

Caracterización microbiológica del aire en el casco urbano de Calceta, Manabí, Ecuador

Holanda Teresa Vivas Saltos e-mail: teresa.vivas@espam.edu.ec
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, Carrera de Ingeniería Ambiental. Calceta, Manabí, Ecuador

José Manuel Calderón Pincay e-mail: jose.calderon@espam.edu.ec
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, Carrera de Ingeniería Ambiental. Calceta, Manabí, Ecuador

María Isabel Delgado Moreira e-mail: maria.delgado@espam.edu.ec
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, Carrera de Ingeniería Ambiental. Calceta, Manabí, Ecuador

Ricardo Vinicio Abril Saltos e-mail: rvabril@uea.edu.ec
Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Vida, Km 2 ½ Vía Puyo Napo

RESUMEN

La presencia de microorganismos patógenos en el aire tiene un efecto directo sobre la salud humana. El objetivo de esta investigación fue caracterizar microbiológicamente el aire en el casco urbano de Calceta-Manabí en diferentes horas y días. Se establecieron 12 puntos de recolección de datos, el muestreo se realizó durante julio del 2019; se empleó el método de sedimentación en cajas de Petri para la recolección de muestras. Para bacterias se colocó agar nutriente y para hongos agar de extracto de malta. Las cajas Petri fueron colocadas abiertas a una altura de 1,50 m del suelo durante 30 minutos. Se encontró que existe alta concentración bacteriana en los puntos cercanos al mercado central; y menor concentración fúngica. Existe diferencia significativa en la frecuencia de monitoreo, donde la concentración media de UFC/m³ y UPC/m³ es mayor en los fines de semana.

Palabras clave: aerobiología, bacterias, contaminación atmosférica, hongos.

Microbiological characterization of the air in the urban area of Calceta, Manabí, Ecuador

ABSTRACT

The presence of pathogenic microorganisms in the air has a direct effect on human health. The objective of this research was to microbiologically characterize the air in the urban area of Calceta-Manabí at different times and days. 12 data collection points were established, the sampling was carried out during July 2019; The sedimentation method in Petri dishes was used to collect samples. Nutrient agar was used for bacteria and malt extract agar for fungi. The Petri dishes were placed open at a height of 1.50 m from the ground for 30 minutes. It was found that there is a high bacterial concentration in points close to the central market; and lower fungal concentration. There is a significant difference in the frequency of monitoring, where the average concentration of CFU / m³ and UPC / m³ is higher on weekends.

Key words: aerobiology, bacteria, air pollution, fungi

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es un grave problema de salud mundial (Mao et al. 2019). Por ejemplo, la exposición a bioaerosoles que contienen especies patógenas de microorganismos como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Curvularia*, *Alternaria*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas* y *Enterococcus* se han asociado con una variedad de enfermedades humanas tales como: asma, hiperactividad bronquial, rinitis alérgica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, entre otras (Madhwal et al. 2020). Además, dependiendo del tiempo de exposición y la concentración de contaminantes, se ha determinado que los contaminantes del aire interior y exterior son perjudiciales para la salud humana (Gębarowska et al. 2018).

La contaminación del aire exterior provoca 3,3 millones de muertes prematuras al año a nivel mundial (Liu et al. 2018), y aunque el aire no posee microorganismos propios, se conoce que éstos son capaces de crear estructuras especializadas que les ha permitido resistir, sobrevivir y dispersarse en este medio (Méndez et al. 2015). Siendo los microorganismos transportados por el aire, como bacterias, esporas fúngicas y agentes patógenos, componentes principales estrechamente relacionados con la contaminación del aire (Mao et al. 2019).

Los microorganismos además de contribuir al deterioro de infraestructuras y materiales, son agentes etiológicos productores de toxinas y sustancias volátiles (Liu et al. 2015). Los aerosoles microbianos pueden tener efectos adversos para la salud y pueden variar desde reacciones alérgicas o de hipersensibilidad leve hasta reacciones fatales, como irritación respiratoria e infecciones, asma, alveolitis y cáncer (Gębarowska et al. 2018). Los hongos son comunes en ambientes interiores y exteriores y casi el 10% de la población mundial presenta alergia a los hongos.

En Calceta (Manabí-Ecuador), la calidad microbiana del aire exterior es poco conocida. La información sobre microorganismos presentes en puntos clave ayudará a comprender su prevalencia, predecir posibles riesgos y sugerir medidas preventivas. Por lo tanto, el principal objetivo de esta investigación fue caracterizar microbiológicamente el aire en el casco urbano de Calceta en diferentes horas y días.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio comprende la zona urbana de la parroquia Calceta, en la cual se ubicaron 18 puntos de monitoreo para microorganismos, considerando el uso de suelo y la metodología expuesta en el Anexo 4 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (MAE, 2015). La ciudad está ubicada al este de la República del Ecuador, en la provincia Manabí, a una altura promedio de 15 m sobre el nivel del mar. La extensión urbana es aproximadamente de 6,9 km² y alberga una población de 33 415 habitantes (INEC, 2011). Los puntos de monitoreo fueron seleccionados considerando paradas de transporte público urbano y rural de la ciudad y en base a la concurrencia dentro de la zona urbana de Calceta.

Se establecieron 12 puntos de monitoreo (Figura 1) de los cuales se recolectaron las muestras durante los 7 días a la semana en horarios de 7:00, 13:30 y 16:00.

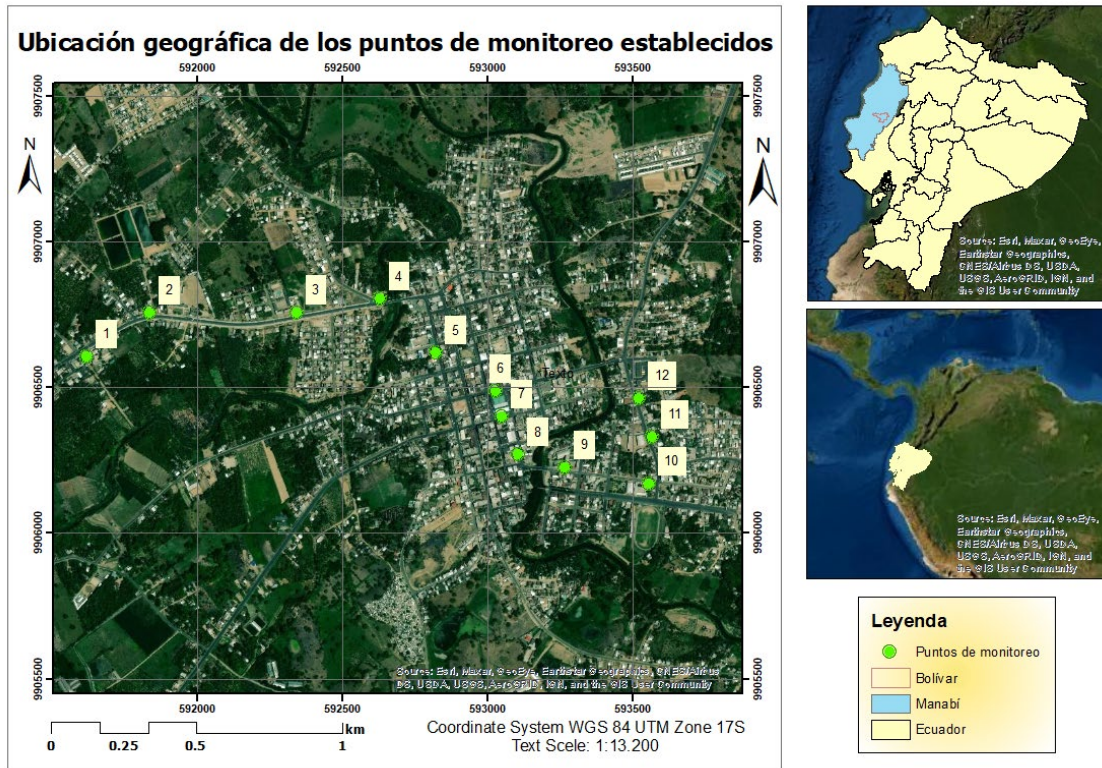


Figura 1. Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo establecidos en la parroquia Calceta.

Recolección de muestras

El muestreo se realizó durante el mes de julio del 2019; se empleó el método de sedimentación en cajas de Petri para la recolección de muestras. Para bacterias aerobias se colocó agar nutriente (medio de cultivo deshidratado granulado) 1054500500 (Granucult TM de Merck) y para hongos se utilizó agar de extracto de malta. Las cajas Petri fueron colocadas abiertas a una altura de 1,50 m del suelo y permanecieron expuestas al ambiente durante un periodo de 30 minutos, según lo propuesto por Vivas et al. (2019).

Cuantificación de unidades formadoras de colonias y unidades propagadoras de colonias

Las placas con la muestra se incubaron durante 24 horas a $35 \pm 2^\circ\text{C}$; concluida la incubación se realizó el conteo de colonias bacterianas y fúngicas emergentes en los medios de cultivo, utilizando el contador Stuart SC6PLUS. Se determinaron las unidades formadoras de colonia y unidades propagadoras por m^3 de aire (UFC/m^3) y (UPC/m^3); el número de colonias, equivale a la media total de las colonias que se contabilizaron en cada sitio evaluado, según la ecuación utilizada por Lectong et al. (2014).

Bacterias:

$$\text{Número de UFC}/\text{m}^3 \text{ de aire} = \frac{NC \times 25}{\text{tiempo (min)}} \quad (1)$$

Donde:

NC =número de colonias por placa

$tiempo (min)$ =25

Hongos:

$$\text{Número de UPC/m}^3 \text{ de aire} = \frac{NC \times 25}{tiempo (min)} \quad (2)$$

Donde:

NC =número de colonias por placa

$tiempo (min)$ = tiempo de sedimentación en caja Petri

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con los resultados obtenidos utilizando el software Statgraphics Centurion.

Caracterización de bacterias y hongos en casco urbano de Calceta

Se colectó una placa por cada punto de las cuales contenían las colonias más representativas, se procedió a teñir durante un minuto con violeta cristal y dejó reposar durante un minuto, seguidamente se eliminó el exceso de colorante con agua corriente, inmediatamente se incorporó la preparación con la solución de Lugol durante un minuto y se procedió a eliminar el exceso con agua destilada mientras que para realizar la diferenciación se añadió alcohol-cetona, este reactivo afecta a las bacterias Gram Negativas causando una decoloración, mientras que las Gram Positivas siguen manteniendo la coloración. Posteriormente se utilizó un colorante de contraste para visualizar los microorganismos Gram Negativos como la fucsina o safranina. De este modo se logró visualizar las bacterias Gram Positivas de color azul-violáceo mientras que las Gram Negativas se tornaron de color rojo o rosa.

Para la identificación de hongos se utilizó tinción de azul algodón de lactofenolde y observación en el microscopio, identificándolos con la ayuda de características taxonómicas establecidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración microbiana reveló que el punto con mayor concentración de UFC/m³ de aire es el punto 9 (948,22 UFC/m³), cuyas muestras fueron recolectadas en las afueras la Unidad Educativa Particular Mercedes en la cual existen 357 estudiantes, 19 docentes y 11 administrativos; el segundo mayor valor corresponde a las muestras recolectadas en la calle Antonio Granda Centeno (mercado central), que constituye la principal fuente de abastecimiento de alimentos (Figura 2). Estas concentraciones convierten a los alimentos en vectores para la transmisión de enfermedades en humanos, para Carrillo (2016) la contaminación biológica de estos productos toma mayor importancia debido a que los microorganismos patógenos pueden sobrevivir por varias semanas en el producto hasta que éste llegue a ser consumido.

En cuanto a que el valor más alto alcanzado es el punto 9, podría asumirse debido a factores climáticos; las bacterias pudieron llegar hasta esta zona, pues según declaraciones del jefe del Servicio de Gastroenterología del Hospital Luis Vernaza, el clima es un factor para que en Ecuador la comida se contamine, por tanto, los medios ambientales son un caldo de cultivo

perfecto para la proliferación de bacterias, ya que estos microorganismos se desarrollan favorablemente en climas tropicales.

En el estudio realizado por Vivas et al. (2019) la concentración de bacterias presentó una media aritmética de 279,16 UFC/m³ de aire; obteniéndose el valor medio más alto en el punto 2 (500 UFC/m³) que es cercano a los puntos con mayores concentraciones en este estudio.

Gebarowska et al. (2018) mencionan que existen diferentes criterios sobre el valor límite de concentración microbiana en aire externo considerado como peligroso para la salud del hombre; y que el valor más aceptado como peligroso para la salud es 500 UFC/ m³, tanto para hongos como para bacterias. Tomando en cuenta esta referencia, un 75% de las concentraciones en los puntos de monitoreo (9 puntos) presentaron valores superiores a 500 UFC/m³ indicando que las bacterias presentes en el aire del casco urbano de Calceta son una fuente de riesgo para la población. Evidenciándose que ha existido un notable incremento en la concentración de estos organismos en el aire ya que Lectong et al. (2014) encontraron valores inferiores a 600 UFC/m³ en un estudio realizado en la zona urbana de Calceta y con esos resultados clasificaron el aire como no contaminado; sin embargo, con los nuevos hallazgos se demuestra que existe una concentración muy elevada de bacterias en el aire del casco urbano de Calceta.

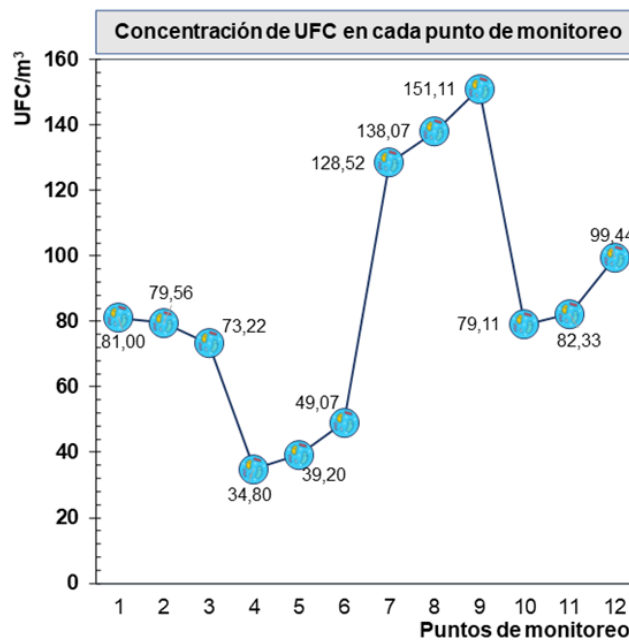


Figura 2.

Concentración de UFC/m³ en cada punto de monitoreo.

Concentración de

Para Liu et al. (2018) las bacterias al ser transportadas por el aire pueden tener efectos importantes sobre la salud humana y la productividad de los ecosistemas gestionados y naturales. Además, pueden causar asma alérgica y alergias estacionales (Asif et al. 2018). La mayoría de las enfermedades bacterianas transmitidas por el aire son producidas por bacterias Gram positivas, que afectan el tracto respiratorio y de él pueden pasar al torrente sanguíneo y a otros órganos (De la Rosa et al. 2013).

Dado que Vivas et al. (2019) sugirieron que es de gran importancia una caracterización de especies microbianas patógenas como perspectiva de nuevos estudios, se realizó una caracterización de bacterias en base a su coloración y morfología, encontrándose los siguientes tipos: Bacillus, Staphylococcus y Streptococcus.

Lectong et al. (2014) afirman que Bacillus es una bacteria generalista que posee endoesporas para adaptarse a condiciones adversas, este género fue encontrado en todos los puntos de monitoreo de su estudio; en este estudio Bacillus se encontró en los puntos 4, 5 y 6 que están ubicado en la misma zona en la que Lectong et al. (2014) realizaron su estudio; De la Rosa et al. (2013) relacionan este género con la transmisión de carbunco pulmonar. En los puntos 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 se encontró Staphylococcus la cual es descrita por Lectong et al. (2014) como una bacteria patógena residente de la microflora normal de la boca que generalmente es tan frágil que desaparece pronto en ambientes externos; De la Rosa et al. (2013) asocian a este género con la transmisión de neumonía clásica. En los puntos 7, 8 y 9 se encontró también Streptococcus que según De la Rosa et al. (2013) puede transmitir: amigdalitis, faringitis, bronquitis y escarlatina.

Al realizar el ANOVA a los factores Día y Hora se obtuvo que existe diferencia significativa en ambos factores (valor p inferior a 0,05) (tabla 1).

Tabla 1. Análisis de Varianza UFC/m3 - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Día	3,48725E6	4	871814,0	5,09	0,0007**
B:Hora	1,15268E6	2	576338,0	3,36	0,0369*
Residuos	2,96448E7	173	171357,0		
Total (Corregido)	3,42847E7	179			

** p<0.01; * p< 0.05

En cuanto a la concentración media de UFC/m³ según el día de monitoreo (figura 3), la mayor media se evidencia en el día lunes y la menor corresponde al día miércoles; en los días más próximos al fin de semana la media aumenta mientras que en los días intermedio (miércoles y jueves) la media disminuye lo cual refleja una relación directa con la afluencia de personas en las calles del casco urbano de Calceta.

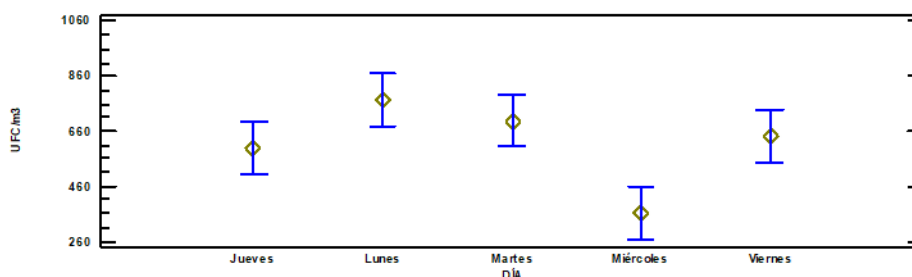


Figura 3. Media de la concentración bacteriana según los días de monitoreo.

En lo referente a la concentración fúngica, se encontró que, de manera similar a la concentración bacteriana, el punto con mayor concentración fue el 9 (151,11 UPC/m³) y los de menor concentración son los puntos 4 y 5 (figura 4). Al comparar las concentraciones fúngicas y bacterianas se evidencia que la concentración bacteriana es mucho mayor que la fúngica. En la caracterización fúngica se encontraron *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Helminthosporium*, *Penicillium* y *Rhizopus*.

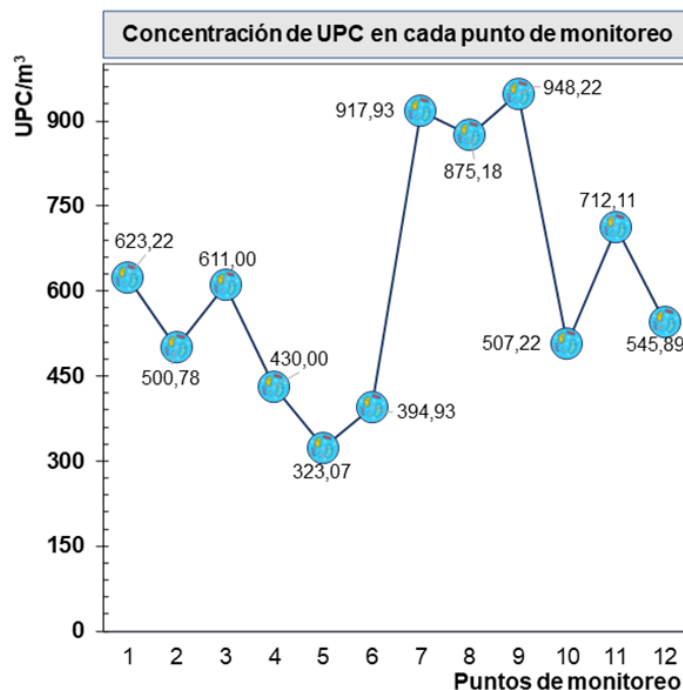


Figura 4. Concentración de UFC/m³ en cada punto de monitoreo.

Méndez et al. (2015) refieren que el género *Aspergillus* posee esporas livianas que le permite dispersarse fácilmente por el aire, estos hongos pueden causar infección en el pulmón, en los senos paranasales y en muchos casos se asocian con broncopulmonías alérgicas, aspergilosis, queratitis y sinusitis alérgica. Por su parte Lectong et al. (2014) manifiestan que en este hongo la heliofanía influye directamente sobre la viabilidad de sus conidios; posiblemente se trata de un hongo patógeno que puede diseminar sus conidios por acción del viento a cualquier ambiente, también es considerado germen del suelo que se adhiere a material orgánico y partículas de polvo, este género fue encontrado en todos los puntos de monitoreo.

De la Rosa et al. (2013) manifiestan que *Cladosporium* es el hongo que predomina en el aire, tanto sobre la tierra como sobre el mar. Las enfermedades causadas por hongos presentes en el aire afectan principalmente los pulmones, pudiendo posteriormente afectar otros tejidos y causar una enfermedad sistémica; entre las más comunes están las reacciones de hipersensibilidad producidas por *Aspergillus*, *Penicillium* y *Cladosporium*, este último también causa asma y rinitis.

Helminthosporium se ha definido como un hongo patógeno de plantas, con grandes esporas que impactan eficazmente contra las hojas, mientras que los de hongos del suelo como

Penicillium, son pequeños y se depositan por otros sistemas (De la Rosa et al. 2013). Incluso aunque el impacto de las esporas sea eficiente, no siempre quedan retenidos y pueden volver al aire. Las superficies húmedas o viscosas retienen mejor las partículas y una vez depositadas, no son resuspendidas fácilmente.

Méndez et al. (2015) relacionan a Penicillium con producción de toxinas perjudiciales para el hombre y los alimentos e incluso a infecciones invasoras en pacientes inmunocomprometidos; Cladosporium se asocia como agente de asma y esporosis e incluso algunas de sus especies actúan como oportunistas y son capaces de intervenir en ciertos procesos micóticos pulmonares, atacar la piel, producir cromoblastomicosis y lesiones neurotrópicas.

Un estudio realizado en edificaciones universitarias, en un edificio antiguo de la ciudad de Quito, evidenció que el desgaste de las estructuras y su falta de mantenimiento son factores importantes que promueven el desarrollo de hongos tales como Cladosporium, Penicillium, Rhizopus y Aspergillus.

El análisis estadístico aplicado a la concentración de UPC/m³ muestra diferencia significativa (valor p < 0,05) entre los factores Día y Hora (tabla 2).

Tabla 2. Análisis de Varianza UPC/m³ - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Día	131233,0	4	32808,2	8,37	0,0000**
B:Hora	68167,4	2	34083,7	8,69	0,0003**
Residuos	678495,0	173	3921,93		
Total (Corregido)	877895,0	179			

** p<0.01

De manera similar a la concentración bacteriana, la concentración media de UPC/m³ según el día de monitoreo (figura 5) presentó mayores valores en los días lunes, jueves y viernes ratificando una relación directa con la afluencia de personas en las calles del casco urbano de Calceta. Resulta importante recalcar que son diversos los criterios para establecer un valor límite de concentración microbiana y fúngica que indique riesgo para la salud del hombre; de ahí que en Estados Unidos y ciertos países de la Comunidad Europea se ha establecido un límite de 150 y 300 UFC/m³ de aire, mientras en países como Japón, Holanda y Brasil las normas sugieren entre 500 y 1000 UFC/m³ de aire; siendo el valor más aceptado a nivel mundial de 500 UFC/m³ como peligroso para la salud (Anaya et al. 2015).

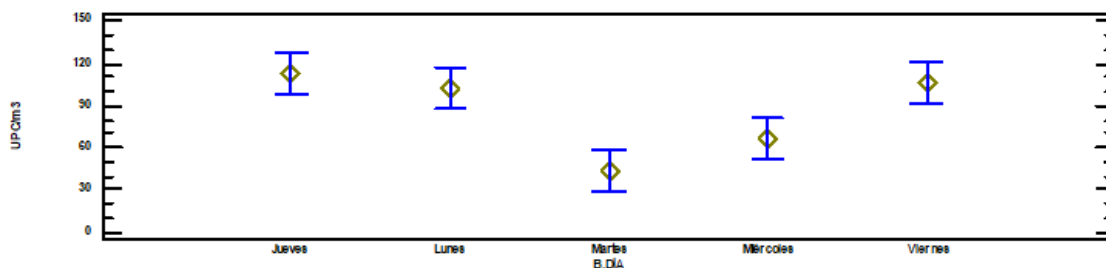


Figura 5. Media de concentración fúngica según los días de monitoreos.

CONCLUSIONES

Mediante este estudio se demostró que existe una elevada concentración bacteriana en el casco urbano de Calceta en comparación con hallazgos previos, indicando la importancia de implementar medidas regulatorias que permitan mejorar la calidad microbiológica del aire.

La concentración bacteriana y fúngica varía significativamente de acuerdo al lugar, hora y día de muestreo (de 81,00 a 151,11 UFC/m³ y de 323,07 a 948,22 UPC/m³, respectivamente). En este estudio han predominado las bacterias sobre los hongos en gran medida.

Se identificaron los géneros bacterianos *Bacillus*, *Staphylococcus* y *Streptococcus*; sin embargo, no se detectaron bacterias Gram negativas debido, seguramente, a su menor supervivencia ya que son muy sensibles a la desecación, temperatura y desinfectantes.

Los géneros fúngicos identificados fueron: *Cladosporium*, *Helminthosporium*, *Penicillium* y *Rhizopus*, varios de los cuales son patógenos que constituyen un riesgo inminente para salud de la población.

Se percibe que la concentración fúngica y bacteriana podría estar relacionada con diferentes factores como la afluencia de personas, tráfico vehicular, manejo inadecuado de alimentos y demás actividades que se desarrollan en diferentes sectores del casco urbano de Calceta. Por tanto, se recomienda para próximos estudios de este tipo incluir aspectos como el análisis microbiológico del ambiente interior, y la evaluación de parámetros ambientales (temperatura y humedad relativa).

REFERENCIAS

- Anaya M., Castro, M., Borrego, S., y Cobo, H.** (2015). “Influencia del campo magnético sobre la distribución de los hongos en el aire de un local cerrado”, *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 35: 47-52, ISSN 1317-973X, Venezuela.
- Asif A., Zeeshan M. and Jahanzaib M.** (2018). “Assessment of indoor and outdoor microbial air quality of cafeterias of an educational institute”, *Atmospheric Pollution Research*, <https://doi.org/10.1016/j.apr.2018.09.012>, ISSN: 1309-1042, Turkish National Committee for Air Pollution Research and Control, Turquía.
- Carrillo G.** (2016). Determinación microbiológica y de metales pesados en lechuga de repollo (*Lactuca sativa*), expendidos en los diferentes mercados del Distrito Metropolitano de Quito, Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales, Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
- De la Rosa M., Mosso M. y Ullán C.** (2013). “El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos”, *Observatorio Medioambiental*, (5): 375-402, ISSN 1139-1987, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Gębarowska E., Pusz W., Kucińska J. and Kita W.** (2018). “Comparative analysis of airborne bacteria and fungi in two salt mines in Poland”, *Aerobiologia (Bologna)*, 32 (2): 127-138, ISSN 0393-5965, Brasil.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).** (2011). Cantón Bolívar, INEN Quito, extraído de: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantonales/Manabi/Fasciculo_Bolivar.pdf. en octubre 2020
- Lectong M., Palma C., López M., De la Cruz A., Cobeña H. y Philco E.** (2014). “Agentes microbiológicos presentes en el aire de la ciudad de Calceta”, *Simposio Alpa-UTEQ*, 411-420, ISSN:1390-4051, Universidad Estatal de Quevedo, Ecuador.

- Liu H., Zhang X., Zhang H., Yao X., Zhou M., Wang J., He Z., Zhang H., Lou L., Mao, W., Zheng, P. and Hu B.** (2018). "Effect of air pollution on the total bacteria and pathogenic bacteria in different sizes of particulate matter", *Environmental Pollution*, 233: 483-493, ISSN: 0269-7491, China.
- Mao Y., Ding P., Wang Y., Ding C., Wu L., Zheng P., Zhang X., Li X., Wang, L. and Sun Z.** (2019). "Comparison of culturable antibiotic-resistant bacteria in polluted and nonpolluted air in Beijing, China", *Environment International*, 131: 1-7, ISSN: 0160-4120, China.
- Madhwal, S., Prabhu, V., Sundriyal, S. and Shridhar, V.** (2020). "Ambient bioaerosol distribution and associated health risks at a high traffic density junction at Dehradun city, India", *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (3): doi:10.1007/s10661-020-8158-9, ISSN: 1573-2959, Switzerland.
- Méndez C., Camacho J., y Echeverry S.** (2015). "Identificación de bacterias y hongos en el aire de Neiva, Colombia", *Revista Salud Pública*, 17 (5): 728-737, ISSN En línea: 2539-3596, Colombia.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador.** (2015). Registro Oficial 387, MAE Quito extraído de: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf
- Vivas T., Mendoza L., Loureiro J., Delgado M., Pincay M. y Vera V.** (2019). "Contaminación atmosférica y aerobiología del casco urbano de Calceta-Manabí", *Revista RIEMA*. (4): 47-51, ISSN: 2588-0721, Ecuador.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los Autores

Holanda Teresa Vivas Saltos <https://orcid.org/0000-0003-3544-443X>

Elaboró la metodología del trabajo para la determinación de los puntos de muestreo, métodos de análisis para la caracterización de bacterias y hongos en el casco urbano de la Ciudad de Calceta. Participó en la búsqueda de información científica y la redacción final de trabajo.

María Isabel Delgado Moreira <https://orcid.org/0000-0002-3368-7481>

Participó en el muestreo y análisis de datos de los 12 puntos de monitoreos, para llevar a efecto la caracterización de bacterias y hongos en el casco urbano de la Parroquia Calceta, Manabí, Ecuador, colaboró en los análisis estadísticos y en la búsqueda de información y redacción del trabajo.

José Manuel Calderón Pincay <https://orcid.org/0000-0002-3315-997X>

Colaboró en los análisis estadísticos de la investigación, mediante la aplicación del programa SPSS. Participó en la búsqueda de información y redacción del trabajo.

Ricardo Vinicio Abril Saltos <https://orcid.org/0000-0003-1544-4360>

Participó en la revisión final del trabajo, estableciendo observaciones y recomendaciones previo a la presentación final del trabajo.