

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE INTRAMURAL
MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE
BIOAEROSOLES EN EL AEROPUERTO
GUAYMARAL FLAMINIO SUÁREZ CAMACHO**

**INTRAMURAL AIR QUALITY ANALYSIS THROUGH
THE DETERMINATION OF BIOAEROSOLS AT THE
GUAYMARAL FLAMINIO SUÁREZ CAMACHO
AIRPORT**

Sara Lucia Badovinac Badovinac
Helem Stephania Gomez Correa
Francois Herrera Jacquelin
Diana Gisset Vela Aparicio
Johan Alexander Alvarez Berrio

Universidad Santo Tomas, Facultad de ciencias ambientales, Bogotá Colombia.

Resumen

Objetivo. Determinar los bioaerosoles en el Aeropuerto Guaymaral Flaminio Suarez Camacho como posible fuente de riesgo. **Materiales y métodos.** Se seleccionaron áreas de alta influencia y con poco flujo de viento para tomar las muestras de aire, donde se midieron factores ambientales. Al tiempo se midieron concentraciones de material particulado, para evaluar su posible impacto en la dispersión de contaminantes biológicos. Los datos fueron analizados en IBM SPSS mediante pruebas de correlación y comparación de grupos, seleccionadas según la distribución de los mismos. **Resultados:** Se cuantificaron en promedio 54 UFC/m³ de bacterias y mayor predominio de hongos aerotransportados (365 UFC/m³). Se identificaron correlaciones significativas entre variables ambientales, así como asociaciones positivas de las UFC bacterianas con los CEM ($r = 0,577$; $p < 0,001$) y la humedad relativa ($r = 0,519$; $p < 0,001$), y una relación débil entre las UFC fúngicas y el material particulado ($r = 0,313$; $p = 0,049$). No se observaron diferencias significativas entre los lugares de muestreo; se evidenciaron diferencias temporales en bacterias y material particulado, con un comportamiento diferencial de los hongos en la fecha 3. **Conclusiones.** Se identificó bioaerosoles como un posible riesgo para la salud, influenciado por condiciones ambientales y actividades aeroportuarias.

Palabras clave: Bio-Aerosoles Exhalados; Material particulado; Indicadores Ambientales; Riesgo Sanitario.

Abstract

Objective. To determine the presence of bioaerosols at Guaymaral Airport Flaminio Suárez Camacho as a potential source of risk. **Materials and methods.** Areas with high influence and low wind flow were selected for air sampling, where environmental factors were measured. At the same time, particulate matter concentrations were assessed to evaluate their possible impact on the dispersion of biological contaminants. Data were analyzed in IBM SPSS using correlation and group comparison tests, selected according to data distribution. **Results.** An average of 54 CFU/m³ of bacteria was quantified, with a greater predominance of airborne fungi (365 CFU/m³). Significant correlations were identified between environmental variables, as well as positive associations between bacterial CFU and CEM ($r = 0.577$; $p < 0.001$) and relative humidity ($r = 0.519$; $p < 0.001$), and a weak relationship between fungal CFU and particulate matter ($r = 0.313$; $p = 0.049$). No significant differences were observed among sampling sites; however, temporal differences were evident for bacteria and particulate matter, with differential fungal behavior on sampling date 3. **Conclusions.** The study identified bioaerosols as a potential health risk influenced by environmental

Keywords: Exhaled bioaerosols; Particulate matter; Environmental Indicators; Health risk

Introducción

La calidad del aire en espacios cerrados representa un factor determinante para la salud de las personas, especialmente en entornos donde confluyen fuentes potenciales de contaminación biológica y baja ventilación¹. En este contexto, los bioaerosoles, compuestos por bacterias, hongos, virus y fragmentos biológicos suspendidos en el aire, pueden causar desde reacciones alérgicas hasta enfermedades respiratorias o infecciosas, dependiendo de su concentración².

Según normativa internacional, existen efectos que pueden estar relacionados con una ventilación inadecuada y con la acumulación de microorganismos aerotransportados en el aire interior, favorecida por mantenimiento ineficiente. La persistencia de bioaerosoles, incluso en concentraciones moderadas puede contribuir a una exposición continua, lo que refuerza la importancia de evaluar estos agentes³.

Este riesgo se intensifica en instalaciones con alta densidad de ocupación donde la acumulación de partículas biológicas y material particulado puede incrementar la exposición a estos contaminantes⁴. Adicionalmente, factores como la ventilación insuficiente, la humedad ambiental y la temperatura influyen directamente en la proliferación microbiana, lo que convierte a los ambientes interiores en espacios susceptibles a una degradación significativa de la calidad del aire⁵. Bajo estas condiciones, la presencia recurrente de géneros bacterianos y fúngicos potencialmente patógenos en espacios laborales, incluso cuando las concentraciones se encuentran dentro de los límites recomendados, puede contribuir al desarrollo de sintomatología asociada al síndrome del edificio enfermo⁶.

Bajo estas condiciones los aeropuertos se configuran como ambientes interiores complejos favoreciendo la aparición de factores asociados al síndrome del edificio enfermo. En este sentido, estudios comparativos en diferentes sistemas de transporte público como autobuses, trenes y aeropuertos constituyen microambientes relevantes para la exposición a bioaerosoles fúngicos, siendo un origen predominante externo, con una influencia directa del aire ambiente en la intramural⁷. Esto sumado a que existe una correlación entre las concentraciones totales de hongos, la humedad relativa y los niveles de material particulado.

El análisis se desarrolló bajo un enfoque experimental respaldado por normas y metodologías internacionales, integrando la medición de parámetros microbiológicos y ambientales como temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, campos electromagnéticos y material particulado, con el fin de identificar relaciones asociadas a la proliferación y dispersión de microorganismos en ambiente interior.

Material y métodos

La metodología implementada se desarrolló bajo un enfoque estructurado, respaldado por estándares internacionales, tomando como referencia la norma ISO 146448 y la NTP 409 y 299 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) de España, las cuales proporcionaron criterios para la definición de puntos de muestreo y valoración de contaminantes biológicos en ambientes interiores.

Mediante un pre-muestreo exploratorio se identificaron y delimitaron los puntos más representativos para la toma de muestras, considerando las condiciones operativas, la afluencia de personas y las características estructurales de cada área. Con base en estos criterios, se identificaron zonas clave del aeropuerto, entre ellas, la administración, estación de bomberos y torre de control, espacios caracterizados por un alto flujo del personal, baja circulación de aire y presencia de humedad en las paredes.

Se decidió enfocar el análisis en la medición de hongos y bacterias, con el fin de identificar su posible presencia y distribución. La selección de los puntos de muestreo dentro de cada zona se realizó tomando como referencia la norma ISO 14644 (Cleanrooms and Associated Controlled Environments), que establece criterios técnicos para determinar la cantidad y disposición de los puntos de muestreo en función del área evaluada, garantizando así una cobertura adecuada del espacio⁸.

La recolección de muestras microbiológicas se llevó a cabo mediante el muestreador de aire MAS-100, un equipo portátil de alta precisión⁹ que opera bajo el principio de impactación en placa, basado en el diseño original del método de Andersen. El equipo regula de manera continua un caudal constante de 100 L/min, asegurando un volumen de muestreo preciso, esta estabilidad evita fluctuaciones que pueden alterar la concentración real de unidades formadoras de colonias (UFC)^{10,11}.

Los medios de cultivo seleccionados fueron Agar Sabouraud para hongos y Agar MacConkey para bacterias¹². Paralelamente, se registraron variables ambientales como velocidad del viento y temperatura mediante un termoanemómetro, humedad relativa a través de un AirBeam, concentración de material particulado (PM) utilizando una bomba personal GilAir, y campos electromagnéticos empleando un medidor de radiaciones electromagnéticas, con el fin de identificar una posible influencia sobre las condiciones del punto de muestreo.

Las placas recolectadas fueron analizadas en el Laboratorio de microbiología de la Universidad Santo Tomás. Para ello, se incubaron durante 48 horas: 25 °C para el desarrollo de hongos¹³ y 37 °C para bacterias¹⁴. Estas condiciones controladas¹⁵ permitieron la cuantificación y la tinción de las colonias formadas en los medios de cultivo para su observación al microscopio¹⁶.

Cálculo de UFC de bacterias y hongos

El cálculo de la concentración de bacterias y hongos en el aire se realizó acorde con lo establecido en la NTP 299, donde la concentración en unidades formadoras de colonia por metro cúbico (UFC/m³) fueron determinadas con el número de colonias y el caudal total de aire muestreado¹⁷. De este modo, la concentración se calculó:

$$\frac{UFC}{m^3} = \frac{Nc \times 1000}{100 L \times 1 min} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

NC: Número de colonias por placa

NU: Número de unidades de tiempo empleadas en el muestreo.

Cálculo de Material Particulado

La concentración de material particulado se calculó mediante la ecuación establecida en el método EPA IO-3.1, la cual relaciona la diferencia de masa del filtro obtenida antes y después del muestreo con el volumen total de aire aspirado durante el periodo de medición¹⁸.

$$Pm = \frac{(W_f - W_i) \times 10^6}{V_{std}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

PM: Concentración másica de material particulado, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Wi: Peso inicial promedio del filtro limpio, g.

Wf: Peso final promedio del filtro expuesto, g.

Vstd: Volumen de aire muestreado

10^6 = conversión de g a μg .

Análisis Estadístico

Para el procesamiento y análisis de la información en la investigación, se empleó el software IBM SPSS Statistics visor; versión 31.0.1.020¹⁹ mediante el cual se construyó una base de datos con las variables microbiológicas y ambientales, debidamente codificadas según la escala de medición. Inicialmente, se evaluaron las correlaciones existentes, por medio de análisis Spearman.

Posteriormente, se evaluó la normalidad de los datos generales, así como su distribución según el lugar y la fecha de muestreo, donde en función de los resultados, se aplicaron pruebas estadísticas paramétricas (ANOVA) o no paramétricas (Kruskal Wallis): con el fin de identificar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados, complementado con pruebas post hoc.

Resultados

Unidades formadoras de Colonias Bacterias y Hongos

Caracterizando microorganismos presentes, (bacterias Gram negativas), con morfología bacilar y cocoide, siendo un promedio de 54 UFC. En el caso de los hongos, una de las colonias observadas presentó características micro y macroscópicas que posiblemente corresponden a *Rhizopus Stolonife*.

Las bacterias presentaron una media baja (10–15 UFC), poca variabilidad y un dato atípico de (160 UFC), mientras que los hongos mostraron mayor media (85–100 UFC), mayor dispersión y un valor extremo cercano (410 UFC), indicando mayor carga fúngica.

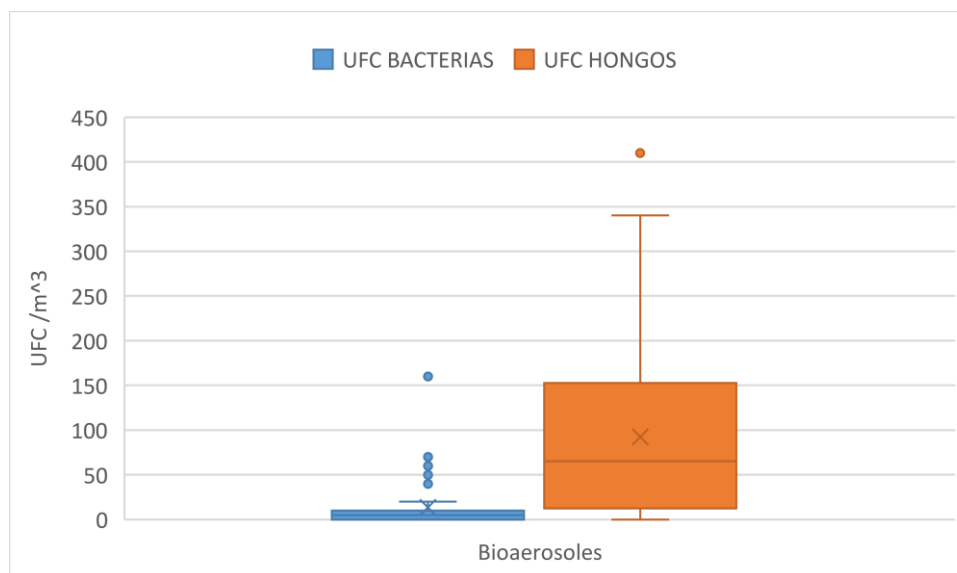


Figura 1. DISTRIBUCIÓN DE BACTERIAS Y HONGOS MEDIANTE DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTES

Relación entre variables microbiológicas y ambientales

Se efectuó un análisis estadístico conjunto de las mediciones obtenidas en los espacios intramurales evaluados, con el fin de identificar posibles asociaciones entre los parámetros registrados. Para ello, se adoptó un nivel de significancia estadística de 0,05 con un tamaño muestral de $N = 40$ (*Cuadro 1*).

El análisis evidenció correlaciones entre las variables ambientales medidas en el aeropuerto. Se identificó una relación inversa moderada entre la humedad relativa y temperatura ($r = -0,414$; $p = 0,008$), evidenciando que el incremento de la temperatura se asocia con la disminución de dicha humedad. Asimismo, la humedad relativa y los CEM arrojó un resultado positivo moderado ($r = 0,565$; $p < 0,001$), lo que sugiere que mayores niveles de humedad se asocian con un incremento en la intensidad de dichos campos. Finalmente, se observó una correlación negativa entre los CEM y la velocidad del viento ($r = -0,352$; $p = 0,026$). Es importante señalar que todas las correlaciones fueron estadísticamente significativas.

Con relación a las variables microbiológicas. Se observó una correlación positiva, fuerte y altamente significativa entre las unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias y el electromagnetismo, con un coeficiente de ($r = 0,577$; $p < 0,001$), lo que indica que a mayores valores de electromagnetismo se registraron mayores concentraciones de UFC bacterianas. A su vez, las UFC de bacterias presentaron una correlación positiva y significativa con la humedad relativa, evidenciada por un coeficiente de ($r = 0,519$; $p < 0,001$), mostrando una asociación directa entre ambas variables.

Además, se identificó una correlación positiva débil pero estadísticamente significativa entre las UFC fúngicas y el material particulado, con un valor de ($r = 0,313$; $p = 0,049$), reflejando un vínculo entre ambas variables.

Análisis de variables de respuesta por lugar de muestreo.

La evaluación de normalidad mediante la prueba de Shapiro–Wilk indicó que las variables analizadas no presentaron una distribución normal ($p < 0,05$), por lo que se emplearon pruebas no paramétricas para la comparación entre lugares de muestreo. Los resultados de la prueba de Kruskal–Wallis no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas por lo tanto se retiene la hipótesis nula, en las concentraciones de material particulado ($p = 0,119$), bacterias ($p = 0,071$), hongos ($p = 0,121$), lo que indica una distribución homogénea de estas variables en los ambientes intramurales del aeropuerto.

Análisis de variables de respuesta por Fecha de muestreo

Se realizó el análisis comparativo por fechas de muestreo. Los resultados de la prueba de normalidad indicaron que el material particulado (PM) y la concentración de bacterias (UFC) presentaron valores de significancia menores a 0,05, por lo que no cumplieron con el supuesto de normalidad. En contraste, los hongos aerotransportados sí presentaron una distribución normal.

Dado que no todas las variables cumplieron con el supuesto de normalidad, para el análisis comparativo por fechas del material particulado y las bacterias se aplicaron pruebas no paramétricas. Posteriormente, se realizaron comparaciones por pares, identificándose diferencias estadísticamente significativas entre las fechas 1 y 3 (0,018), así como entre las fechas 1 y 4 (0,012).

A pesar de lo anteriormente expuesto, se aplicó de manera complementaria una prueba paramétrica ANOVA para evaluar la distribución de los hongos entre las diferentes fechas, dado que esta variable cumplió con el supuesto de normalidad, seguida de un análisis post hoc de Duncan, permitió identificar la conformación de dos subconjuntos. Los resultados mostraron que la fecha 3 presentó un comportamiento significativamente diferente, mientras que las fechas 1, 2 y 4 fueron estadísticamente similares entre sí.

Cuadro I

CORRELACIÓN RHO SPEARMAN ENTRE VARIABLES MICROBIOLÓGICAS Y AMBIENTALES DE LAS ÁREAS DEL AEROPUERTO GUAYMARAL FLAMINIO SUÁREZ CAMACHO

Variable	Estadístico	T	VV	CEM	HR	PM	UFC Bacteria	UFC Hongo
Temperatura (T°)	Coefficiente de correlación	1	-0.185	-0.095	-0,414**	-0.115	-0.037	-0.192
	Sig. (bilateral)	.	0.252	0.561	0.008	0.48	0.819	0.236
	N	40	40	40	40	40	40	40
Velocidad del viento (vv)	Coefficiente de correlación	-0.185	1	-0,352*	-0.01	0.035	-0.271	0.217
	Sig. (bilateral)	0.252	.	0.026	0.952	0.829	0.09	0.18
	N	40	40	40	40	40	40	40
Electromagnetismo (CEM)	Coefficiente de correlación	-0.095	-0.352	1	0,565**	-0.2	0,577**	-0.058
	Sig. (bilateral)	0.561	0.026	.	<0.001	0.216	<0.001	0.721
	N	40	40	40	40	40	40	40

Humedad relativa (HR)	Coefficiente de correlación	-0,414**	-0.01	0.565	1	-0.045	0,519**	0.108
	Sig. (bilateral)	0.008	0.952	<0.001	.	0.781	<0.001	0.507
	N	40	40	40	40	40	40	40
Material particulado (PM)	Coefficiente de correlación	-0.115	0.035	-0.2	-0.045	1	-0.083	0,313*
	Sig. (bilateral)	0.48	0.829	0.216	0.781	.	0.609	0.049
	N	40	40	40	40	40	40	40
UFC Bacterias	Coefficiente de correlación	-0.037	-0.271	0.577	0,519**	-0.083	1	-0.169
	Sig. (bilateral)	0.819	0.09	<0.001	<0.001	0.609	.	0.298
	N	40	40	40	40	40	40	40
UFC Hongos	Coefficiente de correlación	-0.192	0.217	-0.058	0.108	0.313	-0.169	1
	Sig. (bilateral)	0.236	0.18	0.721	0.507	0.049	0.298	.
	N	40	40	40	40	40	40	40

** . 0,01 (bilateral).

*. La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

Discusión

La correlación en temperatura y humedad relativa se puede sustentar desde el punto de vista termodinámico donde ambas variables actúan de manera coordinada en el comportamiento del aire intramural y en procesos de evaporación de gotas respiratorias, que actúan como transporte de microorganismos²⁰. Ahora bien, la falta de aireación provoca un aumento de la temperatura que favorece a la evaporación y formación de bioaerosoles más pequeños y persistentes, incrementando su tiempo de suspensión²¹.

La humedad relativa y el electromagnetismo ocuparon un papel importante en la dinámica microbiológica del aire, esto puede deberse a características propias de los ambientes evaluados, como la presencia de equipos eléctricos y condiciones estructurales. Diversos estudios señalan que los campos electromagnéticos forman parte de la contaminación interior y su interacción con otras variables ambientales²². Los espacios con alta concentración de estos equipos presentan un electroclima artificial, que, sumado a la escasa ventilación, favorece condiciones propicias para la proliferación microbiana, situación que fue evidenciada en las áreas evaluadas del aeropuerto²¹.

Asimismo, se tiene en cuenta la relación entre velocidad de viento y electromagnetismo, visto que podría indicar que el movimiento del aire actúa como un factor que influye en el electroclima interior, al ser escasa dicha variable en las zonas evaluadas, genera que no exista una dispersión de las cargas electromagnéticas de los campos mismos, contribuyendo a la persistencia de partículas biológicas en el aire²².

Respecto a las bacterias y humedad relativa, se confirma que condiciones de alta humedad constituyen un factor determinante para la proliferación bacteriana²¹⁻²³. La HR describe la cantidad de vapor de agua presente en el aire a una temperatura específica en un momento dado, en relación con la cantidad máxima

de vapor de agua que el aire a esa temperatura podría contener. A temperaturas más altas, el aire puede contener más vapor de agua, y la relación es aproximadamente exponencial, favoreciendo la supervivencia de microorganismos en el ambiente²³.

La correlación entre UFC bacteria y electromagnetismo representa tasas de crecimiento bajo la influencia de este campo físico. Si bien algunos experimentos han demostrado efectos inhibidores, otros han mostrado estimulación del crecimiento. La variabilidad en los resultados puede atribuirse a diferencias en el tipo de CEM, la duración de la exposición y las condiciones experimentales. Además, esta exposición afecta la expresión genética de microorganismos. Esto sumado a la respuesta al estrés, el metabolismo y la división celular, sugiere que los CEM podrían influir en las vías reguladoras²⁴.

Finalmente, la correlación de hongos y material particulado indica que incrementos en los niveles de esta última variable, en el aire intramural se asocian con una mayor concentración de especies fungicas²⁵. Esta relación sugiere que los bioaerosoles se adhieren a partículas suspendidas, utilizando el PM como medio de transporte y dispersión en la atmósfera. La compatibilidad del tamaño de las esporas con las fracciones de PM10 y PM2.5 que también, que constituyen un factor de riesgo asociado a la mortalidad²⁶, respalda la asociación observada, así como el uso de análisis de correlación reportado en estudios previos²⁷.

Para la evaluación estadística integrada con todas las variables de respuesta, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los lugares de muestreo, lo que indica una distribución homogénea de los contaminantes y bioaerosoles en los espacios intramurales. Sin embargo, al desarrollar el análisis por fechas de muestreo, el material particulado y las bacterias aerotransportadas presentaron un comportamiento temporal homogéneo, mientras que los hongos mostraron una variabilidad significativa, lo que resalta su mayor sensibilidad a las condiciones ambientales, esto teniendo que en la fecha 3 se presentaron condiciones ambientales particulares, como variación en la humedad debido a precipitaciones del día anterior y cambios en la ventilación, que pudieron influir en la concentración de hongos aerotransportados.

En la identificación de las bacterias Gram negativas de la tinción con morfología bacilares y cocoides, se puede justificar el riesgo, de acuerdo con los criterios técnicos de evaluación de contaminantes biológicos, la predominancia de este género en el interior puede indicar condiciones de ventilación insuficiente y posibles focos de amplificación microbiana, incrementando el riesgo de exposición a endotoxinas, compuestos altamente tóxicos capaces de provocar irritación respiratoria, fiebre y malestar general²⁸.

En relación con los hongos aerotransportados, los resultados sugieren la posible presencia de *Rhizopus Stolonife*, esto teniendo en cuenta las características morfológicas y de reproducción observadas en la tinción de azul de metileno. Sin embargo, esta identificación debe considerarse presuntiva debido a la falta de una prueba analítica específica. Aun así, al relacionarlo desde la perspectiva de la calidad del aire intramural, esta especie es ampliamente distribuida en el ambiente cuyo crecimiento se ve favorecido por condiciones de humedad y deficiente ventilación²⁹. Estos factores son compatibles con los espacios interiores evaluados. La normativa técnica mencionada anteriormente indica que, aunque estos hongos suelen tener un origen predominantemente ambiental, su presencia en el aire interior puede

contribuir a procesos de irritación de las vías respiratorias, respuestas alérgicas en individuos inmunocomprometidos, a infecciones oportunistas²⁸.

Conclusión

La determinación de los bioaerosoles en el aeropuerto Guaymaral Flaminio Suarez Camacho, permitió identificar que estos pueden constituir una posible fuente de riesgo para la salud de los operarios. Los resultados obtenidos muestran que la concentración y distribución de estos, están asociados a las condiciones ambientales y a las actividades diarias aeroportuarias, lo que resalta la importancia de un monitoreo continuo. En este sentido, el análisis de estos aporta información clave para la evaluación de dicho riesgo y así implementar medidas de prevención y control en aspectos a la humedad y ventilación de los lugares analizados, todo esto con el fin de contribuir a mejorar la calidad del aire interior y seguridad del trabajo.

Agradecimientos

Los autores expresan su más sincero agradecimiento a Aerocivil de Colombia por autorizar el acceso a sus instalaciones y facilitar la realización de las mediciones. Asimismo, se reconoce su apoyo técnico y logístico, fundamentales para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos de esta investigación sobre bioaerosoles.

Referencias

1. Rocío Á, Moreno B, Sebastián A, Diaz T, Ambiental I. Análisis del Síndrome del Edificio Enfermo: Relación entre la calidad del aire y la sintomatología asociada en los bloques 14, 15 y 16 de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá. 2025.
2. Zhao R, Guo L, Qi J, An T. Indoor and outdoor bioaerosol distributions and concentration profiles during different seasons and pollution events in Qingdao city. *Build Environ.* 2025;279.
3. NTP 289: Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo.
4. Domínguez Guevara JP, Mariño Andrade HG. Relación entre la exposición a partículas finas del aire interior y las enfermedades respiratorias [Relationship between exposure to fine indoor air particulate matter and respiratory disease]. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas.* 2024 Mar 4;4(especial):56–65.
5. Maldonado García A. Ploriferación de hongos en viviendas plurifamiliares como indicador de calidad del aire: 3 casos de estudio. 2025 [cited 2026 Feb 11]. Available from: <https://hdl.handle.net/11441/181353>
6. Ávila-Durán LY, Blanco-Flórez EJ, Lizarazo-Forero LM. Contaminación bacteriana y fúngica del aire interior y su relación con el síndrome del edificio enfermo. *Salud UIS.* 2024 Jul 5;56(1).
7. Baboli Z, Hayati R, Mosavion K, Goudarzi M, Sadeghi-Nejad B, Ghanbari F, et al. An evaluation of fungal contamination and its relationship with PM levels in public transportation systems. *Environ Res.* 2024;252.
8. Cleanrooms and associated controlled environments-Part 1: Classification of air cleanliness by particle concentration Salles propres et environnements maîtrisés apparentés-Partie 1: Classification de la propreté particulaire de l'air ISO 14644-1:2015(E) ii COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT from IHS. 2015. Available from: www.iso.org
9. Sampler MA. User Manual Iso NT en [Internet]. Available from: www.mbv.ch
10. Andersen AA. NEW SAMPLER FOR THE COLLECTION, SIZING, AND ENUMERATION OF VIABLE AIRBORNE PARTICLES¹2.
11. De Riesgo H, De G, De T, Ambiental B, Ramos Cuadra A. RECOMENDACIONES PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE (BIOSEGURIDAD AMBIENTAL) EN ZONAS.
12. FT Agar Sangre_.
13. Laboratorio Britania S.A. SABOURAUD GLUCOSADO AGAR SIN ANTIBIÓTICOS. 2011 [cited 2026 Feb 11]; Available from: <https://www.britanialab.com/home>
14. Agar MacConkey incubación.
15. seimc-procedimiento74.
16. DOCUMENTO GENERAL Metodología de recuento de agentes microbianos de control de plagas y de contaminantes biológicos en productos microbianos de control de plagas.
17. NTP 299: Método para el recuento de bacterias y hongos en aire.

18. Environmental Protection Agency U. Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air SELECTION, PREPARATION AND EXTRACTION OF FILTER MATERIAL Method IO-3.1. 1999.
19. IBM SPSS Statistics 31 Core System-Guía del usuario.
20. De Ventilación S, Anero EU, Director A. TRABAJO FIN DE MÁSTER.
21. Arias Febres JM. Frecuencia fúngica en el aire interior de las viviendas del distrito de Pueblo [Internet]. Available from: www.saudeetrabalho.com.br
22. Rodríguez Pérez P. Estudio sobre la exposición a las radiaciones electromagnéticas en oficinas y posibles medidas constructivas de mitigación. 2023;
23. Tang JW. The effect of environmental parameters on the survival of airborne infectious agents. Vol. 6, Journal of the Royal Society Interface. Royal Society; 2009.
24. Shipun BP. The impact of electromagnetic fields on the growth of *Bacillus subtilis*. Ukr J Ecol. 2023;13(5):49–51.
25. Dorizas PV, Kapsanaki-Gotsi E, Assimakopoulos . M-N, Santamouris M. Correlation of Particulate Matter with Airborne Fungi in Schools in Greece. The Journal of ventilation. 2013;
26. Martínez Muñoz A, Hurtado Díaz M, Cruz JC, Riojas Rodríguez H. Mortalidad aguda asociada con partículas suspendidas finas y gruesas en habitantes de la Zona Metropolitana de Monterrey. Salud Publica Mex. 2019;62:468–76.
27. Bioaerosoles asociados a la contaminación del aire y sus efectos en la salud humana un scoping review de las investigaciones a nivel mundial.
28. Hernández Calleja Lda en Ciencias Biológicas A. NTP 409: Contaminantes biológicos: criterios de valoración.
29. *Rhizopus stolonifer*.