

DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE UN EDIFICIO PATRIMONIAL. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE INTERIOR

Yuraima Córdova de Colella

Laboratorio de Biología Sanitaria, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. yccordovau@gmail.com; yuraima.cordova@ucv.ve; yuraimacordova@yahoo.es

RESUMEN

Se exponen y discuten los resultados obtenidos de la evaluación microbiológica de la calidad del aire interior realizada en un edificio patrimonial, correspondiente a la sede de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, ubicado en la Ciudad Universitaria de Caracas, Venezuela, a objeto de estimar la densidad de la población microbiana (bacterias, hongos y levaduras) en los puntos de muestreo establecidos y comparar los resultados obtenidos con referencias existentes, a fin de conocer el grado de higiene del aire interior. Se realizaron muestreos en seis ambientes previamente seleccionados, para un total de 12 muestras internas y 1 exterior; se aplicó la técnica pasiva de captación de bioaerosoles por sedimentación en placa de Petri, con medios de cultivos para determinación del contenido de bacterias totales y hongos. Los resultados expresados como unidades formadoras de colonias de bacterias y hongos/m³ (UFC/m³) se compararon contra valores referenciales internacionales. En todos los ambientes estudiados se evidenció una carga microbiana alta de acuerdo con los criterios internacionales señalados para ambientes no industriales, los cuales superan ampliamente el valor referencial (500 UFC/m³), situación que podría indicarnos la posibilidad de quejas y/o molestias de salud en los ocupantes que permanecen mayor tiempo expuestos a estos ambientes.

Palabras clave: calidad microbiológica del aire interior, edificaciones patrimoniales, bioaerosoles.

INTRODUCCIÓN

La calidad del aire en ambientes interiores está ampliamente reconocida como uno de los aspectos vinculados a las exigencias de habitabilidad que genera gran preocupación en las edificaciones, debido a que la composición del aire determinada a través de ciertos parámetros, tanto físicos, químicos como biológicos, puede afectar la salud de los ocupantes o usuarios, lo cual puede derivar en una disminución en la efectividad y productividad laboral, en el desempeño de otras actividades como las de carácter educativo o en daños a los materiales existentes en los recintos; de allí que se considera un tema de suma importancia.

En este estudio se presentan los resultados obtenidos en el marco del proyecto de investigación intitulado “Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso: edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV”, desarrollado gracias al auspicio del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV e identificado bajo el n° PG 02-32-5310-2003. El edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo fue seleccionado por ser un emblema de la obra del arquitecto Carlos Raúl Villanueva, creador de la Ciudad Universitaria, declarada además por la Unesco en el año 2000 como Patrimonio Mundial de la Humanidad.

En esta edificación se realizan diversas actividades como docencia, investigación, administrativas y/o de apoyo, conjugadas en espacios originales y espacios intervenidos e incluso en algunos casos existen zonas remodeladas. En el marco de la línea de investigación del área de Habitabilidad de las Edificaciones del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC-FAU-UCV, y con la activa participación del Laboratorio de Biología Sanitaria del Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la UCV, el cual desarrolla desde hace más de diez años la línea de investigación sobre bioaerosoles en ambientes interiores no industriales, se realizó la evaluación microbiológica de la calidad del aire interior mediante la estimación de la densidad de la población microbiana (bacterias, hongos y levaduras), aplicando en los puntos de muestreo establecidos la técnica pasiva de sedimentación en placa de Petri. Los resultados evidenciaron una carga microbiana alta de acuerdo con los criterios internacionales señalados para ambientes no industriales, ya que superan ampliamente el valor referencial (500 UFC/m^3). Esta situación posibilita la manifestación de molestias a la salud por parte de los ocupantes-usuarios de la edificación.

OBJETIVOS

Estimar la densidad de la población microbiana (bacterias, hongos y levaduras) en los puntos de muestreo establecidos y comparar los resultados obtenidos con referencias existentes, a fin de conocer el grado de higiene del aire interior en la edificación.

METODOLOGÍA

Para la estimación de la densidad microbiana (bacterias, hongos y levaduras) presente en el aire interno de la edificación, previamente se seleccionaron los espacios (ambientes) a evaluar de acuerdo con tres criterios establecidos en el estudio: uso representativo del espacio (actividad), evidentes problemas de habitabilidad y ocupación.

En tal sentido, los seis ambientes evaluados correspondieron a los siguientes espacios identificados numéricamente: 1) Carpintería. 2) Laboratorio Fotográfico. 3) Laboratorio de Electricidad. 4) Aula 108 Postgrado. 5) Anfiteátrica II. 6) Laboratorio de Tecnología de Diseño Avanzado.

Se utilizó la técnica pasiva de sedimentación en placa de Petri para la captación de las muestras y determinación del contenido microbiano viable, utilizando un volumen 11 ml/placa de agar nutritivo como medio de cultivo para bacterias totales y 11 ml/placa de agar Sabouraud con cloranfenicol para hongos y levaduras. El tiempo de exposición fue de 10 minutos para ambos casos. Posterior a la exposición, las placas se sellaron y transportaron para su incubación hasta el Laboratorio de Biología Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la UCV, colocándolas en posición invertida a temperatura ambiente (25 °C), cuantificando diariamente mediante un cuenta colonias Québec las unidades formadoras de colonias (UFC) hasta por un lapso de 48 horas para bacterias y 168 horas (7 días) hongos y levaduras. Asimismo, se realizó la descripción macromorfológica de las colonias de hongos desarrolladas a fin de proceder al finalizar el período de incubación a la identificación taxonómica preliminar de algunas colonias, mediante la técnica de observación en lámina portaobjeto bajo microscopio óptico, previa tinción de las muestras seleccionadas con azul de lactofenol. La observación realizada se comparó con referencias bibliográficas técnicas disponibles.

En este estudio se presentan resultados cuantitativos en términos de UFC/m³ provenientes de una estimación de la carga microbiana, valores obtenidos mediante la aplicación de expresiones matemáticas como la fórmula empírica de Parker-Reist (1993), ya que el método analítico utilizado (sedimentación en placa de Petri) no permite la cuantificación de las unidades formadoras de colonias (UFC) por metro cúbico de aire, y que el método se basa en la sedimentación de las biopartículas en suspensión en el aire, gracias a la atracción ejercida por la fuerza de gravedad, siendo imposible conocer el volumen de aire que ha fluído alrededor de la placa, lo cual es un factor limitante del método empleado.

RESULTADOS

Los resultados promedio obtenidos de unidades formadoras de colonias (UFC) por placa, así como los estimados mediante las expresiones matemáticas referidas, se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Conteo total UFC bacterias, hongos y levaduras.
Técnica de sedimentación en placa de Petri

N° AMBIENTE IDENTIFICACIÓN	UFC total/placa Bacterias	UFC total/placa Hongos y levaduras	UFC/m³* Bacterias (Parker & Reist)	UFC/m³* Hongos y levaduras (Parker & Reist)
1) CARPINTERÍA (C)	37	27	3.190	2.328
2) LABORATORIO FOTOGRÁFICO (LF)	15	17	1.293	1.466
3) LABORATORIO ELECTRICIDAD (LE)	29	24	2.500	2.069
4). AULA 108 POSGRADO (AP 108)	25	18	2.156	1.552
5). ANFITEÁTRICA II (AFT II)	36	16	3.104	1.380
6). LABORATORIO TÉCNICAS AVANZADAS DE DISEÑO (LTAD)	30	25	2.587	2.156

* Estimado a través de la fórmula empírica de Parker-Reist (1993).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se refieren al contenido de bacterias, hongos y levaduras en forma global o total, en consecuencia, no se discriminan por grupos taxonómicos y solo se identifican preliminarmente algunas especies seleccionadas del grupo de los hongos.

Por otra parte, la valoración de los resultados se efectúa de acuerdo con criterios o referencias de diversos investigadores o entidades, expertos en el área, ya que hasta la fecha no se han establecido estándares oficiales vinculados a la concentración (carga) microbiana y la calidad del aire en ambientes interiores laborales no industriales, como es el caso que nos ocupa. Por lo antes expuesto, se aplicarán los criterios de referencia abajo indicados:

Cuadro 2. Criterios para valoración de la carga microbiana en el aire interno de edificaciones no industriales

AUTOR-INVESTIGADOR	UFC/m ³	OBSERVACIONES
A. Fremap (España)	<50 bact.; <25 hongos	Carga microbiana muy baja
B. Fremap (España)	<100 bact.; <100 hongos	Carga microbiana baja
C. Fremap (España)	<500 bact.; <500 hongos	Carga microbiana intermedia
D. Fremap (España)	<2.000 bact; <2.000 hongos	Carga microbiana alta
NIOSH; ACGHI	500 población mixta	Pueden causar molestias

Fuente: Recopilación propia.

Al respecto, como puede apreciarse en el cuadro 1, los resultados obtenidos en términos UFC/m³, tanto en el contenido de bacterias totales como de hongos y levaduras en todos los ambientes estudiados, presentó una carga microbiana alta (categoría D), de acuerdo con los criterios de referencia indicados por Fremap (España) para ambientes no industriales. Comparando con los criterios señalados por NIOSH y ACGHI, en todos los espacios estudiados se supera ampliamente el valor referencial de carga microbiana intermedia de 500 UFC/m³, lo cual podría indicarnos la posibilidad de la presencia de molestias de salud en los ocupantes que permanecen mayor tiempo expuestos a estos ambientes.

En el gráfico 1 se observa la discriminación de UFC/m³ por ambientes estudiados; el espacio identificado como N° 1, Carpintería, ubicado en el sótano de la edificación, arrojó los mayores valores de UFC/m³, tanto para bacterias totales como hongos y levaduras. Esta situación podría estar relacionada con las condiciones microambientales existentes en este lugar para la fecha del muestreo, así como con el tipo de material (orgánico, madera) que en este recinto se maneja, asociado a la actividad propia desarrollada en el mismo.

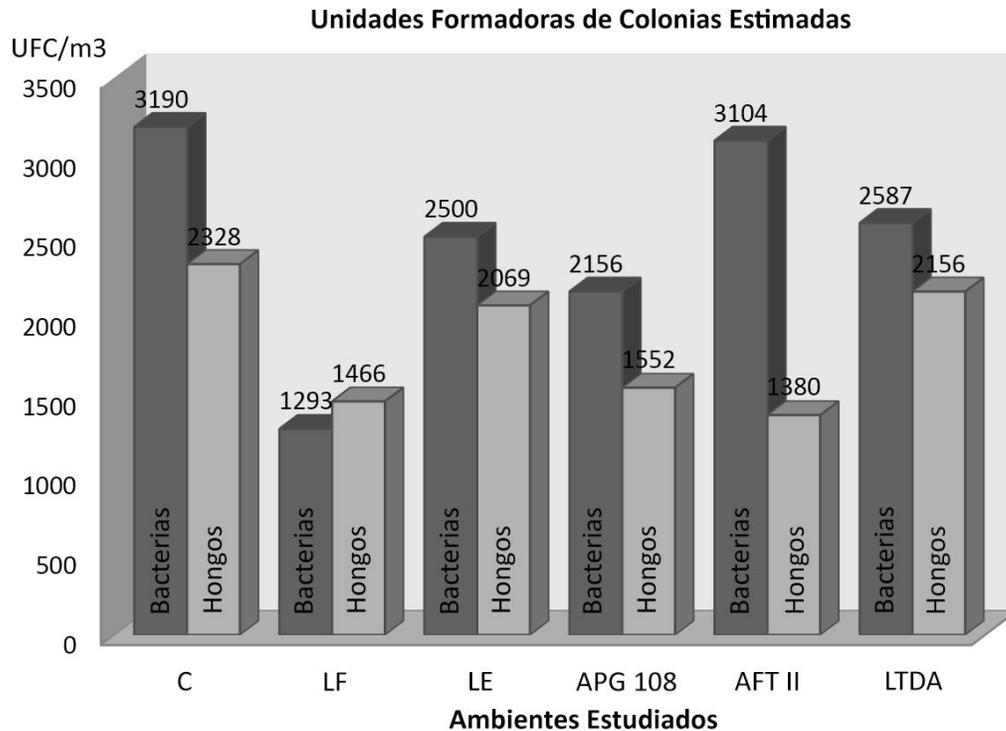


Gráfico 1. Carga microbiana estimada (UFC/m³) en cada ambiente estudiado

Por otra parte, los espacios identificados como N° 5, Anfiteátrica II, y N° 6, Laboratorio de Técnicas Avanzadas de Diseño (LTAD), presentaron los mayores valores subsiguientes de UFC/m³ de bacterias totales (3.104 y 2.587, respectivamente), en cuanto al contenido de hongos y levaduras totales. El ambiente N° 6, LTAD, ocupa el segundo lugar en cuanto a grado de carga microbiana alta de acuerdo con la referencia citada por Fremap. Con relación a los ejemplares de hongos identificados preliminarmente, se encontraron especímenes pertenecientes al género *Mucory penicilium*, organismos comúnmente encontrados en el aire exterior. Es necesario acotar que estos valores obtenidos son estimados y representan un diagnóstico preliminar y puntual de la carga microbiana viable presente en los ambientes bajo estudio, por lo que es necesario realizar muestreos intensivos con equipos y técnicas de captación volumétricos, que arrojen resultados cuantitativos más confiables sobre la contaminación microbiana; simultáneamente debe realizarse la determinación de parámetros microambientales como temperatura, humedad relativa, velocidad del aire, dióxido y monóxido de carbono, inclusive concentración de polvo en el aire interior, así como conocer y valorar las respuestas de los ocupantes de los espacios con relación a posibles molestias a su salud.

CONCLUSIONES

Los seis espacios estudiados, Carpintería, Laboratorio Fotográfico, Laboratorio de Electricidad, Aula 108 de Posgrado, Anfiteátrica II, Laboratorio de Técnicas Avanzadas, presentan una carga de microorganismos viables alta ($< 2.000 \text{ UFC/m}^3$) y en algunos casos superior a este valor, en comparación con los valores referenciales indicados por Fremap (España).

Todos los espacios evaluados superan el valor referencial de 500 UFC/m^3 expuesto por NIOSH y la ACGHI como posible causante de molestias a la salud en los ocupantes del recinto, sin embargo, se debe considerar el tiempo y tipo de exposición al cual están sometidos los ocupantes de estos espacios.

El espacio estudiado identificado como Carpintería, arrojó los mayores valores estimados de UFC/m^3 , tanto para bacterias (3.190) como para hongos y levaduras (2.384).

RECOMENDACIONES

Elaborar y ejecutar un plan de muestreo intensivo con equipos y técnicas volumétricas en los espacios seleccionados u otros que así se estimen necesarios, de acuerdo con los objetivos de la línea de investigación, a fin de cuantificar de forma más precisa la carga microbiana de organismos viables, así como los parámetros microambientales temperatura, y humedad relativa.

Identificar taxonómicamente a los microorganismos viables desarrollados, particularmente a los hongos y levaduras, agentes biológicos vinculados a las molestias a la salud de los ocupantes, a objeto de identificar posibles focos particulares de contaminación por bioaerosoles.

Diseñar las políticas de higiene ocupacional y ambiental que se estimen necesarias, que consideren los resultados arrojados mediante la determinación y cuantificación de los agentes físicos, químicos y biológicos involucrados en cada espacio laboral.

REFERENCIAS

- Fremap. (1998). Jornada sobre Calidad Ambiental en Interiores de Edificios. Madrid, España: mimeo.
- INSHT: Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo de España. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. NTP 243 (1989). Ambientes cerrados, calidad del aire interior.
- NIOSH, ACGHI, citados en Mesa, E. (2000). Evaluación de bioaerosoles y de las condiciones de higiene y seguridad en el Departamento de Historias Médicas del Hospital Universitario de Caracas. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad Central de Venezuela.
- Parker-Reist (1993). *Aerosol science and technology*. McGraw-Hill. 2^{da} edición.
- Sosa, M.E.; Siem, G.; Alizo, T.; Hobaica, M.E.; Córdova, Y. (2006). Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso: edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo FAU-UCV. Investigación financiada por el Consejo de Desarrollo Humanístico y Científico de la UCV (CDCH).