



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AIRE AL INTERIOR Y EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO EN UNA UNIVERSIDAD DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO PAOLA ANDREA CARO HERNANDEZ, PhD. paitocar@hotmai.com FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CALI “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México ISBN: 978-607-95635 2 “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AIRE AL INTERIOR Y EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO EN UNA UNIVERSIDAD DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO Resumen Microorganismos como hongos y bacterias, y las partículas biológicas que generan, están involucrados en la contaminación al interior de edificaciones, causando deterioro en las infraestructuras de los edificios y en algunos casos, problemas de salud a sus ocupantes. Varios son los estudios que se han realizado para evaluar la calidad microbiológica del aire al interior, sin embargo, aún no es claro si existe una relación directa de la presencia de microorganismos en el aire y el Síndrome del Edificio Enfermo (SEE). A pesar de que este Síndrome se ha conocido durante décadas, y de que la OMS estimó en 1984 que más del 30% de edificios lo presentaban, las estadísticas respecto al problema son limitadas y oficialmente son pocos los estudios documentados. Sin embargo, los resultados de estos estudios claramente indican que es necesario evaluar la calidad del aire al interior de las edificaciones, especialmente las públicas. El fin de este trabajo fue evaluar la presencia del SEE en una Universidad del suroccidente colombiano y conocer si la calidad microbiológica en el interior de las edificaciones podría tener relación con la presencia del Síndrome. Los resultados mostraron la presencia del Síndrome en las dos edificaciones evaluadas y los resultados de la calidad microbiológica del aire al interior de las dos edificaciones, evidenció niveles de contaminación por encima de 200 UFC/m<sup>3</sup>, correspondientes a niveles de contaminación media, alta y muy alta. Se comprobó la presencia de 10 géneros fúngicos *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Nigrispora* sp., *Penicillium* sp., *Monilia* sp., *Fusarium* sp., “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México ISBN: 978-607-95635 3 “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México *Paecilomyces* sp. y *Rhizoctonia* sp; resultados que concuerdan con otros estudios de factores biológicos que influyen en el SEE. Abstract, Microorganisms such as fungi and bacteria and biological particles generated are involved in pollution inside buildings, causing damage to the infrastructure of buildings and in some cases, health problems for build occupants. There are several studies that have been conducted to evaluate the microbiological quality of indoor air, however it is not clear yet, if there is a direct relationship between the presence of microorganisms in the air and Sick Building Syndrome (SBS). Although, this syndrome has been known for decades, and the WHO estimated in 1984 that more than 30% of the buildings had the syndrome, statistics on the problem are limited and there are very few officially documented

1 | “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

studies. However, the results of these studies clearly indicate that it is necessary to assess air quality inside buildings, especially the publics. The purpose of this study was to assess the presence of SEE in a university in southwestern Colombia, and see if the microbiological quality inside buildings may be related to the presence of the syndrome. The results indicated the presence of the Syndrome in both buildings evaluated and the results of the microbiological quality of air into the two buildings, exhibited contamination levels above 200 CFU/ m<sup>3</sup>, corresponding to middle, high, and very high pollution levels. Ten fungal genera such as *Alternaria* sp, *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Nigrispora* sp., *Penicillium* sp., *Monilia* sp., *Fusarium* sp., *Paecilomyces* sp and *Rhizoctonia* sp; were found. Results are consistent with other studies of biological factors that influence the SEE. “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México ISBN: 978-607-95635 4 “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México Palabras Clave: Síndrome del Edificio Enfermo, Calidad del aire al interior, Contaminación microbiana Introducción El Síndrome del Edificio Enfermo (SEE), es conocido como un conjunto de síntomas diversos de origen multifactorial y de relación temporal positiva, experimentados por más de un 20% de los ocupantes de edificios no industriales, que mejoran e incluso pueden llegar a desaparecer cuando el afectado deja el edificio (1). Aunque su carácter es multifactorial, existe evidencia de que la contaminación biológica puede influir en su presencia. Sin embargo, los estudios respecto al tema en países desarrollados no son concluyentes y en países en vía de desarrollo, donde las condiciones ambientales para el crecimiento de agentes biológicos potencialmente patógenos son propicias, existen pocos estudios. En ambientes laborales, niveles elevados de polvo, uso excesivo de computadores, altas temperaturas, poca o ninguna ventilación de aire exterior, mala iluminación, falta o inadecuado mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado e insuficientes regímenes de limpieza; pueden afectar directamente la capacidad inmunológica de los trabajadores al ejercer un control sobre las amenazas del entorno en su sitio de trabajo (2). Además, el mobiliario instalado en los recintos, la exposición a materiales lanosos, superficies tapizadas con papel, la acumulación de polvo en el suelo, las diversas actividades de los ocupantes y su grado de sensibilidad son factores que contribuyen negativamente en la calidad del aire interior y a la salud. (3). En el SEE se pueden reconocer tanto los factores físicos y microbiológicos del edificio que pueden dar lugar al síndrome, como los síntomas que los ocupantes manifiesten; así, se conocen estudios que han tratado de determinar, mediante encuestas realizadas a los ocupantes de edificios, los síntomas que los afectan y que están relacionados con el SEE. Tales “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México ISBN: 978-607-95635 5 “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México cuestionarios aborda la percepción de los ocupantes en cuanto a los factores ambientales de aire, temperatura,



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

ruido e iluminación en el lugar de trabajo, así como la satisfacción en el trabajo y los síntomas presentados (4). Son diferentes los cuestionarios o instrumentos aplicados para evaluar la presencia del SEE, entre estos se encuentran el NTP 290 y la NTP 380 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. La aplicación de estos instrumentos, en tres edificios académicos, demostró la presencia del Síndrome, sin embargo, no se logró establecer una correlación entre los síntomas y las mediciones ambientales realizadas (5). En otro estudio llevado a cabo en una universidad en Venezuela, aplicando el cuestionario detallado (NTP 289) encontraron con mayor incidencia, la presencia de síntomas de tipo respiratorio, garganta y cutáneos, seguidos de los oculares, nasales, síntomas dolorosos y parecidos a la gripe, y en menor frecuencia los gastrointestinales (6). En cuanto a la calidad microbiológica del aire al interior, varios son los estudios que reportan la existencia de una amplia variedad de partículas de origen biológico en los ambientes de trabajo; tales como hongos, bacterias, esporas, toxinas, virus, entre otras, que en ocasiones causan enfermedades respiratorias, sistémicas y alergias (7, 8). Dentro de los microorganismos reportados se encontraron géneros de hongos como *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Curvularia*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Mucor* y *Chrysonilia*; algunos de estos asociados con afecciones, tales como rinitis, asma bronquial, alveolitis o neumonitis generalizada; dermatosis severa, entre otras. (6, 9, 10, 11, 12). Pese a que no existe una norma internacional estandarizada que especifique un límite microbiano, algunas referencias bibliográficas sugieren que la concentración microbiana debe estar por debajo de 1000 UFC/m<sup>3</sup> (9) “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México ISBN: 978-607-95635 6 “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México II. Metodología Diagnóstico de la presencia del SEE. La observación directa de características físicas del lugar de trabajo, así como la información laboral de sus ocupantes y la presencia de síntomas característicos del SEE, fueron evaluados mediante la inspección visual y la aplicación del cuestionario modificado de la NTP 290 del Centro Nacional de Condiciones del Trabajo, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. En este estudio participaron un total de 60 personas. El diagnóstico del SEE se determinó mediante el cálculo de la prevalencia de síntomas en cada edificio y se diagnosticó como positivo en los edificios en los que el 20% o más de sus ocupantes presentan uno o más de los síntomas evaluados de acuerdo al NTP290. Evaluación de la calidad del aire al interior de las edificaciones. Para determinar la calidad microbiológica del aire al interior, se realizaron recuentos de UFC/m<sup>3</sup>, de mesófilos aerobios totales (MAT) y hongos y levaduras (HL) presentes en interior de las oficinas administrativas de los dos edificios incluidos en el estudio. Para ello, se llevó a cabo la técnica de sedimentación en placa de placa expuesta por 30 minutos, descrita por Omeliansky (9). Los muestreos se realizaron cada 15 días, en tres intervalos de tiempo. Los recuentos se reportaron como número de UFC/m<sup>3</sup> de acuerdo a la fórmula descrita por Omeliansky  $N = 5a * 10^4 (bt)^{-1}$  (Borrego, Guiamet).



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Posteriormente se realizó la identificación de los géneros de hongos, que de acuerdo a su morfología macroscópica, se presentaron con mayor frecuencia. Para identificar hasta género se emplearon la claves de Barnett & Hunter, 1998 (13) Establecimiento de la relación entre la presencia de los síntomas del SEE y algunos factores de riesgo. Por medio de la regresión logística binaria se estableció la relación entre los síntomas que resultaron con una prevalencia mayor “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México ISBN: 978-607-95635 7 “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México o igual al 20% y las variables independientes: Recuentos de UFC/m<sup>3</sup> de MAT y HL, tomando como nivel de significancia un valor de  $p \leq 0.05$ . III. Resultados El SEE se caracteriza por que los ocupantes del edificio manifiestan la aparición de una serie de síntomas de difícil explicación. Por tanto el primer paso fue identificar y valorar dichas quejas, calculando la prevalencia de los síntomas característicos del Síndrome, (incluidos en el cuestionario de la NTP 290) y diagnosticando su presencia en aquellos edificios en los que el 20% o más de sus ocupantes manifiestan uno o más de los síntomas. El cuestionario aplicado a los participantes del presente estudio, abarcó 11 grupos de síntomas, sumando en total 46 síntomas. Diagnóstico de SEE de acuerdo a la prevalencia de síntomas por edificio De acuerdo a los resultados, en los dos edificios evaluados, se presentó una prevalencia de síntomas mayor al 20%, con una incidencia mayor en el edificio Administrativo, donde el 100% de las personas encuestadas respondieron afirmativamente al padecimiento de por lo menos uno de los síntomas característicos del SEE. Evaluación de la calidad del aire al interior de las edificaciones Para categorizar el nivel de contaminación se tomó como referencia El Estándar Sanitario de la Comunidad Europea para locaciones no industriales (14). Los recuentos de MAT y HL mostraron valores, en la mayoría de las áreas muestreadas, correspondientes a niveles medio y alto. De las 19 oficinas muestreadas en el edificio Administrativo, seis presentaron recuentos de MAT por encima de 500 UFC/m<sup>3</sup>. Se resaltan los resultados observados en el área de Jefatura Administración de Personal, donde los recuentos de MAT en todas las épocas muestreadas, fueron altos, incluso se obtuvieron recuentos por encima de “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México ISBN: 978-607-95635 8 “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México 2.000 UFC/m<sup>3</sup> correspondientes al nivel muy alto de contaminación. Los mayores recuentos de HL, en este edificio, se obtuvieron en la oficinas de Tesorería; donde los recuentos en dos de las épocas muestreo fueron entre 500 a 2000 UFC/m<sup>3</sup> (nivel alto de contaminación). Dentro de los recuentos de MAT obtenidos en el edificio de la Facultad de Salud, se evidenciaron con niveles altos, las oficinas de Decanatura de la Facultad de Salud, Recepción Secretaria Académica, Dirección Programa Medicina y Coordinación Salud Pública; donde los valores de UFC/m<sup>3</sup> obtenidos, en al menos una de las épocas muestreadas, estuvieron por encima de 500 UFC/m<sup>3</sup>. En cuanto al recuento de HL, se destacan los resultados



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

obtenidos en el Recepción de Secretaría Académica y la oficina de Atención a estudiantes de Enfermería, donde se obtuvieron recuentos de 658 y 531 UFC/m<sup>3</sup>, respectivamente.

Identificación morfológica de los géneros fúngicos Se comprobó la presencia de 10 géneros fúngicos *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Nigrispora* sp., *Penicillium* sp., *Monilia* sp., *Fusarium* sp., *Paecilomyces* sp. y *Rhizoctonia* sp. *Cladosporium* sp. es el género que se presentó en un mayor número de oficinas (12 oficinas), seguido de *Aspergillus* sp. (8 oficinas) y *Monilia* sp. (7 oficinas). En cuanto a la biodiversidad el máximo número de géneros presentes en una sola oficina fue de 5. Relación entre algunas variables y los síntomas característicos del SEE. En el edificio Administrativo se identificaron 17 síntomas con una prevalencia mayor o igual al 20%. Se observó que la variable número de UFC/m<sup>3</sup> de MAT, influyó directamente en la ocurrencia de todos los síntomas oculares (enrojecimiento, escozor, picazón, sequedad, lagrimeo, visión borrosa) y el síntoma de picazón en garganta; sólo el síntoma de sequedad ocular fue significativo (0.045). El número de UFC/m<sup>3</sup> de HL tuvo incidencia en la presencia del síntoma nasal estornudos seguidos y el síntoma de sequedad en piel, sin

“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México ISBN: 978-607-95635 9 “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México embargo, ninguno es significativo. Por otro lado, en el edificio de la Facultad de Salud se identificaron 9 síntomas, con una prevalencia mayor o igual al 20%. El recuento de UFC/m<sup>3</sup> de MAT sólo presentó una relación directamente proporcional con el síntoma de sequedad ocular y no fue estadísticamente significativa. Los síntomas de rinitis y sequedad bucal fueron directamente proporcionales a la variable de recuento de UFC/m<sup>3</sup> de HL, sin presentar una relación estadísticamente significativa. IV. Conclusiones Los resultados obtenidos mostraron, que el 90% de los trabajadores que participaron en el estudio, presentaron síntomas relacionados con el ambiente de trabajo, que no respondían a ningún patrón de enfermedad. Los síntomas presentes tenían una prevalencia mayor o igual al 20%. Estos resultados indican la presencia del SEE en los dos edificios evaluados. Así mismo, se observó que la calidad del aire, en la mayoría de las oficinas evaluadas, fue en mayor proporción correspondiente al nivel medio de contaminación por MAT y HL, en ambos edificios. Es importante resaltar que una gran variedad de enfermedades de etiología microbiana no se deben necesariamente a la exposición a agentes patógenos reconocidos, si no a la exposición a cargas microbianas (15). Dentro de los síntomas que se presentan con mayor frecuencia (>20%) se encuentran los oculares y de garganta, lo cuales podrían relacionarse a las altas cargas fúngicas. La presencia de hongos y esporas fúngicas pueden causar además, reacciones de hipersensibilidad como las producidas por *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*; hongos que se aislaron en las áreas evaluadas. Aunque la mayoría de estudios en la literatura no son concluyentes, en cuanto a la relación de la presencia de hongos y síntomas asociados al SEE, los resultados de estos estudios evidenciaron a ciertos géneros de



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

hongos como constantes al interior de edificios públicos, siendo los más frecuentes Cladosporium, Penicillium, “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México ISBN: 978-607-95635 10 “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México Aspergillus (16), lo que concuerda con nuestros hallazgos. Finalmente, por medio de un análisis de regresión logística binaria, se logró establecer que existe una relación entre la cantidad de UFC/m<sup>3</sup> de HL y MAT y determinados síntomas característicos del SEE; siendo significativos la relación de estas variables y el síntoma de sequedad ocular. Estos resultados indican que la presencia de estas variables puede estar condicionando la aparición de los síntomas característicos de la presencia del SEE lo que confirmaría una relación directa. V. Bibliografía. 1. Raad Anton, Jean. Síndrome del Edificio Enfermo. Quito : Ediciones CIESPAL, 1994. 2. Crook B. y Burton N. Indoor moulds, Sick Building Syndrome and building related illness. Fungal Biology Reviews. 2010; 24(3):106-113. doi: 10.1016/j.fbr.2010.05.001 3. COST Project 613 sick building syndrome. A practical guide. Comisión of the european communities, report EUR 12294 EN, Luxemburgo 1989. 4. Cascales Monreal, M. Determinación del síndrome del edificio enfermo. Revista Digital de Prevención. 2006 5. Martínez Fernández Elena, Fuentes Piñeiro María, Ruiz Ruiz Laura, Borda Olivas Jenry Ricardo, DietlSagües Margarita, Rodríguez de la Pinta M.<sup>a</sup> Luisa. Patologías relacionadas con las condiciones ambientales de un hospital terciario de la Comunidad de Madrid. Med. segur. trab. [revista en la Internet]. 2014 Mar [citado 2015 Ene 04]; 60(234): 53-63. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0465-63](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-63). 6. Iranys del Valle Ferrer Ferrer. Janice Fernández de D` Pool. Asociación entre la flora fúngica de trabajadores y ambiente interno de una biblioteca universitaria. Venezuela Universidad del Zulia Facultad de Medicina división de estudios para “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México ISBN: 978-607-95635 11 “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México graduados instituto de salud ocupacional y ambiental “Dr. Gilbert Corzo”. Maracaibo; noviembre 2012. 7. Ríos Yuil JM. La Aeromicrología y su importancia para la medicina. Rev méd cient. 2011; 24(2):28-42. 8. De La Rosa, M. Mosso, M. Ullán, C. El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. Observatorio Medioambiental. 2002; 5: 375-402. 9. Borrego, S. Perdomo, I. Guiamet, P. Gómez, S. Estudio de la concentración microbiana en el aire de depósitos del Archivo Nacional de Cuba. AUGMDOMUS.2010; 1:118-137. 10. Borrego Alonso S, Perdomo Amistad I. Caracterización de la micobiota aérea en dos depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba. RevIberoamMicol. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.riam.2013.09.004> 11. Granda, E. Evaluación del efecto de la presencia de hongos en la calidad del aire como causa del síndrome de edificio enfermo en las edificaciones antiguas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2011 12. Toloza-Moreno D.L., Lizarazo-Forero L.M., Blanco-Valbuena J.O. Concentración y composición microbiana en el



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

ambiente de la Biblioteca Central Jorge Palacios Preciado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. *ActuBiol.* 2012; 34(97): 241-252 13. Barnett, H.L. Hunter, B. *Illustrated genera of Imperfect Fungi.* St. Paul, MN: APS Press. Fourth edition. 1998 14. Kalwasińska A, Burkowska A, Wilk I. Microbial air contamination in indoor environment of the university library. *Ann Agric Environ Med.* 2012; 19(1): 25-29. 15. Henrik, C y Wolff, J. Innate Immunity and the pathogenicity of inhaled microbial particles. *International Journal of Biological Sciences*, 2011; 7(3): 261-268. 16. Cabral, João P.S. Can we use indoor fungi as bioindicators of indoor air quality? *Historical perspectives and open questions. Science of The Total Environment.* 2010; págs. 4285–4295