

Artículo Original

Higienización y eliminación fúngica en instalaciones industriales para la disminución de riesgos ocupacionales

Sanitization and fungal elimination in industrial facilities to reduce occupational risks

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.614.013>

Eucaris del Carmen Agüero Corzo¹

<https://orcid.org/0000-0003-4587-3852>

Roberto Carlos Dávila Morán^{2,*}

<https://orcid.org/0000-0003-3181-8801>

Leonardo Velarde Dávila³

<https://orcid.org/0000-0002-8096-0196>

Christian Jairo Tinoco Plasencia⁴

<https://orcid.org/0000-0002-1685-1657>

Héctor Portillo Ríos⁵

<https://orcid.org/0000-0003-1432-8472>

José Leonor Ruiz Nizama⁶

<https://orcid.org/0000-0003-0444-244X>

Recibido: 15/08/2021

Aceptado: 04/11/2021

RESUMEN

Se ha comprobado que la exposición a bioaerosoles se asocia con varios efectos sobre la salud, como enfermedades pulmonares y alergias. El presente estudio transversal tuvo como objetivo investigar la contaminación por hongos en varias superficies pertenecientes a dos industrias de alimentos. La toma de muestra se realizó en tres semanas, inmediatamente después de realizada la limpieza y desinfección y antes de iniciar la producción. Se recolectaron 400 muestras de superficie (vidrio, acero inoxidable, aluminio, goma y plástico), también se evaluó la eficacia del programa de higienización en el control de la población de hongos. Todas las muestras presentaron recuentos fúngicos <10 ufc/cm², sin haber diferencias significativas entre los tipos de superficie, sin embargo, las superficies plásticas exhibieron mayor crecimiento logarítmico de los hongos. Se determinó que 49,60% de las especies identificadas correspondieron al género *Penicillium*. Aunque los niveles de hongos en las industrias estudiadas fueron inferiores a los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud, algunas medidas de salud ambiental como lavar y desinfectar las superficies después de cada turno de trabajo, y se recomiendan inspecciones periódicas para garantizar la seguridad de los trabajadores y de los productos que allí se manufacturan.

Palabras clave: Bioaerosol, Contaminación, Hongo, Superficies, Higienización.

ABSTRACT

*It has been proven that exposure to bioaerosols is associated with several health effects, such as pulmonary diseases and allergies. The present cross-sectional study aimed to investigate fungal contamination on various surfaces belonging to two food industries. The sampling was carried out in three weeks, immediately after cleaning and disinfection and before starting production. 400 surface samples were collected (glass, stainless steel, aluminum, rubber and plastic), the effectiveness of the sanitation program in controlling the fungal population was also evaluated. All the samples presented fungal counts <10 cfu / cm², with no significant differences between the types of surfaces, however, the plastic surfaces exhibited higher logarithmic growth of the fungi. It was determined that 49.60% of the identified species corresponded to the *Penicillium* genus. Although the levels of fungi in the studied baths were lower than the levels recommended by the World Health Organization, some environmental health measure such as washing and disinfecting surfaces after each working shift and periodic inspections are recommended ensuring the safety of the workers and the products that are manufactured there.*

Keywords: Bioaerosol, Contamination, Fungi, Surfaces, Sanitization

¹ Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). Maturín, Venezuela.

² Universidad Privada del Norte (UPN). Lima, Perú.

³ Universidad de San Martín de Porres (USMP). Lima, Perú.

⁴ Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú.

⁵ Universidad Inca Garcilaso de la Vega (UIGV). Lima, Perú.

⁶ Universidad Nacional del Callao (UNAC). Callao, Perú.

*Autor de Correspondencia: rdavila430@gmail.com

Introducción

En las últimas décadas, varios estudios han demostrado la relación entre la contaminación del aire y diversos efectos adversos sobre la salud humana, como enfermedades cardiovasculares, cánceres y deficiencias pulmonares (Neisi *et al.*, 2017; Dianat *et al.*, 2016). Hoy en día, las personas pasan aproximadamente del 80 al 90% de su tiempo en



ambientes interiores. Como resultado, la calidad del aire interior es de suma importancia para la salud humana. Muchas fuentes diferentes, como el tipo de materiales de construcción, el aire acondicionado, la tasa de intercambio de aire y la actividad de las personas, afectan la calidad del aire interior; además, el mismo se ve afectado por otros factores como el aire exterior y la existencia de contaminantes químicos, físicos y biológicos. Se puede encontrar una mezcla de partículas vivas y no vivas en el aire interior como contaminantes. Las partículas no vivas contienen constituyentes orgánicos e inorgánicos, incluidos varios compuestos químicos, y las partículas vivas son las que pueden crecer en las condiciones deseables, como hongos, bacterias y todos los demás microorganismos (Tabatabaei *et al.*, 2020).

Durante algunos años, la preocupación por la exposición humana a microorganismos en ambientes interiores se ha centrado en los hongos. El interés en la exposición a bioaerosoles ha aumentado significativamente porque ahora se reconoce que la exposición a agentes fúngicos está asociada con una amplia gama de efectos adversos para la salud con un impacto importante en la salud pública (Bernstein *et al.*, 2008). En este sentido, las esporas fúngicas están muy bien adaptadas para ser diseminadas por el aire desde distintas fuentes y superficies de procedencia, al ser transportadas por el aire y debido a su pequeño tamaño, pueden ser inhaladas e incluso, pueden depositarse en las superficies mucosas de las vías respiratorias superiores y en los ojos. En condiciones normales, las personas respiran entre 100-200 esporas por día, que potencialmente pueden colonizar individuos susceptibles como pacientes con neutropenia severa o inmunosupresión, en los que se llegan a desarrollar desde infecciones superficiales hasta invasivas. Por ejemplo, la aspergilosis invasiva no solo es una infección potencialmente mortal en pacientes neutropénicos, sino que también ocurre en pacientes con enfermedades pulmonares crónicas o que reciben tratamiento con corticosteroides (Sherif y Segal, 2010; Thornton, 2010). La exposición al moho puede causar reacciones alérgicas en personas sensibles a los hongos, que representan aproximadamente el 10% de la población total y el 40% de los pacientes con asma (Mendell *et al.*, 2011).

La principal razón para recolectar muestras cuando se sospecha de contaminación fúngica es detectar, cuantificar e identificar cualquier hongo que pudiera estar presente. Antes de iniciar un monitoreo ambiental, se deben establecer y evaluar ciertos factores esenciales; tales como, las razones para realizar la inspección, los tipos de hongos que se buscan, la frecuencia de muestreo y los lugares a muestrear. Específicamente en los lugares de trabajo, el alcance de la estrategia de muestreo debe tener en cuenta los síntomas de los trabajadores y sus ocupaciones (Méheust *et al.*, 2013). En este sentido, una vez recolectada la muestra, hay varias formas de analizar su contenido de hongos, para esto es importante saber que, ningún método por sí solo puede describir y cuantificar la riqueza de las características fúngicas, pero cada método tiende a revelar uno o más aspectos particulares. Entre los principales métodos tenemos: los microscópicos, estos se han utilizado ampliamente para contar e identificar partículas de hongos, especialmente para el control de alérgenos. Algunos tipos de esporas pueden identificarse y cuantificarse directamente a partir de muestras, pero en general, el recuento microscópico no proporciona discriminación taxonómica. Para entornos interiores, la microscopía directa es uno de los métodos que se puede utilizar en las investigaciones de edificios relacionadas con la calidad del aire interior. El segundo método es el cultivo que explota la viabilidad o capacidad de cultivo de esporas de hongos o propágulos presentes en la muestra (Nevalainen *et al.*, 2015). Dentro de las especies fúngicas de contaminación aerógena, se incluyen esporas de *Penicillium*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Drechslera* y *Epicoccum*, estos además de especies de los géneros *Rhizopus* y *Trichoderma*, tienen una importancia alérgica particular causando irritación de las membranas mucosas de ojos y el tracto respiratorio, siendo estas reacciones alérgicas probablemente los efectos observados con más frecuencia entre los trastornos de salud asociados a mohos. Adicionalmente, ciertas levaduras como *Candida*, son también alérgicas y tienen una gran importancia clínica (WHO, 2009). Sobre los efectos de la exposición en la salud de los trabajadores a los hongos en las instalaciones de dos industrias de alimentos, este estudio tuvo como objetivo identificar los tipos de especies de hongos en distintos tipos de superficie con el fin de desarrollar nuevas políticas en salud ocupacional.

Materiales y métodos

Bajo un diseño de experimento, se evaluaron dos industrias de alimentos, una de productos deshidratados (ID) y otra de conservas (IC). En ambas se evaluaron diversas superficies de contacto en el trabajo (vidrio, acero inoxidable, aluminio, goma y plástico), y la eficacia del programa de higienización en el control de la población de hongos.

Evaluación de la contaminación fúngica

La toma de muestra se realizó en tres visitas, una por semana, inmediatamente después de realizada la limpieza y desinfección y antes de iniciar la producción. Se tomaron muestras por duplicado de cada una de las superficies (Knape *et al.*, 2015) para selección de técnica de las placas Petrifilm™ y para la placa de contacto o técnica de impronta. Cuyos criterios técnicos de cada método son los siguientes:

1. **3M® Petrifilm™ Placas para recuento de hongos y levaduras:** hidratadas con 1ml de diluyente, posteriormente se incubaron a 37°C durante 24 horas en bolsas autosellables, para finalmente almacenarlas durante al menos 4 horas en la nevera para permitir la gelificación del medio.

2. **Placa de contacto o técnica de impronta:** contacto directo de la superficie con la placa de petri especiales, se vierte 16 más o menos 0,5 ml de medio de cultivo apropiado obteniendo en este modo una superficie del Agar que sobresalen el borde de la placa y el mismo se pone en contacto directo con la superficie que se quiere examinar realizando una presión suave.

Las áreas de muestreo fueron seleccionadas por los rasgos físicos de contaminación y por sugerencia de los operadores de los procesos productivos, siempre que fueran superficies de contacto con el trabajador en las labores diarias.

Para el estudio microscópico se utilizaron los métodos de cinta adhesiva e hisopado de 20 a 100 cm² como lo describen Barnes *et al.* (2010); Boutin-Forzano *et al.* (2004) y Cai *et al.* (2009); Reboux *et al.* (2009), respectivamente.

3. **Cinta adhesiva:** método cualitativo la determinación de esporas fúngicas y micelio, con un trozo de cinta adhesiva transparente se presiona suavemente sobre la superficie para posteriormente adherirla portaobjeto, se observa directamente al microscopio con la cinta hacia abajo y se le añade una gota de azul de lactofenol.
4. **Hisopado de 20 a 100 cm²:** Se utilizaron hisopos de algodón estériles, humedecidos con agua de peptona tamponada (bioMerieux) al 0,1%. Se escobillonó en dos direcciones en un ángulo de 90° cada superficie de 100cm², este procedimiento se ejecuto con el hisopo con una inclinación de aproximadamente 45° respecto a la superficie, como establece la norma ISO 18593:2004. Sucesivamente se introdujeron en tubos con agua de peptona tamponada estéril y se homogenizaron con un agitador mecánico durante 60 segundos.

Los medios de cultivo utilizados fueron agar Sabouraud dextrosa (incubar a 25 – 30 °C con mayor humedad, evaluación semanal y deben mantenerse durante 4 – 6 semanas) y el agar extracto de malta (inocular e incubar a 30±2 °C durante 18-48 o 72 horas), El recuento fúngico se llevó a cabo utilizando el protocolo de recuento en placa por el método tradicional de siembra en con agar extracto de malta. Se realizaron revisiones diarias para el recuento desde el segundo día.

Evaluación del efecto residual de la higienización en el control de la contaminación fúngica

Se empleó la técnica de la bioluminiscencia a las 12 horas posterior a la desinfección, para la detección del adenosín trifosfato (ATP), molécula energética presente en células y residuos orgánicos. La bioluminiscencia de ATP consiste en un hisopo, utilizado para muestrear un área estandarizada, que, posteriormente, se coloca en una herramienta que utiliza la enzima luciferasa de luciérnaga para catalizar la conversión de ATP en monofosfato de adenosina (AMP): esta reacción da como resultado una emisión de luz que es detectada por el bioluminómetro y cuantificada en Unidad de Luz Relativa (RLU) (Nante *et al.*, 2017). La luz emitida en la reacción (luminómetros) indica la presencia de contaminación, la validación de limpieza por bioluminiscencia en un método instantáneo, estos rayos pueden ser emitidos por bacterias, hongos, levaduras, biofilm y residuos proteicos, entre otros. En ambas industrias el desinfectante para superficies a las cuales se exponen los trabajadores es el hipoclorito de sodio a 1000ppm.

Para la realización del estudio estadístico se utilizó el programa informático SPSS para Windows, versión 14.0. (SPSS Inc. 2005).

Resultados

De las 400 áreas de superficies evaluadas (Tabla 1), el 100% de estas presentaron recuentos fúngicos <10 ufc/cm², sin haber diferencias significativas entre los tipos de superficie, sin embargo, las superficies plásticas permiten mayor crecimiento logarítmico de los hongos. No obstante, al evaluar la biodisponibilidad de colonias microbianas en la superficie encontramos que las superficies de plástico permiten el mayor desarrollo de colonias de hongos por metro cuadrado (Tabla 2). De 1782 colonias evaluadas, se estimó que 49,60% corresponden al género *Penicillium* como se observa en la Figura 1. Mientras otros géneros como *Aspergillus* y *Rhizopus* están presentes en las diversas superficies, pero en menor proporción.

Tabla 1. Contaminación fúngica (log ufc/cm²) en diferentes superficies de contacto de procesamiento industrial

Superficie	ID		IC	
	N°	log ufc/100 cm ²	N°	log ufc/100 cm ²
Vidrio	40	0,45 ± 0,42	40	0,78 ± 0,24
Acero inoxidable	40	0,41 ± 0,11	40	0,55 ± 0,73
Aluminio	40	1,54 ± 0,32	40	0,27 ± 0,48
Goma	40	1,62 ± 0,51	40	0,65 ± 0,72
Plástico	40	2,43 ± 0,44	40	2,46 ± 0,75

Tabla 2. Identificación y cuantificación fúngica (ufc/100 cm²) en diferentes superficies de contacto de procesamiento industrial

Industria	Superficie	UFC/100 cm ²									Total
		<i>Penicillium</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Geotrichum</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Triderma</i>	Otros	
ID	Vidrio	19	6	2	0	5	0	0	1	0	32
	Acero inoxidable	4	6	5	2	0	2	5	0	0	24
	Aluminio	11	9	4	0	2	0	0	2	4	32
	Goma	35	17	9	5	11	3	4	3	5	92
	Plástico	71	22	25	14	17	4	6	3	3	165
		140	60	45	21	35	9	15	9	12	335
IC	Vidrio	12	3	3	2	1	2	3	1	5	33
	Acero inoxidable	9	2	4	0	1	2	2	0	1	21
	Aluminio	13	3	5	8	1	3	2	1	1	37
	Goma	23	5	4	7	1	9	2	1	2	54
	Plástico	53	11	13	8	3	11	4	2	3	108
		110	24	29	25	7	27	13	5	12	253

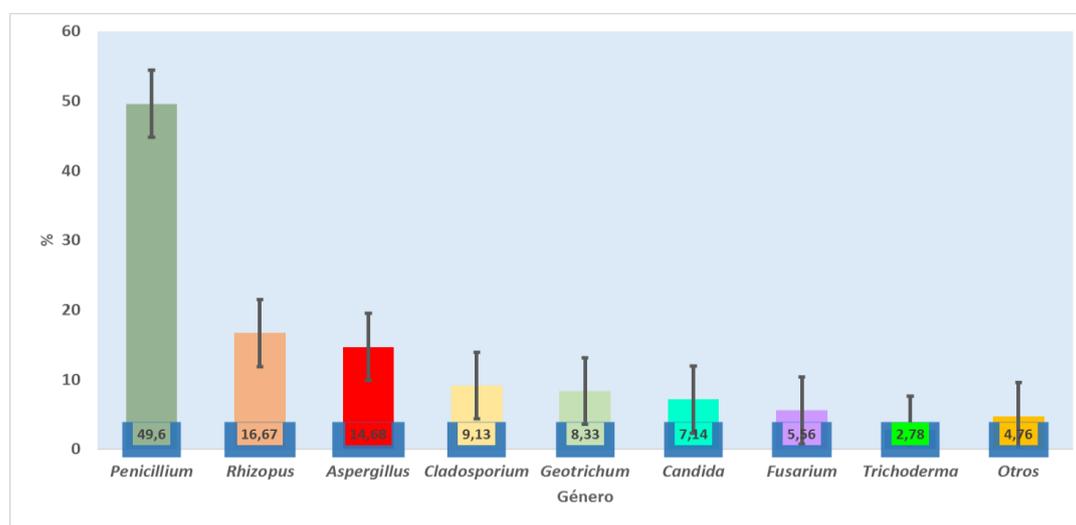


Figura 1. Presencia de géneros fúngicos determinados en las 1782 colonias evaluadas de 400 medios de cultivo Agar sabouraud dextrosa y con agar extracto de malta

Se identificaron 11 especies fúngicas en 155 aislamientos obtenidos provenientes de diversas superficies (Tabla 3).

Tabla 3. Identificación y diferenciación por género y especies de la flora fúngica aislada en los cultivos de agar Sabouraud dextrosa, a partir de la técnica de hisopado

Género	Especie	Aislamientos	
		N°	%
<i>Penicillium</i>	<i>P. nifricans</i>	12	7,74
	<i>P. chysogenum</i>	9	5,81
<i>Rhizopus</i>	spp.	5	3,23
<i>Aspergillus</i>	<i>A. fumigatus</i>	12	7,74
	<i>A. niger</i>	11	7,10
<i>Cladosporium</i>	<i>C. oxysporum</i>	18	11,61
	<i>C. sphaerospermun</i>	4	2,58
<i>Geotrichum</i>	<i>G. candidum</i>	23	14,84
<i>Candida</i>	<i>C. albicans</i>	17	10,97
	<i>C. glabrata</i>	14	9,03
<i>Fusarium</i>	<i>F. solani</i>	16	10,32
	<i>F. concolo</i>	9	5,81
<i>Trichoderma</i>	sp.	5	3,23
		155	100,00

Mediante la técnica de bioluminiscencia, que detecta el adenosin trifosfato (ATP) se estimó que el efecto residual del programa de desinfección a las 12 h posteriores alcanzó entre 80 y 95% de valores URL (504-100) para la

superficie de acero inoxidable (Tabla 4). Es una prueba sugestiva por su importancia en el proceso dada la posibilidad de contaminaciones cruzadas.

Tabla 4. Evaluación del efecto residual de la higienización en el control de la contaminación fúngica

Superficie	Valores URL (Grado de aceptación cromático)											
	ID			IC								
	504-750	751-1000	>1000	504-750	751-1000	>1000						
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%		
Vidrio	17	42,50	19	47,50	4	1,60	14	35,00	11	27,50	15	37,50
Acero inoxidable	32	80,00	8	20,00			38	95,00	2	5,00		
Aluminio	12	30,00	17	42,50	11	4,40	19	47,50	15	37,50	6	15,00
Goma	2	5,00	18	45,00	20	8,00			13	32,50	27	67,50
Plástico					40	16,00					40	100,00

Discusión

Las esporas y otras partículas de hongos se dispersan desde las superficies en las que crecen a través de movimientos de aire causados principalmente por la ventilación y de la alteración mecánica de estructuras y superficies contaminadas. Así mismo, la liberación de esporas se ve afectada por la humedad relativa del aire circundante y por la textura de la superficie del sustrato. La liberación de esporas se ve facilitada de manera eficiente aumentando las concentraciones en el aire interior de las instalaciones laborales cuando se manipulan estructuras ornamentales o constitutivas del área de trabajo, al igual que el cambio de superficies dañadas por mohos. Las partículas que se han asentado en las superficies también pueden resuspenderse en el aire interior por actividades de los ocupantes. Por lo tanto, caminar, pasar la aspiradora y otras actividades humanas provocan la resuspensión de las partículas de hongos y estas ser detectadas en distintas superficies (vidrio, acero inoxidable, aluminio, goma y plástico) como las que se muestrearon en este estudio, provenientes de una industria de alimentos deshidratados y otra de conservas; en estas localidades pudieran aumentar significativamente el recuento de esporas en el aire interior, aunque solo temporalmente, de esa forma obtener en evaluaciones puntuales recuentos bajos de unidades formadoras de colonias como en este caso; datos que se correlacionan con estudios como los de Qian *et al.* (2014) y el de Veillette *et al.* (2013). De acuerdo con las recomendaciones de la OMS, la concentración media para cualquier género de hongos patógenos y tóxicos en el aire interior no debe exceder las 50 ufc/m³ y, el valor correspondiente para una combinación de especies de hongos debe ser menor igual o menor a 150 ufc/m³ (WHO, 1990). Las concentraciones medias de hongos observadas en el aire interior de ambas localidades en el presente estudio fueron inferiores al nivel recomendado por la OMS.

Por otra parte, el orden de los géneros fúngicos más dominantes identificados en los 355 aislamientos quedó representado en, 140 *Penicillium*, 60 *Rhizopus*, y 45 *Aspergillus*, para la industria de alimentos deshidratados; y en la industria de conservas, 110 *Penicillium*, 29 *Aspergillus* y 27 *Alternaria*. De esta forma quedó demostrado que en ambas localidades el hongo predominante fue *Penicillium*. En este sentido, otros estudios en empresas similares han reportado los hallazgos de algunos de estos mismos géneros de hongos y otros en mayor o menor proporción, citando a González *et al.* (2010) en una empresa de alimentos en Venezuela. Adicionalmente, ellos también identificaron *Rhizopus* spp. y *Candida* spp. De igual manera, en otra investigación la especie de hongos más alta detectada tanto en el aire como en las muestras de superficie fue *Penicillium* spp. (Tabatabaei *et al.*, 2020). Se puede señalar que en todos estos casos, se ha observado que la contaminación fúngica ambiental está muy ligada a la concentración de polvo que se genera durante las distintas operaciones del proceso productivo, y que la mayor parte de ellos son potencialmente alergénicos y la exposición a sus esporas puede alterar las respuestas inmunitarias y la susceptibilidad individual, pudiendo producir enfermedades como rinitis alérgica, asma bronquial y alveolitis alérgica extrínseca (Skórska *et al.*, 2005).

Con relación a la evaluación del efecto residual en la higienización de las distintas superficies en ambas industrias de alimentos determinado por el método enzimático de bioluminiscencia (método rápido y objetivo para evaluar la limpieza de las superficies) se obtuvo claramente que el acero inoxidable presentó un efecto residual superior al resto de las superficies y por el contrario las superficies de plástico mantenían las mediciones más elevadas de unidades de luz relativa. De tal forma que, este método es utilizado en la industria alimentaria desde hace más de 30 años, aunque algunos autores consideran lo controvertido de su aplicación ya que distintas herramientas consideran distintos valores umbrales y, por tanto, esta técnica parece no estar estandarizada (Amodio y Dino, 2014). Ahora bien, se sabe que la industria alimentaria fue la primera en reconocer la necesidad de poder juzgar la limpieza mediante métodos estandarizados. En este sentido, la implementación del análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) refleja la conciencia de que los patógenos relevantes están diseminados y ocurren con grandes variaciones en el tiempo y el espacio. Para abordar estas preocupaciones, las industrias alimentarias han propuesto y adoptado varias

normas microbiológicas acordadas internacionalmente para el control del aire, el agua y las superficies de preparación de alimentos (Mulvey *et al.*, 2011).

Para evitar, o reducir, la contaminación del ambiente por estos agentes biológicos, la medida más efectiva consiste en evitar la dispersión de polvo en el lugar de trabajo. El cerramiento de las operaciones que generen polvo y la instalación de sistemas de extracción localizada permiten reducir de forma significativa la concentración ambiental de estos agentes. Asimismo, es muy importante una correcta limpieza de las instalaciones. Otras medidas preventivas generales consisten en una correcta higiene personal y la prohibición de comer o beber en el lugar de trabajo. Finalmente, se debe ofrecer a los trabajadores una correcta información, así como formación, acerca de los riesgos de su puesto de trabajo, los procedimientos de trabajo y las medidas preventivas a adoptar.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Agradecimientos

A nuestras casas de estudio.

Referencias

- Barnes, C.S., Amado, M., & Portnoy, J.M. (2010). Reduced clinic, emergency room, and hospital utilization after home environmental assessment and case management. *Allergy Asthma Proc.*, 31,317–23. <https://doi/10.2500/aap.2010.31.3374>
- Bernstein, J.A., Alexis, N., Bacchus, H., Bernstein, I.L., Fritz, P., Horner, E., Li, N., Mason, S., Nel, A., Oullette, J., Reijula, K., Reponen, T., Seltzer, J., Smith, A. & Tarlo, S.M. (2008). The health effects of non-industrial indoor air pollution. *J Allergy Clin Immunol.*, 121(3), 585–591. <https://doi/10.1016/j.jaci.2007.10.045>
- Boutin-Forzano, S., Charpin-Kadouch, C., Chabbi S, Bennedjai, N., Dumon, H. & Charpin, D. (2004). Wall relative humidity: a simple and reliable index for predicting *Stachybotrys chartarum* infestation in dwellings. *Indoor Air*, 14:196–9. <https://doi/10.1111/j.1600-0668.2004.00233.x>
- Cai, G-H., Broms, K., Malarstig, B., Zhao, Z.H., Kim, J.L., Svärdsudd, K., Janson, C., Norbäck, D. (2009). Quantitative PCR analysis of fungal DNA in Swedish day care centers and comparison with building characteristics and allergen levels. *Indoor Air*, 19, 392–400. <https://doi/10.1111/j.1600-0668.2009.00600.x>
- Dianat, M., Radmanesh, E., Badavi, M., Goudarzi, G., & Mard, S.A. (2016). The effects of PM 10 on electrocardiogram parameters, blood pressure and oxidative stress in healthy rats: the protective effects of vanillic acid. *Environ Sci Pollut Res.*, 23(19), 19551–19560. <https://doi/10.1007/s11356-016-7168-1>
- González, L., Manrique, M., Montilla, P., Rojas, T., Perelli, A., & Calzolaio, V. (2010). Identificación de flora fúngica en una empresa procesadora de alimentos del estado Carabobo. *Kamera*, vol. 38, núm. 1, 2010, pp. 45-52. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222010000100005. (Acceso septiembre 2021).
- Knape, L., Hambraeus, A., & Lytsy., B. (2015). The adenosine triphosphate method as a quality control tool to assess 'cleanliness' of frequently touched hospital surfaces. *J Hosp Infect.*, Oct; 91(2), 166-70. <https://doi/10.1016/j.jhin.2015.06.011>
- Méheust, D., Le Cann, P., Reboux, G., Millon, L., & Gangneux, J.P. (2014). Indoor fungal contamination: health risks and measurement methods in hospitals, homes and workplaces. *Crit Rev Microbiol.*, 40(3), 248-60. <https://doi/10.3109/1040841X.2013.777687>
- Mendell, M.J., Mirer, A.G., Cheung, K, Tong, M., & Douwes, J. (2011). Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: a review of the epidemiologic evidence. *Environ Health Perspect* 119: 748–56. <https://doi/10.1289/ehp.1002410>
- Mulvey, D., Redding, P., Robertson, C., Woodall, C., Kingsmore, P., Bedwell, D., & Dancer, S.J. (2011). Finding a benchmark for monitoring hospital cleanliness. *J Hosp Infect.*, 77(1), 25-30. <https://doi/10.1016/j.jhin.2010.08.006>
- Nante, N., Ceriale, E., Messina, G., Lenzi, D., & Manzi, P. (2017). Effectiveness of ATP bioluminescence to assess hospital cleaning: a review. *J Prev Med Hyg*, 58(2), E177-E183. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28900359/>. (Acceso septiembre 2021).
- Neisi, A., Vosoughi, M., Idani, E., Goudarzi, G., Takdastan, A., Babaei, A.A., Ankali, K.A., Hazrati, S., Shoshtari, M.H., Mirr, I., & Maleki, H. (2017). Comparison of normal and dusty day impacts on fractional exhaled nitric

- oxide and lung function in healthy children in Ahvaz, Iran. *Environ Sci Pollut Res.*, 24(13), 12360–12371. <https://doi/10.1007/s11356-017-8853-4>
- Nevalainen, A., Täubel, M., & Hyvärinen, A. (2015). Indoor fungi: companions and contaminants. *Indoor Air*, 25(2), 125-56. <https://doi/10.1111/ina.12182>
- Qian, J., Peccia, J., & Ferro, A. (2014). Walking-induced particle resuspension in indoor environments, *Atmos. Environ.*, 89, 464–481. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.02.035>.
- Reboux, G., Bellanger, A.-P., Roussel, S, Grenouillet, F., Sornin, S., Piarroux, R., Dalphin, J.C., & Millon, L. (2009). Indoor mold concentration in Eastern France. *Indoor Air*, 19, 446–53. <https://doi/10.1111/j.1600-0668.2009.00598.x>
- Sherif, R., & Segal, B.H. (2010). Pulmonary aspergillosis: clinical presentation, diagnostic tests, management and complications. *Curr Opin Pulm Med*, 16, 242–50. <https://doi/10.1097/MCP.0b013e328337d6de>
- Skórska, C., Sitkowska, J., Krysinska-Traczyk, E., Cholewa, G., & Dutkiewicz, J. (2005). Exposure to airborne microorganisms, dust and endotoxin during processing of peppermint and chamomile herbs on farms. *Ann Agric Environ Med.*, 12, 281-288. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16457486/>. (Acceso septiembre 2021).
- Tabatabaei Z, Rafiee A, Abbasi A, Mehdizadeh A, Morovati R, Hoseini M. (2020). Investigation of fungal contamination in indoor air and on surfaces of traditional public baths in a historical city. *J Environ Health Sci Eng.* 5;18(2):925-932. <https://doi/10.1007/s40201-020-00516-6>
- Thornton, C.R. (2010). Detection of invasive aspergillosis. *Adv Appl Microbiol.*, 70, 187-216. [https://doi/10.1016/s0065-2164\(10\)70006-x](https://doi/10.1016/s0065-2164(10)70006-x)
- Veillette, M., Knibbs, L., Pelletier, A., Charlebois, R., Blais Lecours, P., He, C., Morawska, L., & Duchaine, C. (2013). Microbial contents of vacuum cleaner bag dust and emitted bioaerosols and their implication for human exposure indoors, *Appl. Environ. Microbiol.*, 79, 6331–6336. <https://doi/10.1128/AEM.01583-13>
- World Health Organization (WHO), (2009). Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould. WHO, Copenhagen. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/164348/9789289041683-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (Acceso septiembre 2021).
- World Health Organization (WHO). (1990). Indoor air quality: biological contaminants: report on a WHO meeting, Rautavaara, 29 August–2 September 1988: World Health Organization. Regional Office for Europe. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260557/9789289011228-eng.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. (Acceso septiembre 2021).