU.

Factores que intervienen en el crecimiento microbiano

Flujo de personas

Un factor principal en el crecimiento microbiano es la influencia del flujo de personas en el ambiente de la biblioteca, estos datos fueron captados por conteo en el momento en el que se tomó la muestra, los cuales no tuvieron mucha variación como indica la figura 4.



Figura 4. Cantidad de personas asistentes a la biblioteca en el momento de toma de muestra, determinando un promedio de 96 personas por semana.

Humedad relativa

En general, se registró en promedio una humedad relativa de 78.83% y una temperatura de 24°C en el interior de la biblioteca, en los días del muestreo la temperatura se mantuvo constante en la Tabla 2.

Tabla 2
Humedad relativa (HR) y temperatura (°C) en los días de muestreo.

Ambiente Interno		
Días	H.R (%)	T (°C)
Lunes	78	24
Martes	83	24
Miércoles	78	24
Jueves	78	24
Viernes	78	24
Domingo	78	24

Concentración microbiana en el ambiente de la biblioteca

Determinación de bacterias

La abundancia bacteriana en el ambiente interno de la biblioteca estuvo representada por 4 géneros conocidos y grupos no identificados, estas con una concentración entre 192 y 167.2 UFC /m³, figura 5. El género Bacillus, fue el de mayor abundancia con 95,5 UFC /m³ seguido por el género Staphylococcus que representaron un 74.3 UFC /m³ respectivamente. Estas bacterias no se recolectaron uniformemente ya que en algunos días aparecían y otras no, Figura 6.

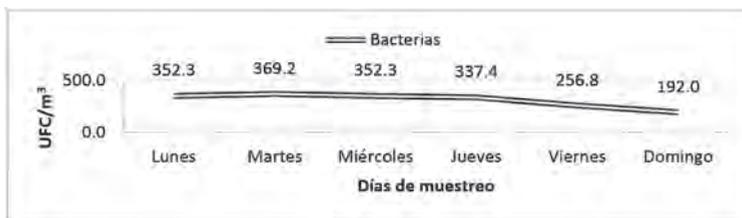


Figura 5. Bacterias por UFC/m³ por cada día de muestra en la biblioteca de la UPeU.

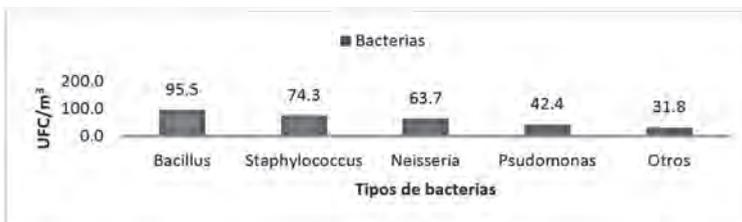


Figura 6. Determinación específica de las bacterias por UFC/m³, calculado con el promedio de la semana de muestra en la Biblioteca de la UPeU.

Determinación de hongos

La diversidad microbiana en el ambiente de la biblioteca también estuvo representada por los hongos filamentosos con 7 géneros, figura 8, en una concentración fúngica que osciló entre 116.7 – 254.7 UFC/ m³ figura 7.



Figura 7. Cantidad de hongos por UFC/m³ por cada día de muestra.

El que predominó en los géneros fúngicos fue el *Penicillium* con un 53.1 UFC/m³ y el de menor cantidad fue el *Mucor* con un 10.6 UFC/m³ como muestra la figura 8.



Figura 8. Abundancia relativa de los géneros fungidos por UFC/m³, calculado con el promedio de la semana de muestra en la biblioteca de la UPeU.

Determinación de levaduras

En cuanto a las levaduras aisladas se presentó un concentración de 206.9 a 318.3 UFC/m³, donde tiene una mayor abundancia el día jueves. Figura 9



Figura 9. Cantidad de levaduras por UFC/m³ por cada día de muestra.

Determinación de las consecuencias de los microorganismos encontrados

Enfermedades ocasionadas por los microorganismos de la biblioteca

Los datos muestran las enfermedades frecuentes que sufre la comunidad estudiantil, que se encuentra diariamente en la biblioteca, tabla 3 que un 94% de la comunidad estudiantil presenta una enfermedad, según los datos recolectados.

Tabla 3
Enfermedades frecuentes de los alumnos asistentes a la biblioteca mediante la encuesta aplicada.

Enfermedades	fi	%
Gripe	29	58.0
Refrió común	15	30.0
Bronquitis	1	2.0
Neumonía	1	2.0
Alergias	1	2.0
Ninguna	3	6.0
Total	50	100.0

Los datos muestran las horas de permanencia por día de la población estudiantil encuestada en la biblioteca, tabla 4, también nos explica que un 82% de las personas se encuentran de 3 a 5 horas diarias en la biblioteca de UPeU .

Tabla 4
Horas de permanencia por día de la población encuestada en la biblioteca de la UPeU.

Horas de permanencia	fi	%
1	1	2.0
2	4	8.0
3	21	42.0
4	1	2.0
5	19	38.0
6	1	2.0
8	1	2.0
9	2	4.0
Total	50	100.0

Estos datos de la tabla 5 muestran cada cuanto tiempo la comunidad estudiantil llega a enfermarse de las enfermedades mencionadas en la tabla 3. También nos dice que un 18% de los estudiantes se enferman cada mes.

Tabla 5

Horas de permanencia por día de la población encuestada en la biblioteca de la UPeU y las enfermedades que sufren.

Tiempo de contraer una enfermedad	fi	%
Al año	18	36.0
Cada Mes	9	18.0
Tres veces al año	17	34.0
No sufro	5	10.0
Cambio de Clima	1	2.0
Total	50	100.0

Discusiones

La humedad relativa y temperatura influyeron el crecimiento microbiano, puesto que el día martes se logró identificar la máxima cantidad de UFC/m³ en comparación a los demás días de muestreo, ese día se determinó las bacterias en 369.2 UFC/m³, en Levaduras se encontró 275.9 UFC/ m³ y en hongos 254.7 UFC/ m³, cabe de resaltar que el mismo día se obtuvo el máximo porcentaje de humedad relativa (HR) en comparación a los demás días de muestra que fue de 83% y con un temperatura de 24°C, además en los otros días se determinó una humedad mínima de 78% donde nuestro crecimiento no fue muy significativo, (Lidwell, 1990) Menciona que cuando la humedad relativa del aire decrece, disminuye el agua disponible para los microorganismos, lo que causa deshidratación y por tanto la inactivación de muchos de ellos, por lo que representaría un factor de suma importancia en nuestro estudio, siendo el límite menor para el crecimiento de hongos del 65% y a niveles muy altos de humedad, favorecerían el incremento de hongos u otros contaminantes microbiológicos.

Por lo que corroboramos con Lindwel, de lo cual se determinó que los factores ambientales como Humedad relativa y temperatura son influyentes en el crecimiento microbiano.

La ley de la transición de la cantidad a la calidad, nos dice que el aumento o disminución de la cantidad de materia o propiedades de un objeto, al llegar a ciertas proporciones, determina o influyen en el cambio de la calidad de algo. Ningún objeto de la naturaleza puede dejar de poseer un determinado número de propiedades Arnau (2001), tomando este concepto se ha considerado el flujo de personas como un factor de suma importancia, debido a que en el cuerpo de un solo ser humano habitan un cantidad grande de bacterias y otros microorganismos Acharán (2007); siendo muchos de ellos beneficiosos para el hombre mientras que otros son potencialmente patógenos; y son básicamente éstos los que son expulsadas al ambiente donde se mantienen interacciones sociales y estrecha convivencia con sus semejantes, lo que conllevaría a causar infecciones en el organismo de las otras personas, más

aún si el flujo de individuos es mayor. El máximo flujo de personas fue de 106, este número se obtuvo el día martes donde se presentó el mayor crecimiento microbiano. Por tanto podríamos concluir que a mayor número de persona mayor será el crecimiento de microorganismos.

Al obtener los datos del crecimiento microbiano en la biblioteca de la UPeU se comparó los resultados con los estándares que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS), en las tabla 6 y 7, tanto para bacterias y hongos respectivamente.

En el caso de bacterias los datos obtenidos son de 310 UFC/m³, según la OMS esta cantidad tiene un nivel de contaminación intermedia que tiene por rango de 100 - 500 UFC/m³. Esta se comparó en la tabla 6.

Tabla 6
Concentración de bacterias mediante niveles de contaminación.

Nivel de contaminación	Concentración de bacterias (UFC/m ³ en el aire)
Muy baja	<50
Baja	50 – 100
Intermedia	100 – 500
Alta	500 – 2000
Muy alta	>2000

Fuente. Organización Mundial de Salud (OMS); (Cost Project 613 Report n° 12).

En el caso de los Hongos el dato obtenido fue de 176.8 UFC/ m³, según la OMS este dato lo clasifica en el nivel de contaminación intermedia como muestra la tabla 7.

Tabla 7
Concentración de hongos mediante niveles de contaminación.

Nivel de contaminación	Concentración de hongos (UFC/m ³ en el aire)
Muy baja	<25
Baja	25 – 100
Intermedia	100 – 500
Alta	500 – 2000
Muy alta	>2000

Fuente. Organización Mundial de Salud (OMS); (Cost Project 613 Report n° 12).

Por lo que notamos, que el nivel de contaminación en la biblioteca de la UPeU es intermedia, esto hace referencia que las consecuencias patógenas en la población estudiantil serán moderadas. Para poder comprobar este dato se llevó a cabo una encuesta donde los resultados nos determinaron que el 94% de los estudiantes han sufrido un tipo de enfermedad respiratoria, de los cuales el 82% permanece de 3 a 5 horas diarias en la biblioteca y el 18% de estos se enferman cada mes.

También frente a los efectos de los microorganismos sobre la salud en algunas personas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) diferencia entre dos tipos de edificios: los que presentan los síntomas temporalmente, los síntomas desaparecen al poco tiempo (seis meses aproximadamente) y los edificios en los que los síntomas permanecen en el tiempo a pesar de haberse tomado medidas para solucionarlo, y que los contaminantes biológicos pueden ser responsables de enfermedades infecciosas y también de alergias; es esto lo que ha podido deducir por las encuestas hechas a los estudiantes, los mismos que respondieron que durante el tiempo de su permanencia en la biblioteca, han sufrido algún tipo de malestar, dado que la reacción alérgica de personas sanas en un espacio cerrado puede ser un buen indicador biológico de la calidad de un ambiente y sus efectos más comunes son las reacciones alérgicas por la inhalación de esporas de moho. Estas respuestas alérgicas incluyen fiebre, irritación de los ojos, nariz, garganta o pulmones indicando posibles efectos de bacterias, virus, hongos, ácaros, etc.

Borrego et al (2011) Menciona a las bacterias del aire en ambientes cerrados y sus principales afecciones a la salud. Por otra parte, De la Rosa & Mosso (2002) mencionan la clasificación de los hongos en el aire y las principales enfermedades que estos pueden causar.

Los microorganismos mencionados por los autores, fueron hallados en las muestras realizadas, por lo que deducimos que son los principales causantes de las enfermedades mencionadas por los estudiantes de la UPeU.

CONCLUSIONES

Podemos mencionar, que los factores ambientales, como la humedad relativa y la temperatura, tanto como el flujo de personas, son los principales causantes del elevado crecimiento microbiano en la biblioteca de la Universidad Peruana Unión, además, estos factores son directamente proporcionales a su crecimiento, si uno de los factores disminuye, junto con éste disminuirá el aumento de microorganismos; cabe resaltar que los animáculos hallados son los principales causantes de enfermedades respiratorias de la población estudiantil encuestada.

RECOMENDACIONES

Los ambientes húmedos, calientes, oscuros y de poca ventilación son los más propicios para la infestación de los microorganismos, éstos se desarrollan en ambientes donde se les proporciona nutrientes, humedad relativa y temperatura adecuada. Especialmente en los archivos y bibliotecas, se recomienda que las condiciones del ambiente de toda el área sea vigilada adecuadamente con equipos fiables y tener un control de las poblaciones microbianas, considerando los posibles géneros pa-

tógenos; por ejemplo se puede hacer uso de los purificadores de ozono, éstos son agentes microbicidas eficientes, debido a que su acción oxidante provoca daños celulares en la estructura de los distintos géneros fúngicos e inactiva su actividad metabólica (permaneciendo en estado de latencia). Específicamente en la biblioteca de la Universidad Peruana Unión se puede hacer uso del equipo “Ozono Peru” que posee una acción antimicrobiana y elimina microorganismos de enfermedades y alergias, además de malos olores. Al mismo tiempo es importante señalar que se debe realizar actividades en forma periódica (limpieza de estanterías, documentos y fumigaciones), contar con un sistema de ventilación para asegurar la constante circulación del aire y una adecuada climatización y control de humedad relativa; todo ello en base a criterios de salud.

Referencias

- Acharán, L. (9 de Mayo de 2007). *La Medicina Natural al Alcance de Todos*. Buenos Aires: Medicinas alternativas. Obtenido de <http://laculturainca-cusi.blogspot.com/2013/05/bacterias-en-el-cuerpo-humano.html>
- Arnau, H. (2001). *Temas y textos de filosofía*. Mexico: Pearson.
- Bogomolova, E., & Kirtsideli, I. (2009). International Biodeterioration and Biodegradation, 63: 156-160. *Unlp*, 63: 156-160.
- Borrego et al. (2011). Relevamiento microbiológico del aire y de materiales almacenados en el Archivo Histórico del Museo de La Plata, Argentina y en el Archivo Nacional de la República de Cuba. *Revista del Museo de La Plata*, 10.
- De la Rosa, M., & Mosso, M. (2002). El aire: hábitat y medio de transmisión. *Observatorio Medioambiental*, 28.
- Del Carme et al. (13 de Setiembre de 1998). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Obtenido de NTP 488: Calidad de aire interior: identificación de hongos: http://www.insht.es/Insh-tWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_488.pdf
- Dinamarca, A. (23 de Junio de 2013). *Prevención de riesgos. Seguridad Insdustrial. Salud ocupacional*. Recuperado el 2015 de mayo de 13, de Enfermedades laborales en espacios cerrados: <http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=173&edi=8&xit=enfermedades-laborales-en-espacios-cerrados>
- Fresán, M. (1989). *Luis Pasteur, el vencedor del mundo invisible*. Santiago de Chile: Andrés Bello.
- García, P., & Fernandes del Barrio, M. (1995). *Microbiología Clínica*. Panamericana: Repeto.
- Labarrere et al. (2003). Riesgos biológicos en ambientes confinados. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 4(1-2).
- Leeuwenhoek. (1722). *Anatomia et contemplatio*. Barcelona: Interamericana.
- Lidwell, O. (1990). *The microbiology of air*. London: Edward Arnold.

Tinoco Canto, Jhoenmert Edgar;
Carhuaz Yaro, Mirian Rosmery

Flores Córdova, Delia;
Alvarez Loli Jenny

Martínez, F., & Velasco, (2007). *Calidad de Ambientes Interiores*. España: Thomson.

Moreno, A. (2008). Síndrome del edificio enfermo. SESLAP, 3-4.

Mosso, M., Ullán, C., & De la Rosa, M. (2002). El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Dialnet*, 375-402.

Nugari, M., & Roccardi, A. (2001). Investigaciones aerobiológicas aplicadas a la conservación del patrimonio cultural. *UNLP*, 215-223.

Parra, A., & Hernández, J. (2001). *Psicometría aplicada*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Web Biblioteca, u. (s.f.). *Historia de la Biblioteca UPeU*. Obtenido de <http://upeu.sdp.sirsidynix.net/client/lima/?rm=HISTORIA0%7C%>