

ESTUDIO DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN TECNOACADEMIA-CÚCUTA

Manuel Alejandro Sánchez¹, Shara Coromoto Peña Rosales², Yoidi Fernando Mondragón³,
Ivonne Marcela Guerrero Villamizar⁴, Julián Esthevan Gómez Marín⁵

¹Facilitador Tecnoacademia, Regional Norte de Santander,
^{2 3 4 5}Aprendiz Tecnoacademia, Regional Norte de Santander,

Resumen

Antecedentes La microflora del aire generalmente proviene del suelo, el agua y las actividades de los organismos vivos, son de gran importancia, ya que su presencia pueden suponer un riesgo para la salud de las personas.

Objetivo Determinar la calidad microbiológica del aire en Tecnoacadémica-Cúcuta.

Método Se tomaron muestras de aire por la técnica de exposición de placa, se caracterizaron las colonias formadas por sus aspectos macroscópicos y microscópicos.

Resultados Se identificaron bacterias grampositivas y gramnegativas, así como géneros de hongos filamentosos: *Curvularia* sp, *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Fusarium* sp.

Conclusión Se encontró que las bacterias grampositivas y los hongos filamentos predominaron con mayor frecuencia. Si bien, estos microorganismos presentes en el ambiente son potencialmente patogénicos para la salud humana, son agentes aerobiológicos frecuentes en el entorno.

Palabras Clave: bacterias, hongos, medio de cultivo, microorganismos

INTRODUCCIÓN

La presencia de contaminantes biológicos en el aire puede estar influenciada por diversos factores, incluyendo actividades antropogénicas como gases y material particulado [1], así como de las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa entre otras), las cuales permiten que estos microorganismos se adapten al entorno circundante quedando suspendidos en el aire por periodos de tiempo prolongados. En condiciones ambientales apropiadas, esta microbiota puede coexistir con las personas sin causar daños. Sin embargo, al producirse un cambio en las condiciones atmosféricas, estos mismo pueden tener efectos negativos, alterando la salud de las personas [2].

En ese contexto, en la microbiota habitual del aire, se encuentran algas, virus, protozoos, hongos, y bacterias [3], cumpliendo roles biológicos en

diferentes aspectos. Por ejemplo, los hongos causan alteraciones en compuestos orgánicos e inorgánicos [4]. La mayoría de estos microorganismos obtienen sus nutrientes del suelo, piel, papel, pintura, polvo [5]. Por su parte, el crecimiento microbiano en los ambientes cerrados pueden causar síntomas y enfermedades, relacionados con alérgicas, intoxicaciones e infecciones patogénicas [6].

Por lo anterior, diversos estudios se han enfocado en demostrar la presencia de agentes bacterianos y fúngicos en ambientes con un alto flujo de persona (hospitales, colegios, universidades, entre otros). Soto [7] llevaron a cabo una investigación, en la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia, encontrando bacterias de los géneros, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Acinetobacter* y *Pseudomonas*, entre otras. Así mismo, Herrera [8] reportaron 40 géneros de

bacterias en cuatro instituciones pública de la ciudad de Guatemala y Barcenás. Por su parte, Bocanegra [9] identificaron hongos del género *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp y *Rhizopus* sp, en el campus de la Universidad de Cundinamarca Seccional Girardot, que pueden constituir un riesgo para la salud del personal.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, el objetivo de esta investigación fue determinar la calidad del aire en Tecnoacademia-Cúcuta, seleccionando los baños de la sede como objeto de estudio, principalmente porque los baños son focos de contaminación y son espacios muy frecuentados por los diferentes aprendices.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo del aire

La recuperación de microorganismos del aire se realizó en el complejo de Tecnoacademia regional Cúcuta-Norte de Santander. El lugar de interés fueron los baños ubicados en el segundo piso del complejo, el muestreo se realizó entre las 3:00 y 3:30 pm principalmente porque a esa hora hay diferentes actividades académicas con un mayor flujo de aprendices. La preparación de los medios de cultivo se realizaron en cabina de flujo laminar para garantizar la confiabilidad del trabajo realizado. Así mismo, todo el material fue esterilizado en autoclave para su inocuidad. Como control negativo, se sembró agua estéril sin haber sido sometido a muestreo ambiental de manera paralela al resto de muestras. Todas las muestras fueron evaluadas en el Laboratorio de Biotecnología de Tecnoacademia-Cúcuta.

Se muestrearon tres puntos por triplicado. El primer punto se realizó en los lavamanos (M1), el segundo punto en el suelo cerca a los desagües (M2), y el tercero cerca a los inodoros (M3). Para el aislamiento de bacterias y hongos se utilizó la técnica de sedimentación por gravedad [10], las cajas Petri (90 mm de diámetro) con Agar Nutritivo y Agar Papa Dextrosa, se mantuvieron abiertas por 15 min (Figura 1). Posteriormente las cajas fueron incubadas a 37°C por 48 horas para bacterias y las de hongos a 28°C por 7 días.

A partir de las muestras obtenidas en el aislamiento

inicial se procedió a realizar los respectivos repiques con el fin de obtener un cultivo, llevados a incubación bajo las mismas condiciones mencionadas anteriormente.

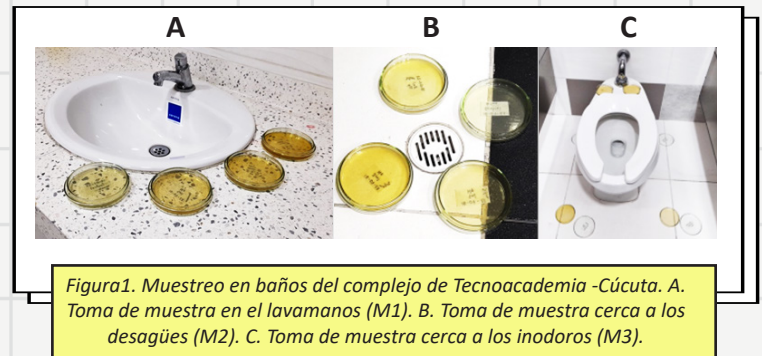


Figura 1. Muestreo en baños del complejo de Tecnoacademia -Cúcuta. A. Toma de muestra en el lavamanos (M1). B. Toma de muestra cerca a los desagües (M2). C. Toma de muestra cerca a los inodoros (M3).

Identificación de microorganismos

Para la identificación de bacterias, se realizaron tinciones de Gram [11]. Para la de hongos se usó la técnica de “impresión con cinta adhesiva transparente” [12], usando azul de lactofenol como colorante. Se procedió a la visualización de cada microorganismo aislado mediante microscopía óptica, empleando el Microscopio de Euromex Microscopien BV. En todos los casos, se tomaron evidencias fotográficas para el registro de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Tras llevar a cabo la exposición inicial de las cajas Petri con los diferentes medios de cultivo, se observó un crecimiento mixto de microorganismos (Figura 2). Las cajas control negativo, no mostraron crecimiento microbiano, lo que indica que la manipulación en el laboratorio fue correcta. Las esporas fúngicas y colonias bacterianas pudieron ser aisladas a partir del cultivo inicial, se obtuvieron 20 aislamientos bacterianos y 4 fúngicos (datos no mostrados).

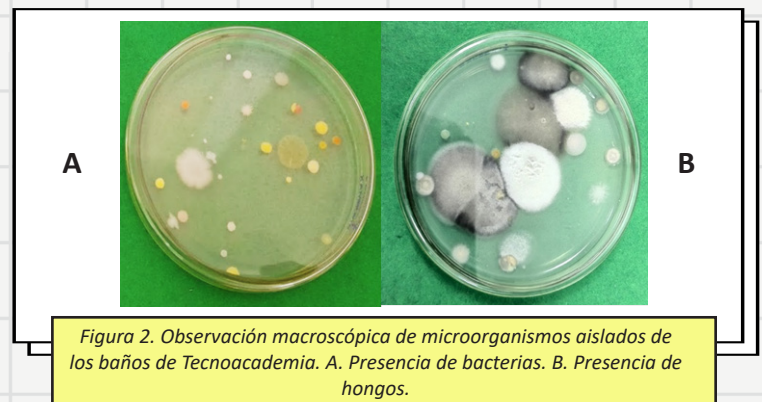


Figura 2. Observación macroscópica de microorganismos aislados de los baños de Tecnoacademia. A. Presencia de bacterias. B. Presencia de hongos.

Identificación bacteriana

Las colonias bacterianas desarrolladas en los medios selectivos, fueron identificadas según sus características macroscópicas y microscópicas. La observación macroscópica permitió la caracterización de 17 colonias cremosas de color blanco, amarillo y naranja. Trece colonias de morfología rizada y nueve colonias con bordes irregulares (datos no mostrados). Seguidamente, se visualizaron mediante microscopía óptica para identificar más diferencias morfológicas entre ellas. Se determinó un 58% de bacterias grampositivas y 41% de gramnegativas, Tabla 1.

Tabla 1. Colonias bacterianas identificadas en el campus de Tecnoacademia.

Lugar de muestreo	Posición de la muestra	Gram negativas	Gram positivas	Total
Baños damas	M1	6	3	9
	M2	5	9	14
	M3	9	3	12
Baños caballeros	M1	5	4	9
	M2	8	6	14
	M3	3	1	4
Total	-	36	26	62

Se encontraron agrupaciones bacterianas como: bacilos, cocos y estreptococos, predominaron los bacilos gramnegativos y grampositivos (Figura 3), esto se debe principalmente a que provienen del suelo, y de la materia orgánica en descomposición [13], siendo las gramnegativas más frecuentes debido a que su pared celular es más compleja, lo que le otorga mayor adaptabilidad en el ambiente. En ese sentido, los bacilos grampositivos y gramnegativos pueden tener afectaciones a la salud relacionados con enfermedades respiratorias [14, 15].

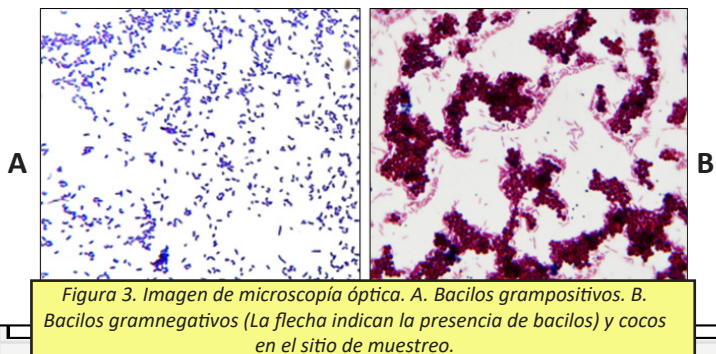


Figura 3. Imagen de microscopía óptica. A. Bacilos grampositivos. B. Bacilos gramnegativos (La flecha indican la presencia de bacilos) y cocos en el sitio de muestreo.

Investigaciones, afirman que la mayor diversidad de bacterias presentes en el aire esta influenciada por el flujo de personas en la zona de muestreo [16, 17]. La presencia de los bacilos en este trabajo, puede atribuir a las características del campus, ya que los baños son frecuentados por aprendices de toda las líneas de Tecnoacademia, durante todo el día, cinco días a la semana, así como de visitantes externos al complejo. Nuestros estudios están acorde con los reportados por Soto [7] et al., (2009), quienes evaluaron la calidad microbiología del aire de la Universidad de Murcia, encontrando que los bacilos predominaban en su mayoría (85%). Por su parte, Herrera [8] demostraron en su estudio en la calidad bacteriológica del aire de la universidad de Guatemala presentaba mayor frecuencia bacterias de los géneros Staphylococcus y Bacillus, confirmando así que estos contaminantes biológicos están determinados por la presencia de polvo y actividades humanas.

Identificación fúngica

En el área evaluada, se identificaron diversos géneros de hongos, entre los que *Curvularia* sp, *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Fusarium* sp, fueron los más frecuentes. Para esta caracterización se tuvo en cuenta rasgos macroscópicos, como la textura, situación (elevado, rasante o profundo) y coloración. De igual forma, se identificó microscópicamente teniendo en cuenta el micelio, conidióforo y esporangios (Figura 3).

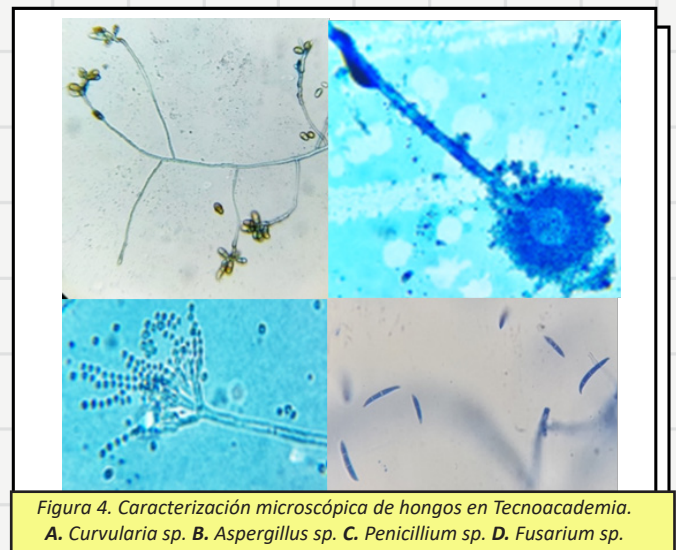


Figura 4. Caracterización microscópica de hongos en Tecnoacademia. A. *Curvularia* sp. B. *Aspergillus* sp. C. *Penicillium* sp. D. *Fusarium* sp.

Se identificaron hongos filamentosos con mayor frecuencia. Acorde con nuestro trabajo, Rojas [18] también reportaron una mayor diversidad de hongos filamentosos en el aire estudiado. De igual

forma, trabajos realizados por Esquivel [19] en la evaluación de la aeromicota del aire en ambientes externos, exponen que el mayor número de esporas encontradas corresponden a hongos con estructuras filamentosas, esto debido principalmente a que las esporas de estos microorganismos son más livianas, lo cual permite una rápida dispersión por el aire.

Otros factores como la ubicación en la que se encuentra el centro de formación, donde existe una alta confluencia de personas, empresas automotoras, presencia de estaciones de gasolina, alto índice de habitantes de la calle, y el canal de aguas lluvias de la ciudad, favorece a la dispersión de estas estructuras especializadas. Según Méndez [13], en la identificación de la flora microbiana en el aire de Neiva, Colombia, la mayor diversidad de estos agentes biológicos se reportó en las zonas abiertas, concluyendo que esto se debió a factores ambientales, biológicos, sociales, climáticos y geográficos.

Aunque en el estudio no se encontraron niveles altos de incidencia microbiológica, estos organismos pueden causar afectaciones a la salud humana. Por ejemplo, *Penicillium* sp, son perjudiciales para el humano (asociados a pacientes inmunocomprometidos), y a los alimentos al producir un deterioro de los mismos [9]. Así mismo, *Fusarium* sp. pueden tener varias afectaciones de tipo biológicos/patológicos, tanto en plantas, animales y humanos.

De acuerdo con lo anterior, es importante resaltar que no existe una regla/norma que indique cuando un ambiente está contaminado o no. Sin embargo, es importante verificar los procedimientos de limpieza y desinfección en estos lugares para mitigar el impacto de estas poblaciones microbianas presentes en el ambiente, y de esta manera minimizar posibles efectos negativos en la salud de las personas.

CONCLUSIONES

El conjunto de técnicas empleadas en la investigación son útiles para el aislamiento e identificación de microorganismos a nivel de género, identificando bacterias grampositivas y gramnegativas.

Se logró la identificación de cuatro cepas fúngicas, predominado hongos filamentosos de los géneros

Curvularia sp, *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp y *Fusarium* sp.

Se evidenció la presencia de microorganismos con potencialidad patogénica, determinando la importancia de realizar este tipo de estudios, para implementar medidas correctivas en la disminución de la carga microbiana.

BIBLIOGRAFÍA

[1] A. Cruz y A. Jiménez, "Evaluación de la contaminación del aire por microorganismos oportunistas y su relación con material particulado (pm2.5 y pm10) en la localidad de Puente Aranda". Trabajo Fin de Grado, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia, 2006. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/170.

[2] M. Toivola et al., "Personal exposures and microenvironmental concentrations of particles and bioaerosols". *J. Environ Monit.*, vol. 4, no 1, pp. 166-174, 2002, doi: 10.1039/B108682K.

[3] P. Mandrioli, "Bioaerosol and Biodeterioration. EC Advance Study Course 8-19 April. Science and Technology for Sustainable Protection of Cultural Heritage". *Tec. N. Ses.* vol. 7, no 8, 2002.

[4] S. Borrego et al., "La contaminación microbiana del aire en dos depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba". *Revista CENIC Ciencias Biológicas.*, vol. 39, no 1, pp. 063-069, 2008.

[5] M. Florian, "Aseptic technique: a goal to strive for in collection recovery of moldy archival materials and artifacts". *JAIC.*, vol. 39, no 1, pp. 107-115. 2000, doi: 10.1179/019713600806113347.

[6] H. An, et al., "Development and calibration of real-time PCR for quantification of airborne microorganisms in air samples". *Atmos Environ.*, vol. 40, no 40, pp. 7924-7939, 2006, doi: 10.1016/j.atmosenv.2006.07.020.

[7] T. Soto, "Indoor airborne microbial load in a Spanish university (University of Murcia, Spain)". *In Anales de biología.*, vol. 31, pp. 109-115, 2009.

[8] K. Herrera, et al., "Impacto de la calidad

microbiológica del aire externo en el ambiente interno de cuatro laboratorios de instituciones públicas en la ciudad de Guatemala y Bárcenas, Villa Nueva". *Revista Científica*, 2012, vol. 22, no 1, pp. 30-38, 2012.

[9] J. Bocanegra y A. Olaya, "Aislamiento y caracterización de microorganismos presentes en la matriz de la universidad de Cundinamarca seccional Girardot". Trabajo Fin de Grado, Universidad de Cundinamarca, Bogotá, Colombia, 2006. Disponible en: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/1281>.

[10] M. DE et al., "El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos". *Observatorio medioambiental.*, vol. 5, no 2002, pp. 375-402, 2002.

[11] P.A. Rodríguez y R. Arenas. *Hans Christian Gram y su tinción. . Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, vol. 16, no 2, pp. 166-167.2008.

[12] M. Labarca y A. Arcia, "Patogenicidad de *Pestalotiopsis palmarum* Cooke, sobre plantas de vivero de palma aceitera" (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Rev. Fac. Agron*, vol. 23, no 4, pp. 420-428, 2006.

[13] C. Méndez et al., "Identificación de bacterias y hongos en el aire de Neiva, Colombia". *Revista de Salud Pública*, vol. 17, no 5, pp. 728-737, 2015, doi: 10.15446/rsap.v17n5.38468.

[14] S. Borrego et al., "La contaminación microbiana del aire en dos depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba". *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, vol. 39, no 1, pp. 063-069, 2008.

[15] P. Calderón et al., "Infecciones por microorganismos del grupo HACEK y otros bacilos gramnegativos infrecuentes". *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, vol. 13, no 51, pp. 2972-2980, 2022, doi: 10.1016/j.med.2022.03.002.

[16] M. Pérez, et al., "Contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo". *Biociencias*, 2015, vol. 10, no 2, pp. 37-50.

[17] C. Romero et al., "Determinación de la calidad bacteriológica del aire en un laboratorio de microbiología en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, Colombia". *Nova*, vol. 14, no 26, pp. 103-111, 2016.

[18] T. Rojas, et al., "Fungal biodeterioration in historic buildings of Havana (Cuba)". *Grana*, 2012, vol. 51, no 1, pp. 44-51.

[19] P. Esquivel et al., "Microhongos anemófilos en ambientes abiertos de dos ciudades del nordeste argentino". *Boletín Micológico*, vol. 18. 2003.