



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE DE LA MORGUE DE LA UNIDAD MÉDICO LEGAL II PIURA

**MICROBIOLOGICAL AIR QUALITY OF THE MORGUE AT
THE FORENSIC MEDICAL UNIT II PIURA**

Herbert Gómez Nunura

Universidad César Vallejo - Perú

Yoany Tatyana Samaniego Navarro

Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Perú - Perú

Juan Rodolfo Vila Carbajal

Universidad César Vallejo - Perú

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15561

Calidad microbiológica del aire de la morgue de la Unidad Médico Legal II Piura

Herbert Gómez Nunura¹

hgomezn@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-7222-1097>

Universidad César Vallejo

Perú

Yoany Tatyana Samaniego Navarro

ysamaniego@mpfn.gob.pe

<https://orcid.org/0000-0001-6194-3422>

Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses

del Perú

Perú

Juan Rodolfo Vila Carbajal

jvilac@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-9918-2320>

Universidad César Vallejo

Perú

RESUMEN

Los objetivos del estudio fueron determinar las bacterias y hongos de importancia clínica en ambientes y superficies de la sala de necropsias del Instituto de Medicina Legal de Piura como indicadores de la calidad microbiológica del aire. Se realizaron análisis microbiológicos de muestras de aire, superficies de mesa, y de herramientas de la sala, que fueron tomadas antes, durante y *después* de la necropsia. Los resultados mostraron que la media del recuento de bacterias y hongos fue 18.3 y 35.4 UFC/15min del aire durante la necropsia. Hubo un recuento mayor en hongos (51%) que bacterias (33%), predominando los mohos (15 especies) sobre las levaduras (1 especie). En las bacterias predominaron los cocos (11 especies) sobre los bacilos (7 especies). Los géneros bacterianos más frecuentes han sido: *Proteus* (82%), y *Micrococcus* (50%) y los de hongos: *Penicillium* (7,2%), y *Aspergillus* (4,4%). La temperatura, el número de necropsias, el número de personas en sala y el grado de putrefacción del cuerpo son variables que afectan el crecimiento de bacterias, por el contrario, la humedad no se observó efecto sobre la cantidad de bacterias. Para el caso de los hongos, la temperatura, afecta el crecimiento fúngico inversamente, la humedad sí tiene relación directa sobre la cantidad de hongos, el número de personas y el número de necropsias en sala no afecta el crecimiento de los hongos. Se concluye que los recuentos de bacterias y hongos superan los límites permitidos establecidos, aislándose e identificándose microbiota diversa. El estudio realizado permitió proponer algunas normas que nos direccionen a mantener el estándar de la calidad microbiológica ambiental y evitar un riesgo exponencial para los trabajadores forenses.

Palabras claves: sala de necropsia, bacterias, hongos, recuento, variables independientes, calidad microbiológica ambiental

¹ Autor Principal

Correspondencia: hgomezn@ucvvirtual.edu.pe

Microbiological air quality of the morgue at the Forensic Medical Unit II Piura

ABSTRACT

The study objectives were to determine the bacteria and fungi of clinical importance in environments and surfaces necropsy room of the Institute of Legal Medicine of Piura, find the microbial density and the factors that favor the growth of the flora. Microbiological analysis of air samples, tabletops, and tools of the room, they were taken before, during and after the autopsy were performed. The results showed that the average count of bacteria and fungi was 18.3 and 35.4 UFC / 15min air at necropsy. There was a higher count in fungi (51%) than bacteria (33%), predominantly molds (15 *sp.*) on yeasts (1 *SP.*). In cocci bacteria predominated (11 *sp.*) on the bacilli (7 *sp.*). The most common bacterial genera were: *Proteus* (82%) and *Micrococcus* (50%) and fungi: *Penicillium* (7.2%) and *Aspergillus* (4.4%). The temperature, the number of necropsies, the number of people in the room and body degree of putrefaction are variables that affect the growth of bacteria; however, humidity has no effect on the amount of bacteria. In the case of fungi, temperature, affects fungal growth conversely, if moisture is directly related to the number of fungi, the number of people and number of autopsies in room not affect the growth of fungi. We conclude that the counts of bacteria and fungi excess of allowable limits, isolating and identifying diverse microbial flora, and resistant to certain antibiotics and antifungals. The study allowed to propose some rules routed us to maintain the standard of environmental microbiological quality and avoid an exponential risk for forensic workers.

Keywords: necropsy room, bacteria, fungi, counting, independent variables, environmental microbiological quality

Artículo recibido 26 octubre 2024

Aceptado para publicación: 05 diciembre 2024



INTRODUCCIÓN

Actualmente, el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Perú, sede Piura, tiene como misión institucional el realizar peritajes, investigación forense y emitir dictámenes técnico-científicos de Medicina Legal y Ciencias Forenses, así como brindar asesoramiento en la especialidad a la función fiscal, judicial y otros que colaboren con la Administración de Justicia. En este sentido, una de las múltiples actividades periciales son las Necropsias solicitadas por la autoridad competente, las mismas que se realizan en las morgues del Instituto ubicadas en las diversas regiones del país. La medicina forense desde hace mucho tiempo se basa en evidencias bioquímicas, antropológicas e histopatológicas para resolver diversas investigaciones (Roy et al., 2021).

Estas actividades periciales generan una fuente de contaminación biológica, la misma que se busca controlar mediante protocolos de bioseguridad, de limpieza y desinfección de ambientes, sin embargo, no existe una investigación realizada a gran escala en las diversas morgues del país que muestren la frecuencia de hallazgo de bacterias y hongos, que pueden sobrevivir y adquirir resistencia microbiana a través del tiempo en los ambientes, superficies y herramientas empleadas en las morgues, que pongan en evidencia la contaminación de estas salas y que permitan a su vez obtener información para mejorar los protocolos antes mencionados que se estén empleando en cada sede. Los cadáveres humanos, los desechos sólidos, las aguas residuales y las partículas transportadas por el aire de las autopsias, las instalaciones de atención de tanatopraxia (mortuorios, funerarias), los cementerios y los crematorios son puntos críticos de contaminantes orgánicos tóxicos (Gwenzi, 2021).

Respecto a la carga microbiana de ambientes internos, como los laboratorios o morgues, el aire interior se compone principalmente de bacterias, hongos y virus, y estos microorganismos son ubicuos en los hogares, generalmente en concentraciones que superan las 100 000 células o partículas de virus por metro cúbico. Además, la diversidad y composición de los microorganismos de interior se ven afectadas por diversos factores, como la ventilación, la humedad y la temperatura (You et al., 2021).

Los objetivos de esta investigación fueron aislar y determinar bacterias y hongos de importancia clínica en ambientes y superficies de la sala de necropsias de la División Médico Legal y Ciencias Forenses de Piura, encontrar la densidad microbiana (bacterias y hongos), así como su resistencia microbiana a antibióticos y antifúngicos.



METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la Sala de Necropsias de la División Médico Legal y Ciencias Forenses de Piura y el periodo de duración de la investigación fue de 6 meses comprendido desde el 1 de febrero de 2023 hasta el 30 de julio del 2023.

Inicialmente se identificaron variables como: presencia de bacterias y hongos en ambientes y superficies (inertes) de trabajo donde se puedan encontrar los microorganismos en estudio. Los parámetros físicos como la temperatura y humedad y finalmente los datos de necropsia: como el momento antes, durante o después de la necropsia en el instante de la toma de muestra se consideraron con fines de comparación. Se realizaron muestreos al azar, y registrando los parámetros y variables anteriormente mencionadas, tratando de obtener la mayor cantidad y variedad de muestras a fin de conocer la distribución y concentración de microorganismos en las áreas de estudio e identificar los posibles puntos críticos. Luego se realizaron 03 toma de muestra (antes, durante y después de una necropsia) de cada uno de los siguientes elementos de la sala de necropsia por cada muestreo realizados: Para el muestreo de la atmósfera de en la sala de necropsia se empleó el método de Placa Expuesta: 2 placas con medio agar sangre (BHI) abiertas para bacterias, y 2 placas con medio agar Sabouroud para hongos, exponiéndolo durante un tiempo de 30 minutos a temperatura ambiente. Muestreo en superficie de mesa: Se empleó el método de hisopado con solución fisiológica con neutralizante estéril en superficie de área conocida. Muestreo en herramientas: se empleó el método de enjuague y desprendimiento.

Una vez obtenidas las muestras de ambiente, se transportó en un envase térmico (para cadena de frío) y se llevaron a los respectivos laboratorios. Se emplearon los medios de cultivo: caldo lactosado, caldo bilis verde brillante, medios agar gelosa sangre, agar Mac Conkey y agar Manitol Salado, incubándolos durante 24 horas a 35°C. Se hizo tinción con colorantes para gram positivos, gram negativos y hongos, pruebas de catalasa y oxidasa. Se empleó además el medio de cultivo PDA (Papa dextrosa agar) para ambiente para hongos para aislamiento e identificación de los hongos.

Los datos fueron analizados con el programa SPSS 26 (Statistical Package for the Social Sciences). Para la comparación de los datos continuos de "grupos dependientes", se utilizó la prueba t para las condiciones paramétricas, mientras que se utilizó "prueba de Wilcoxon" para condiciones no paramétricas. Se utilizó "prueba de Mc Nemar" para la comparación de datos discretos de grupos



dependientes, mientras que se utilizó la prueba de Chi-cuadrado para la comparación de grupos independientes. Un valor de p inferior a 0,05 fue considerado significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El recuento de hongos en UFC/15min fue mayor en comparación con el recuento de bacterias totales y bacterias Gram negativas, lo que indica que los microorganismos fúngicos son mucho más viables y tal vez más abundantes y concentrados en el ambiente. Por el contrario, las bacterias Gram negativas son las que fueron menos viables en crecer pues hubo mucho menos recuentos coloniales en placa (Tabla 01 y 02).

Tabla 1. Tabla resumen de promedio, valor máximo y valor mínimo en los recuentos de colonias de bacterias y hongos en superficie de mesa y en herramientas de trabajo de la sala de necropsia de la UML II Piura

Grupo microbiano	Superficie de mesa		Herramienta 1		Herramienta 2		
	UFC/ cm2		UFC/ ml		UFC/ml		
	Antes de necropsia	Después de necropsia	Antes de necropsia	Después de necropsia	Antes de necropsia	Después de necropsia	
Promedio	Recuento total	1310.0	1900.0	300.0	700.5	405.0	690.4
	Bacterias gram negativas	260.0	493.8	109.0	233.8	184.6	296.0
	Coliformes totales (UFC/100ml)	491.0	699.6	628.0	893.8	618.0	863.8
	Coliformes fecales (UFC/100ml)	66.0	126.3	24.0	66.3	31.0	66.0
	Hongos	1096.0	1643.8	241.0	419.4	216.6	466.6
Valor mínimo	Recuento total	960	1200	46	66	20	60
	Bacterias gram negativas	0	100	0	10	0	40
	Coliformes totales (UFC/100ml)	280	110	90	90	90	210
	Coliformes fecales (UFC/100ml)	0	0	0	0	0	0
	Hongos	600	960	46	86	96	106
Valor máximo	Recuento total	1600	3600	1860	4060	2600	3900
	Bacterias gram negativas	1200	1360	800	1660	1660	1860
	Coliformes totales (UFC/100ml)	960	930	930	1600	1200	2400
	Coliformes fecales (UFC/100ml)	110	200	40	110	110	140
	Hongos	2160	2260	1460	2160	1100	2260

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Tabla resumen de las especies de bacterias y hongos detectados en la sala de necropsia antes, durante y después del proceso

	Grupo microbiano	Bacterias detectadas	Cantidad de especies
BACTERIAS	Bacilos Gramnegativos fermentadores de glucosa, oxidasa negativa	<i>Escherichia coli</i>	6
		<i>Klebsiella pneumoniae</i>	
		<i>Enterobacter agglomerans</i>	
		<i>Enterobacter aerogenes</i>	
		<i>Proteus vulgaris</i>	
	<i>Proteus mirabilis</i>		
Bacilos gramnegativos fermentadores de glucosa, oxidasa positiva	<i>Aeromonas sp.</i>	1	
Bacilos Gramnegativos no fermentadores de glucosa.	<i>Acinetobacter sp.</i>	4	
	<i>Flavobacterium sp.</i>		
	<i>Alcaligenes sp.</i>		
Bacilos Gram positivos.	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	1	
Cocos Gram positivos	<i>Bacillus sp.</i>	6	
	<i>Staphylococcus aureus</i>		
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>		
	<i>Staphylococcus sp. coagulasa negativa</i>		
	<i>Micrococcus sp.</i>		
	<i>Streptococcus pneumoniae</i>		
<i>Streptococcus pyogenes</i>			
HONGOS	Mohos	<i>Verticillium sp.</i>	15
		<i>Sp.orostrichum sp.</i>	
		<i>Scopulariopsis sp.</i>	
		<i>Bipolaris sp.</i>	
		<i>Asp.ergillus versicolor</i>	
		<i>Asp.ergillus fumigatus</i>	
		<i>Asp.ergillus niger</i>	
		<i>Asp.ergillus flavus</i>	
		<i>Asp.ergillus glaucus</i>	
		<i>Asp.ergillus nidulans</i>	
		<i>Fusarium sp.</i>	
		<i>Cunninghamella sp.</i>	
		<i>Mucor sp.</i>	
		<i>Penicillium sp.</i>	
		<i>Alternaria sp.</i>	
Levaduras	<i>Rhodotorula rubra</i>	1	

Fuente: Elaboración propia.

En estudios realizados en laboratorios con actividad similar a la realizada en los ambientes de la Unidad Médico Legal II Piura (Neckovic et al., 2021), se detectaron bacterias asociadas con humanos a través de perfiles microbianos tanto antes como después de la limpieza profunda mensual y luego de su uso por parte de un participante con el fin de examinar elementos de rutina. Entre estas muestras, los filos más dominantes detectados fueron *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Bacteroidetes* y *Firmicutes*. Más



específicamente, algunas muestras, como las superficies de sillas y bancos, albergaban los géneros *Lactobacillus*, *Streptococcus* y *Staphylococcus*. Cuando se organizaron por punto de muestreo y ubicación, las muestras del Laboratorio de Recuperación de Evidencia no demostraron similitudes en las distribuciones taxonómicas antes o después de la limpieza profunda mensual, o después del uso del laboratorio por parte de los participantes.

Se ha reportado en estudios similares, realizados en *el aire interior de ambientes hospitalarios*, el hallazgo de los siguientes microorganismos: *Mucor sp.*; *Aspergillus flavus*; *Aspergillus niger*; *Fusarium verticillioides*; *Paecilomyces variotii*; *Rhizopus sp.*; *Serratia ficaria*; *Serratia odorifera*; y, *Burkholderia cepacia* (Maphossa et al., 2022)

Aspergillus es un hongo filamentoso que vive en el ambiente (Nji et al., 2023). Sus reservorios son la tierra de plantas ornamentales, los basurales, las excavaciones y los ductos de aire acondicionado. La principal puerta de entrada en infecciones a humanos y animales es la respiratoria (Janssens et al., 2024), de hecho, el ser humano está aspirando constantemente miles de sus conidias, pero el organismo se encarga de filtrarlas y eliminarlas, caso que no ocurre cuando el paciente está inmunodeprimido (Arastehfar et al., 2021).

Las especies aisladas más importantes son *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. flavus*. Se puede presentar enfermedad pulmonar alérgica o invasiva, aspergiloma, oncomicosis, queratitis y micetoma (Earle et al., 2023). Es así que en contraste con lo investigado se observa que *Aspergillus* no es solo una de las especies con mayor aislamiento, sino que también presenta la mayor diversidad en el mismo género. La aspergilosis pulmonar invasiva, conocida como complicación en pacientes con síndromes respiratorios graves, ha mostrado recientemente una correlación con la neumonía por enfermedades respiratorias como en el caso del COVID-19. Desafortunadamente, las infecciones por el género *Aspergillus* a menudo se diagnostican en el tiempo post mortem en el caso de pacientes con infecciones respiratorias graves, debido a los retrasos en el diagnóstico y al rápido empeoramiento de las afecciones respiratorias (Trovato et al., 2021).

Aspergillus fumigatus es un hongo común en el medio ambiente, especialmente en el suelo y la materia orgánica en descomposición, como los materiales que pueden encontrarse comúnmente en una morgue. Aunque es generalmente inofensivo para las personas con sistemas inmunitarios saludables, puede



causar graves infecciones en individuos inmunocomprometidos. En personas con sistemas inmunitarios debilitados, como pacientes con cáncer, trasplantes de órganos o SIDA, *A. fumigatus* puede invadir los tejidos, especialmente los pulmones, causando una infección potencialmente mortal llamada aspergilosis invasiva (Arastehfar et al., 2021).

Respecto al hallazgo de *Aspergillus flavus*, este hongo tiene una distribución mundial en el medio ambiente, aunque se encuentra universalmente en el aire, el suelo, el polvo, el agua y materia orgánica en descomposición. El principal modo de transmisión a los seres humanos es la inhalación de conidios. Existe una creciente preocupación por la exposición a esporas fúngicas de diferentes especies, especialmente a las cepas de *A. flavus*, en diferentes partes del mundo. Se ha informado de una mayor frecuencia de deterioro de la función pulmonar y enfermedades respiratorias alérgicas, incluido el asma. Además de la inhalación, se ha informado de una vía secundaria de transmisión a través del contacto con la piel o heridas (Krishnan et al., 2009).

CONCLUSIONES

La calidad microbiológica del aire de la morgue analizada tiene una carga microbiana que constituye un riesgo para la salud de los usuarios de la misma. Se debe de implementar métodos de disminución de la carga microbiana y medidas de protección que aseguren la salud de las personas expuestas a este ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arastehfar, A., Carvalho, A., Houbraken, J., Lombardi, L., Garcia-Rubio, R., Jenks, J. D., Rivero-Menendez, O., Aljohani, R., Jacobsen, I. D., Berman, J., Oshero, N., Hedayati, M. T., Ilkit, M., James-Armstrong, D., Gabaldón, T., Meletiadis, J., Kostrzewa, M., Pan, W., Lass-Flörl, C., ... Hoenigl, M. (2021). *Aspergillus fumigatus* and aspergillosis: From basics to clinics. In *Studies in Mycology* (Vol. 100). <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2021.100115>
- Earle, K., Valero, C., Conn, D. P., Vere, G., Cook, P. C., Bromley, M. J., Bowyer, P., & Gago, S. (2023). Pathogenicity and virulence of *Aspergillus fumigatus*. *Virulence*, *14*(1). <https://doi.org/10.1080/21505594.2023.2172264>



- Gwenzi, W. (2021). Autopsy, thanatopraxy, cemeteries and crematoria as hotspots of toxic organic contaminants in the funeral industry continuum. In *Science of the Total Environment* (Vol. 753). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141819>
- Janssens, I., Lambrecht, B. N., & Van Braeckel, E. (2024). Aspergillus and the Lung. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, 45(1). <https://doi.org/10.1055/s-0043-1777259>
- Krishnan, S., Manavathu, E. K., & Chandrasekar, P. H. (2009). Aspergillus flavus: An emerging non-fumigatus Aspergillus species of significance. In *Mycoses* (Vol. 52, Issue 3). <https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.2008.01642.x>
- Maphossa, V., Langa, J. C., Simbine, S., Maússe, F. E., Kenga, D., Relvas, V., Chicamba, V., Manjate, A., & Sacarlal, J. (2022). Environmental bacterial and fungal contamination in high touch surfaces and indoor air of a paediatric intensive care unit in Maputo Central Hospital, Mozambique in 2018. *Infection Prevention in Practice*, 4(4), 100250. <https://doi.org/10.1016/J.INFPIP.2022.100250>
- Neckovic, A., van Oorschot, R. A. H., Szkuta, B., & Durdle, A. (2021). Identifying background microbiomes in an evidence recovery laboratory: A preliminary study. *Science and Justice*, 61(3), 280–290. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2021.01.001>
- Nji, Q. N., Babalola, O. O., & Mwanza, M. (2023). Soil Aspergillus Species, Pathogenicity and Control Perspectives. In *Journal of Fungi* (Vol. 9, Issue 7). <https://doi.org/10.3390/jof9070766>
- Roy, D., Tomo, S., Purohit, P., & Setia, P. (2021). Microbiome in Death and Beyond: Current Vistas and Future Trends. In *Frontiers in Ecology and Evolution* (Vol. 9). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.630397>
- Trovato, L., Calvo, M., Migliorisi, G., Astuto, M., Oliveri, F., & Oliveri, S. (2021). Fatal VAP-related pulmonary aspergillosis by Aspergillus niger in a positive COVID-19 patient. *Respiratory Medicine Case Reports*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.rmcr.2021.101367>
- You, H. S., Lee, S. H., Lee, Y. J., Sung, H. J., Kang, H. G., & Hyun, S. H. (2021). Microbial analyses of blood spot surfaces collected from a laboratory and the bathroom of a female single-

person household under different environmental conditions. *FEMS Microbiology Letters*,
368(5). <https://doi.org/10.1093/femsle/fnab023>

