
AEROMICROBIOLOGÍA DEL ARCHIVO CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA (TUNJA-BOYACÁ)

Aeromicrobiology of The Central Archive of Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja-Boyacá)

DEISY LISSETH TOLOZA-MORENO¹, Bióloga;
LUZ MARINA LIZARAZO-FORERO², Ph. D.

¹ Dirección de correspondencia: Escuela de Ciencias Biológicas,
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.
Grupo de Investigación Biología Ambiental. Tel. 314 398 77 39.
lisseth77@gmail.com

² Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica
de Colombia, Tunja, Colombia. Grupo de Investigación Biología
Ambiental. lumalifo@yahoo.es

Presentado 30 de enero de 2010, aceptado 1 de febrero 2011, correcciones 18 de febrero de 2011.

RESUMEN

La calidad del aire de los ambientes internos puede estar influenciada por distintas partículas suspendidas en la atmósfera (polvo, polen, bacterias, hongos, virus) que pueden causar daños a documentos y presentar reacciones alérgicas en personas que trabajan con éstos. Con este trabajo, se identificaron hasta género los microorganismos presentes en el ambiente del archivo central, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, que podrían causar alergias respiratorias en los trabajadores de esta área. Para las muestras de ambiente se empleó el método de sedimentación en placa utilizando agar papa dextrosa y se midieron temperatura y humedad relativa durante cada muestreo. Asimismo, se aplicó una encuesta a los trabajadores con el fin de conocer sintomatología respiratoria sugestiva que pudieran presentar por el manejo de documentos y se tomaron muestras de fosas nasales a algunos de ellos. Se aislaron del ambiente 14 géneros entre hongos, levaduras y bacterias, y dos categorías de microorganismos no identificadas. Los géneros fúngicos predominantes fueron *Mucor* spp., y *Penicillium* spp., con un 36,6% y 27,5%, respectivamente, del total de colonias aisladas. Las formas levaduriformes principalmente del género *Rhodotorula*, y bacterianas con predominio de formas cocoides fueron aisladas en menor proporción. No se encontró correlación estadísticamente significativa entre el promedio de unidades formadoras de colonia con temperatura y humedad relativa del ambiente. Además, en las muestras de fosas nasales sólo se encontró microbiota normal de nariz, lo cual indica que los síntomas respiratorios sugestivos que presentan los trabajadores no estuvieron influenciados directamente por la presencia de esporas de hongos en el ambiente del archivo central.

Palabras clave: Aerobiología, alergias respiratorias, archivo central, microorganismos de ambientes internos.

ABSTRACT

Air quality of indoor environments can be influenced by different particles suspended in the atmosphere (dust, pollen, bacteria, fungi, and virus) that could cause damage to documents and induce allergic reactions in people working with these documents. In this work, we identified until genera the microorganisms present in the environment of the central archive of Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; specifically those that could cause respiratory allergies to personnel of this area. For the environment samples, we used the open Petri dish sedimentation method using potato dextrose agar, and measured temperature and relative humidity during each sampling. Also, a survey was taken of the workers to record respiratory symptoms that could arise from handling documents. Samples were taken from the nostrils of some of these workers. Fourteen genera among fungi, yeasts, and bacteria, and two non identified categories were isolated from the environment. The predominant fungal genera were *Mucor* spp. and *Penicillium* spp. with 36.6% and 27.5% of the total of isolated colonies, respectively. Yeast, mainly *Rhodotorula* genera, and bacteria with prevalence coccus forms were isolated in smaller proportions. There was not statistically significant correlation among the average of colony forming units and the temperature and relative humidity in the environment. In addition, nostril samples yielded only normal microbiota of the nose, indicating that suggestive respiratory symptoms workers presented are not directly influenced by the presence of fungal spores in the environment at the central archive.

Key words: Aerobiology, respiratory allergies, central archive, airborne microorganisms.

INTRODUCCIÓN

La calidad del aire de ambientes internos puede estar influenciada por la acción de distintas partículas suspendidas en la atmósfera entre las que se encuentran polvo, granos de polen, y aquellas que tienen actividad microbiana como bacterias, hongos y virus (Medina *et al.*, 1999; Levetin y Dorsey, 2006), las cuales dependen, principalmente, de la presencia de sustancias orgánicas susceptibles al ataque de éstas y por las condiciones microclimáticas, especialmente, de temperatura y humedad relativa (Shelton *et al.*, 2002; Jones y Harrison, 2003; Pyrri y Kapsanaki-Gotsi, 2007), reducida ventilación, número de personas presentes, microbiota predominante en el aire exterior (Shelton *et al.*, 2002), e incluso de factores como limpieza y condiciones del sitio. Por su tamaño pequeño (aproximadamente de 1 a 100 ppm), algunas de estas partículas aerobiológicas pueden quedar suspendidas en el aire por largos períodos de tiempo (Medina *et al.*, 1999). De esta forma, los lugares donde se almacenan documentos tales como archivos y bibliotecas, por ser ambientes cerrados, son lugares apropiados para el desarrollo y mantenimiento de microorganismos que pueden causar daños sobre los documentos y sobre las personas que los usan y trabajan con éstos (Bueno *et al.*, 2003).

Los procesos alérgicos en personal susceptible pueden tener relación con la presencia de hongos en el ambiente, ya que dentro de las afecciones producidas por éstos las de mayor frecuencia están asociadas con problemas respiratorios como asma, rinitis y sinusitis (Carrabs, 1995; Chiappero *et al.*, 1996; Angelosante-Bruno *et al.*, 2007). Estas afecciones

pueden estar influenciadas por exposición alta a alérgenos y por estimulación reducida del sistema inmune durante los períodos críticos de su desarrollo (Cookson, 1999; Kellogg *et al.*, 2004; Sharma *et al.*, 2007). La inhalación es la ruta principal de infección; sin embargo, otros tipos de exposición como ingestión y contacto con piel son también comunes (Poulsen *et al.*, 1995; Chandra-Mouli *et al.*, 2005). Un grupo pequeño de hongos ambientales pueden ser principalmente patógenos oportunistas y algunos producen micotoxinas, que pueden estar presentes dentro de esporas, y pueden ser inhalados con ellas (Albright, 2001; Sáez *et al.*, 2004). Por otra parte, la mayoría de bacterias no son alérgicas potentes con excepción de esporas formadas por actinomicetos. Componentes de pared celular bacteriana, como endotoxinas (predominante en bacterias Gram negativas) y peptidoglicano (predominante en bacterias Gram positivas) son agentes cruciales con propiedades proinflamatorias importantes que pueden inducir síntomas respiratorios (Clark *et al.*, 1983).

Varios trabajos han contribuido con el estudio de la aerobiología presente en ambientes cerrados como los realizados en bibliotecas, laboratorios, museos o archivos (Medina *et al.*, 1999; Bueno *et al.*, 2003; Sáez *et al.*, 2004; Gómez *et al.*, 2005; Rivas *et al.*, 2005; Rojas *et al.*, 2008), en el interior de edificios y catedrales (Pitzurra *et al.*, 1999; Chao *et al.*, 2001; Aira *et al.*, 2006) o en salas de cómputo y hospitales (Haleem Khan *et al.*, 2009).

Dentro del archivo central, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, hasta el momento no se ha realizado ningún estudio aerobiológico constituyéndose éste, como el primer trabajo que evalúa calidad del aire de esta dependencia. Por consiguiente, el propósito de este trabajo fue aislar e identificar microorganismos que pudieran estar causando alergias respiratorias en el personal que trabaja en esta área.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en el archivo central ubicado en el primer piso del edificio administrativo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Sede Tunja (Boyacá, Colombia). El archivo tiene un área aproximada de 1.237 m², y su ubicación está hacia el interior del edificio, sin acceso directo hacia el exterior.

Esta dependencia contiene documentos que datan de 1980 hasta el año 2006, entre los que se incluyen acuerdos, actas, contratos, informes, libros contables, programas académicos, planes de estudio, proyectos de investigación, resoluciones, entre otros. Presenta una temperatura promedio de 18,8 °C ($\pm 0,6206$) y una humedad relativa de 55,4% ($\pm 0,5741$).

TOMA DE MUESTRAS AMBIENTALES

Las muestras de ambiente fueron tomadas semanalmente (Haleem Khan *et al.*, 2009) entre agosto y septiembre de 2009 para un total de seis muestreos realizados hacia las 10:30 horas. Con el fin de hacer la estimación cualitativa de microorganismos presentes en el ambiente, se utilizó el método gravimétrico de sedimentación en placa para el muestreo del aire con exposición al ambiente durante 30 minutos de 75 cajas de Petri (12 cajas en cinco muestreos y 15 en el último muestreo) que contenían agar PDA (agar papa dextrosa-Scharlau)[®], las cuales fueron ubicadas en la parte superior, media e inferior de 25 estantes

seleccionados al azar. El número de estantes a muestrear se determinó tomando el 10% del total de éstos presentes en el archivo central de acuerdo con Gómez *et al.*, 2005. Simultáneamente, se tomaron datos de temperatura y humedad relativa del ambiente aproximadamente cada 10 minutos empleando un medidor atmosférico (Davis), y se tuvo en cuenta si los sistemas de ventilación se encontraban o no en funcionamiento.

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

Las cajas de Petri expuestas al ambiente fueron incubadas a 28 °C durante siete días. Una vez se obtuvo crecimiento sobre las placas, se realizó la cuantificación de colonias formadas las cuales fueron expresadas en términos de unidades formadoras de colonia (UFC). Las colonias fúngicas se identificaron hasta género, según morfología macroscópica y microscópica, para lo cual se hicieron montajes con azul de lactofenol empleando la técnica de cinta adhesiva transparente, y para el caso de las levaduras se realizó el montaje entre lámina y laminilla. Los montajes fueron observados en microscopio óptico de luz con objetivos de 10 y 40 x. Asimismo, se emplearon las claves de identificación taxonómica de hongos de Barnett, 1960, Barnett y Hunter, 1972, Domsh *et al.*, 1980a y 1980b. Para la identificación de levaduras del género *Candida* se realizó la prueba de producción de tubo germinal (Finegold y Martin, 1983). Los géneros *Rhodotorula* y *Saccharomyces* fueron identificados por sus características microscópicas y macroscópicas de acuerdo con Carrillo, 2003.

En relación con las bacterias, se determinaron las características macroscópicas y microscópicas de las colonias formadas; éstas últimas mediante tinción de Gram. Para el caso de formas bacilares aisladas, se hicieron repiques de colonia en los medios selectivos agar EMB (Pronadisa)[®] y agar McConkey (Pronadisa)[®], y siembras en pruebas bioquímicas API 20 E (para enterobacterias-Biomérieux)[®] y API 20 NE (para no enterobacterias-Biomérieux)[®] para su identificación hasta género.

APLICACIÓN DE ENCUESTA

A los 14 trabajadores del archivo central se les hizo una encuesta en la que se preguntó: 1. Cuándo usted consulta los documentos, ¿ha presentado alguno (s) de los siguientes síntomas?: Irritación de ojos, irritación de nariz, dolor de cabeza, fatiga, ningún síntoma, otro. 2. En caso de presentar alguno de los síntomas anteriores, ¿ha seguido algún tratamiento médico? 3. ¿Usted usa implementos de protección personal cuando hace consulta de los documentos?

Adicionalmente, se tomaron muestras de fosas nasales a seis de los trabajadores del archivo central, quienes presentaron más de un síntoma respiratorio sugestivo y que no habían seguido ningún tratamiento médico para ello. Las muestras fueron tomadas con aplicadores estériles, haciendo limpieza de fosas nasales. Posteriormente, se hizo un lavado de cada aplicador en tubos de ensayo con caldo Saboraud (Pronadisa)[®]. Los tubos fueron incubados a 28 °C durante cinco a siete días, realizando luego montajes con azul de lactofenol.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se empleó análisis de varianza ANDEVA Multifactorial para establecer diferencias estadísticas entre UFC por estante muestreado y por posición de las cajas en cada estante, y se utilizó el coeficiente de correlación de *Spearman* (rs) para relacionar el pro-

medio de colonias formadas con las variables ambientales de temperatura y humedad relativa, utilizando el paquete estadístico *StatGraphics* versión 5.0.

RESULTADOS

GÉNEROS MICROBIANOS AISLADOS

El porcentaje de UFC en cada uno de los muestreos osciló en promedio entre 6,27 y 39,02 UFC, siendo el muestreo 3 el que presentó el mayor número de colonias formadas (Fig. 1). Sin embargo, el número de UFC estuvo determinado por la ubicación de los estantes dentro del archivo ($p= 0,0001$) siendo el estante 12 el más contaminado (Fig. 2). Entre tanto, las UFC presentes en cada posición de los estantes fueron estadísticamente iguales ($p= 0,9360$) con aproximadamente 4 UFC / placa, siendo mayor en la parte media ($3,96 \pm 3,46$ UFC / placa) y menor en la parte inferior ($3,68 \pm 3,74$ UFC / placa) de los estantes.

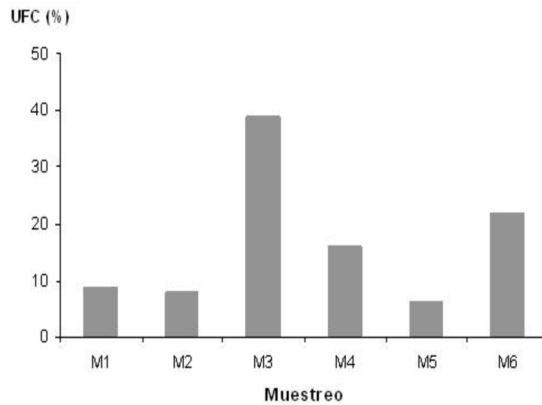


Figura 1. Porcentaje de unidades formadoras de colonia (UFC) en cada muestreo.

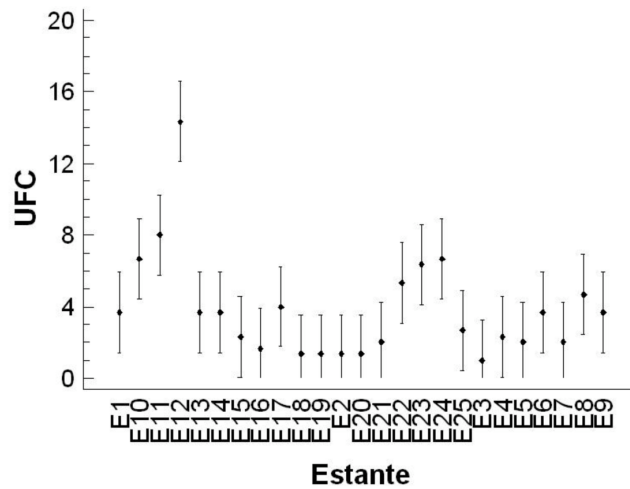


Figura 2. Unidades formadoras de colonia (UFC) por estante muestreado (intervalo de confianza 95%).

La temperatura promedio del archivo fue de 18,8° C (\pm 0,6206) con humedad relativa de 55,4% (\pm 0,5741). Sin embargo, no se halló correlación estadísticamente significativa entre temperatura promedio del archivo y número de colonias ($r_s = -0,0580$; $p = 0,8968$), así como tampoco entre humedad relativa del ambiente y número de colonias formadas ($r_s = -0,7143$; $p = 0,1102$). Además, se observó en cada muestreo que los sistemas de ventilación ubicados dentro del archivo no se encontraban en funcionamiento.

En total se aislaron 287 colonias del ambiente del archivo central, pertenecientes a 14 géneros y dos formas microbianas no identificadas, correspondientes en su orden a hongos filamentosos, bacterias y levaduras. Entre los géneros fúngicos más representativos, *Mucor* fue el más abundante con 36,6%, seguido de *Penicillium* con 27,5% del total de colonias aisladas, siendo los dos géneros que se registraron durante todo el período de muestreo, mientras que otros como *Acremonium*, *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Geotrichum* y *Helminthosporium* se presentaron en baja proporción.

Las formas levaduriformes se presentaron en 4,5%, siendo representadas por *Candida albicans* (prueba positiva de producción de tubo germinal), *Rhodotorula* spp., y *Saccharomyces* spp., mientras que las colonias bacterianas representaron 14,6% en el ambiente del archivo central predominando las formas cocoides (Tabla 1).

Género	UFC (%)
Hongos filamentosos	
<i>Mucor</i> spp.	36,6
<i>Penicillium</i> spp.	27,5
<i>Cladosporium</i> spp.	7,7
<i>Alternaria</i> spp.	1,4
<i>Aureobasidium</i> spp.	1,0
<i>Acremonium</i> spp.	0,7
<i>Geotrichum</i> spp.	0,7
<i>Helminthosporium</i> spp.	0,7
<i>Curvularia</i> spp.	0,3
Micelio sin esporular	0,3
Levaduras	
<i>Candida albicans</i>	2,1
<i>Rhodotorula</i> spp.	2,1
<i>Saccharomyces</i> spp.	0,3
Bacterias	
Formas cocoides	7,9
<i>Acinetobacter</i> spp.	4,9
<i>Pseudomonas</i> spp.	1,7

Tabla 1. Géneros de hongos, bacterias y levaduras registrados en el ambiente del archivo central.

ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

Los resultados de la encuesta hecha a los trabajadores que laboran en el archivo mostraron que 86,8% de los encuestados ha presentado al menos un síntoma; de los cuales, 57% ha sentido dos o más síntomas, siendo los más frecuentes irritación en ojos y nariz,

y dolor de cabeza. Otros, como fatiga no fueron comunes (Fig. 3). No obstante, sólo 33,3% del total de trabajadores que manifestaron haber presentado algún síntoma, siguieron algún tratamiento médico. En cuanto a los implementos de protección personal que los trabajadores utilizan, 57,1% usa guantes y tapabocas, mientras que 42,9% restante, además de éstos, también emplean gafas o batas de dril.

En las muestras tomadas de fosas nasales de los trabajadores del archivo se encontró microbiota normal de nariz, representada por formas bacterianas cocoides (*Staphylococcus* spp.), y en menor proporción formas bacilares del género *Pseudomonas*.

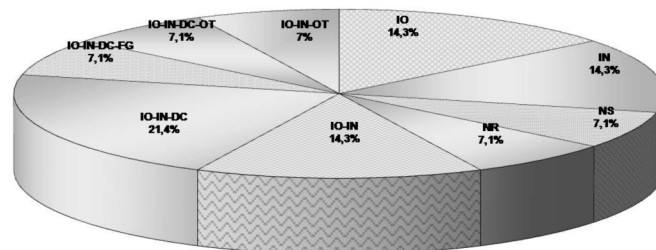


Figura 3. Principales síntomas que presentaron los trabajadores del archivo central (DC= Dolor de cabeza; FG= Fatiga; IN= irritación en nariz; IO= irritación en ojos; NR= No responde; NS= Ningún síntoma; OT= Otro síntoma).

DISCUSIÓN

Los hongos identificados con mayor frecuencia en el ambiente del archivo central fueron *Mucor* spp., y *Penicillium* spp., los cuales son comunes para ambientes internos y cerrados. Diversos autores han encontrado predominancia de *Cladosporium* y *Penicillium* en ambientes cerrados (Pitzurra *et al.*, 1999; Shelton *et al.*, 2002; Labarrere-Sarduy *et al.*, 2003; Rivas *et al.*, 2005; Aira *et al.*, 2006; Rojas *et al.*, 2008). Sin embargo, son muy pocos los trabajos que han encontrado un aumento significativo del género *Mucor* en este tipo de ambiente. Los géneros *Mucor* y *Rhizopus* han sido aislados principalmente de muestras de superficies (Valentín, 2007), y junto con otros hongos (*Alternaria*, *Stachybotris*, *Stemphilium* y *Trichoderma*) son considerados responsables de biodeterioro de libros, objetos de arte, material audiovisual, pintura, maderas, murales y pieles (Gallo, 1993).

Aunque no se encontraron hifas ni esporas fúngicas de los hongos presentes en el archivo en las muestras tomadas de fosas nasales, Knutsen *et al.*, 2002, mencionan que la cavidad nasal es importante para la deposición de hongos inhalados, debido a la eficiencia para remover partículas más grandes de 10 μm del aire inhalado de la nariz. En este estudio, se identificaron géneros fúngicos que incluyen especies patógenas oportunistas en diferentes problemas clínicos en humanos como *Mucor* y *Penicillium* (Bueno *et al.*, 2003; Sáez *et al.*, 2004; Rivas *et al.*, 2005; Haleem Khan *et al.*, 2009; Villar *et al.*, 2009), *Curvularia*, *Cladosporium* y las formas levaduriformes como *Candida* y *Rhodotorula* (Guerrero *et al.*, 2003; Sáez *et al.*, 2004), además de géneros que contienen cepas productoras de micotoxinas y alérgenos como *Alternaria* (Rivas *et al.*, 2005). Las esporas de estos hongos, con excepción de *Curvularia*, causan reacciones de hipersensibilidad inmediatas o retardadas, asma, sinusitis, alveolitis alérgica, entre otras (De La Rosa *et al.*, 2002).

Las colonias bacterianas no mostraron gran relevancia en este estudio. Sin embargo, el género *Acinetobacter* no reviste mayor importancia clínica y es parte de la microbiota normal de piel y tractos respiratorio, gastrointestinal y genitourinario del hombre y varios animales, y se encuentra con frecuencia en muchos ambientes, principalmente en el medio hospitalario (Finegold y Martin, 1983), mientras que el género *Pseudomonas*, es común en este ambiente; no obstante, contiene cepas que son patógenos humanos potenciales que pueden producir diferentes problemas alérgicos (Rivas *et al.*, 2005; Valentín, 2007).

El mayor número de unidades formadoras de colonia se presentó en la parte media de los estantes y durante el muestreo 3, coincidiendo con el día en el que fue realizado el aseo del piso del archivo, lo cual sugiere que durante la limpieza del piso, la presencia de agua puede conducir al desarrollo de hongos a alturas cercanas al suelo (Rivas *et al.*, 2005). Igualmente, el estante 12 presentó la mayor contaminación por encontrarse muy cercano a la puerta de ingreso al archivo central.

El porcentaje de humedad relativa del ambiente del archivo central es menor al rango óptimo de 60-90% considerado (Gallo, 1993; Valentín, 2007), para que los hongos se desarrollen y puedan causar daños en libros y documentos. Asimismo, es inferior al nivel de 85% de humedad relativa que requieren las cepas bacterianas para su crecimiento debido a su mayor necesidad de agua (Valentín, 2007). Sin embargo, una humedad elevada y una alta temperatura son condiciones que favorecen contaminación microbiológica del aire en ambientes internos, aunque siempre es necesario un sustrato como madera, celulosa, etc., que proporcione al hongo los nutrientes necesarios; aunque también esta contaminación puede estar favorecida por presencia de polvo y falta de circulación de aire a través de los sistemas de ventilación (Shelton *et al.*, 2002).

Los géneros fúngicos encontrados en el ambiente del archivo central pertenecen a la biota normal del aire interior de distintos recintos cerrados siendo registrados también en diferentes estudios realizados sobre aerobiología en este tipo de ambientes. Sin embargo, poner en funcionamiento los ventiladores y mejorar las prácticas de limpieza podrían ayudar a reducir la carga fúngica del archivo, y de esta forma, disminuir las reacciones alérgicas que los trabajadores manifiestan durante el manejo de los documentos.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigaciones, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y a los funcionarios del archivo central por su colaboración. A M.Sc. Jorge Orlando Blanco Valbuena por la corroboración en la identificación de algunos géneros fúngicos, y al biólogo Daniel Humberto Galindo por su asesoría en el manejo estadístico de datos.

BIBLIOGRAFÍA

AIRA MJ, RODRÍGUEZ-RAJO FJ, JATO V, PIONTELLI E. Análisis cuantitativo y cualitativo de la aeromicota aislada de la catedral de Santiago de Compostela (Galicia, España). *Boletín Micológico*. 2006;21:27-34.

ALBRIGHT DM. Human health effects of airborne mycotoxins exposure in fungi-contaminated indoor environment. *Prof Saf*. 2001;26-28.

ANGELOSANTE BRUNO A, PACE L, TOMASSETTI B, COPPOLA E, VERDECCHIA M, PACIONI G, *et al.* Estimation of fungal spore concentrations associated to meteorological variables. *Aerobiología*. 2007;23:221-228.

BARNETT H. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 2 ed. Estados Unidos: Burgess Publishing Company; 1960.

BARNETT H, HUNTER B. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 3 ed. Estados Unidos: Burgess Publishing Company; 1972.

BUENO D, SILVA J, OLIVER G. Hongos ambientales en una biblioteca: un año de estudio. *Anales de Documentación*. 2003;6:27-34.

CARRABS M. Actualización en sinusitis. *Antibióticos e Infección*. 1995;3(4):5-18.

CARRILLO L. Los hongos de los alimentos y forrajes. Universidad Nacional de Salta, Argentina; 2003.

CHANDRA-MOULI P, VENKATA-MOHAN S, JAYARAMA-REDDY S. Assessment of microbial (bacteria) concentrations of ambient air al semi-arid urban region: influence of meteorological factors. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2005;3(2):139-149.

CHAO HJ, MILTON DK, SCHWARTZ J, BURGE HA. Dustborne fungi in large office buildings. *Mycopathologia*. 2001;154:93-106.

CHIAPPERO M, SÁNCHEZ L, AVENDAÑO G. Variación anual de la microflora en la Ciudad de San Juan y en hogares de pacientes con patología respiratoria Ig E dependientes. *Arch. Argent. Alergia Inmunol Clin*. 1996;27(2):62-67.

CLARK S, RYLANDER R, LARSSON L. Airborne bacteria, endotoxin and fungi in dust in poultry and swine confinement buildings. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1983;44(7):537-541.

COOKSON W. The alliance of genes & environment in asthma & allergy. *Nature*. 1999;402:B5-B10.

DE LA ROSA MA, MOSSO M A, ULLÁN C. El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio Medioambiental*. 2002;5:375-402.

DOMSH K, GAMS W, ANDERSON T. *Compendium of Soil Fungi*. Volumen 1, Parte I, Estados Unidos: Academic Press; 1980a.

DOMSH K, GAMS W, ANDERSON T. *Compendium of Soil Fungi*. Volumen 1, Parte II, Estados Unidos: Academic Press; 1980b.

FINEGOLD SM, MARTIN WJ. *Diagnóstico Microbiológico*. 6 ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A.; 1983.

GALLO F. Aerobiological research and problems in libraries. *Aerobiología*. 1993;9:117-130.

GÓMEZ A, GARANTE I, MARTÍNEZ JC, VALDIVIESO MA, RUBIO LL, TARAZONA GP, *et al.* Evaluación de alérgenos presentes en polvo y ambiente de algunas bibliotecas de Bogotá, D.C. *Universitas Médica*. 2005;46(1):13-20.

GUERRERO TA, SÁNCHEZ-RUIZ D, MARTÍNEZ-CHACON JF, YÁNEZ-GARCÍA Y, CHACON-ÁLVAREZ R, CHIO-WONG M, *et al.* Aislamiento de hongos en instalaciones deportivas de la UNAM. *Rev Fac Med UNAM*. 2003;46(3):93-96.

HALEEM KHAN AA, KARUPPAYIL SM, MANOHARACHARY C, KUNWAR LK, WAGHRAY S. Isolation, identification and testing for allergenicity of fungi from air-conditioned indoor environments. *Aerobiología*. 2009;25:119-123.

JONES AM, HARRISON RM. The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations-a review. *Sci Total Environ*. 2003;326(1-3):151-180.

KELLOGG CA, GRIFFIN DW, GARRISON VH, PEAK KK, ROYALL N, SMITH RR, *et al.* Characterization of aerosolized bacteria and fungi from desert dust events in Mali, West Africa. *Aerobiologia*. 2004;20:99-110.

KNUTSEN AP, BELLONE C, KAUFFMAN H. Immunopathogenesis of allergic bronchopulmonary aspergillosis in cystic fibrosis. *Journal of Cystic Fibrosis*. 2002;1: 76-89.

LABARRERE-SARDUY N, GÓMEZ-FERNÁNDEZ A, AVILA-ROQUE I, GUEVARA-ANDREU M, FERNÁNDEZ-LAFARGUE B. Riesgos biológicos en ambientes confinados. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*. 2003;4(1-2):4-7.

LEVETIN E, DORSEY K. Contribution of leaf surface fungi to the air spora. *Aerobiologia*. 2006;22:3-12.

MEDINA L, TUOZZO A, HERRERA J, PEROZO Y, GONZÁLEZ L. Estudio de hongos en bibliotecas de la Universidad de Carabobo-Valencia. *Revista Universidad*. 1999;3(1):5-20.

PITZURRA L, BELLEZZA T, GIAMMARIOLI M, GIRALDI M, SBARAGLIA G, SPERA G, *et al.* Microbial environmental monitoring of the refectory in the monastery of St. Anna in Foligno, Italy. *Aerobiologia*. 1999;15:203-209.

POULSEN OM, BREUM NO, EBBEHOJ N. Collection of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *Sci Total Environ*. 1995;170:1-19.

PYRRI I, KAPSANAKI-GOTSI E. A comparative study on the airborne fungi in Athens, Greece, by viable and non-viable sampling methods. *Aerobiologia*. 2007;23:3-15.

RIVAS F, VARELA H, GONZÁLES G, VOLPE D, ALMEIDA A, LOPERENA L. Estudio de la Calidad Microbiológica del Aire Interior de la Facultad de Ingeniería. España: Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ingeniería. 2005. Disponible en: URL: <http://www.fing.edu.uy/servadm/plandeobras/aire2005.pdf>

ROJAS TI, MARTÍNEZ E, AIRA MJ, ALMAGUER M. Aeromicota de ambientes internos: comparación de métodos de muestreo. *Boletín Micológico*. 2008;23:67-73.

SÁEZ M, ROJAS M, CANDIA E, CÁCERES S, JIMÉNEZ R, *et al.* Hongos en ambientes interiores y exteriores de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional Federico Villareal. *The Biologist*. (Perú) 2004;2(2):4-5.

SHARMA D, DUTTA BK, SINGH AB, SHOME BR. Aerobiological, biochemical and immunological studies on some of the dominant *Aspergillus* species of South Assam (India). *Aerobiologia*. 2007;23:201-210.

SHELTON BG, KIRKLAND KH, FLANDERS WD, MORRIS GK. Profiles of Airborne Fungi in Buildings and Outdoor Environments in the United States. *Applied and Environmental Microbiology*. 2002;68(4):1743-1753.

VALENTÍN N. Microbial Contamination in Archives and Museums: Health Hazards and Preventive Strategies Using Air Ventilation Systems. The Getty Conservation Institute. 2007. Disponible en: URL: http://www.getty.edu/conservation/science/climate/paper_valentin.pdf

VILLAR A, MUÑOZ X, CRUZ MJ, MORELL F. Neumonitis por hipersensibilidad a *Mucor* sp. en un trabajador en la industria del corcho. *Arch Bronconeumol*. 2009;45(8):405-407.