

Artículo Original

Calidad microbiológica del aire en seis áreas de la microestación biológica-Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María – Perú

Microbiological quality of air in six areas of the biological micro station - Zoocriadero of the Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo Maria – Peru

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.614.009>

Luzbelith Olivera Barboza¹

<https://orcid.org/0000-0002-0129-187X>

Luis Eduardo Oré Cierito¹

<https://orcid.org/0000-0003-2836-2436>

Wendy Caroline Loarte Aliaga²

<https://orcid.org/0000-0001-9489-046X>

Juan Daniel Oré Cierito¹

<https://orcid.org/0000-0002-1788-5146>

Gianmarco Garcia Curo³

<https://orcid.org/0000-0001-6685-3207>

Jorge Rafael Diaz Dumont³

<https://orcid.org/0000-0003-0921-338X>

Recibido: 30/08/2021

Aceptado: 28/10/2021

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la calidad microbiológica del aire en seis áreas de la Microestación Biológica-Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva-Tingo María-Perú; procediéndose de la siguiente manera: Se seleccionaron seis áreas de muestreo (A1: Boletería, A2: Caseta gallito de las rocas, A3: Zona de las tortugas, A4: Caseta del otorongo, A5: Caseta de los monos y A6: Cocina), de los cuales para la determinación de los parámetros físicos (PAS, temperatura, humedad relativa, precipitación y rosa de viento) se obtuvo información de la estación meteorológica de la UNAS y de lecturas directas en campo, para la determinación de las PAS se realizó por el método pasivo obteniéndose la mayor concentración de PAS en el área 1 “Boletería” (12.61 t/km²/mes, 11.08 t/km²/mes y 8.4 t/km²/mes) y la más baja en el área 5 “caseta de los monos” (2.80 t/km²/mes, 2.80 t/km²/mes y 3.2 t/km²/mes); para el análisis microbiológico se realizó por el método de borboteo en líquidos, identificándose 27 géneros entre bacterias y hongos, siendo las bacterias más frecuentes *Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Enterobacter agglomerans*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter hafniae* y algunas bacterias patógenas para el hombre como *Streptococcus sp.*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus anthracis*. Los hongos de mayor frecuencia son *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Geotrichum sp.*, algunos hongos patógenos identificados: *Microsporum sp.*, *Epirophyton sp.* Por otro lado, para la percepción del público como trabajadores se aplicó encuestas, donde indicaron que la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica-Zoocriadero es regular.

Palabras claves: Calidad microbiológica, microorganismos, borboteo en líquidos

ABSTRACT

The objective of this research paper is to assess the microbiological quality of the air in six areas of the Biological Micro-station and animal breeding farm of the Peruvian University “Universidad Nacional Agraria de la Selva in Tingo María, Perú”, proceeding as follows: Six sampling areas were selected (A1: Ticket Office, A2: Cock-of-the-Rock hut, A3: Turtle area, A4: Otorongo hut, A5: Monkey hut, A6: Kitchen), of which for the determination of the physical parameters (SBP, temperature, relative humidity, precipitation and wind rose) information was obtained from the UNAS meteorological station and direct readings in the field. For the determination of SBP was performed by the passive method obtaining the high concentration of SBP in area 1 “Ticket Office” (12.61 t/km²/month, 11.08 t/km²/month and 8.4 t/km²/month) and the lowest in area 5 “monkey house” (2.80 t/km²/month, 2.80 t/km²/month and 3.2 t/km²/month); microbiological analysis was performed by the liquid bubbling method, identifying 27 genera including bacteria and fungi, with the most frequent bacteria being Bacillus sp., Staphylococcus sp., Enterobacter agglomerans, Klebsiella pneumoniae, Enterobacter hafniae and some bacteria pathogenic for humans such as Streptococcus sp., Clostridium perfringens and Bacillus anthracis. The most frequent fungi are Penicillium sp., Aspergillus sp. and Geotrichum sp.; some pathogenic fungi identified: Microsporum sp., Epirophyton sp. On the other hand, regarding the perception of the public and workers, surveys were applied, which indicated that the microbiological quality of the air in the Biological Micro-station and animal breeding farm is regular.

Keywords: Microbiological quality, microorganisms, bubbling in liquids

¹Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú.

²Universidad de Huánuco, Perú.

³Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú.

*Autor de Correspondencia: jdumont77@gmail.com

Introducción

La contaminación del aire tiene su principal impacto en la salud pública, siendo los factores físicos más relacionados con la concentración y dispersión de los microorganismos, la temperatura, humedad relativa, precipitación, la velocidad y dirección del viento, además de otros factores ambientales como las partículas atmosféricas sedimentables; dichos microorganismos no sólo afectan directamente a la salud de la comunidad expuesta al origen, sino que mediante su dispersión pueden llegar afectar a la población más lejana a través del transporte aéreo y causar problemas potencialmente graves (De La Rosa *et al.*, 2002).

La Microestación Biológica-Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva no es ajena a dicho problema ya que en su interior alberga animales silvestres como centro de atracción del área en estudio, lo que genera que ésta sea una fuente importante de bacterias patógenas y oportunistas como las de los géneros *Staphylococcus sp.* y *Streptococcus sp.* y otros patógenos reportados en la presente investigación. La presencia de esta carga microbiana se debe a la presencia de las heces de los animales, aguas estancadas, residuos sólidos, alimentos en descomposición, sanidad de animales y a la aglomeración de personas en el lugar, los mismos que se convierten en focos infecciosos de la transmisión de enfermedades comunes del aparato respiratorio, así como infecciones a los ojos, piel y vías urinarias.

Teniendo en cuenta que en el área en estudio se encuentran trabajadores que permanecen en el lugar durante un tiempo prolongado y en base a la problemática del presente trabajo de investigación, el cual se enfoca en evaluar la calidad microbiológica del aire en seis áreas de la Microestación Biológica - Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la calidad microbiológica del aire en seis áreas de la Microestación Biológica - Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María – Perú.

Materiales y métodos

Ubicación política y geográfica

La Microestación Biológica – Zoocriadero y laboratorio de microbiología general de la Universidad Nacional Agraria de la Selva se encuentra políticamente ubicada en el departamento de Huánuco, provincia de Leoncio Prado, distrito de Rupa Rupa, geográficamente se localiza a 9°17'08 de latitud sur y 75°59'52 de longitud oeste, a 660 msnm y a una temperatura promedio anual de 24.9°C.

Equipos y Materiales

Los equipos de muestreo usados son: GPS Garmin 62S, Cámara fotográfica digital iPhone 7 modelo A1660, Soporte (Estación). Los equipos de laboratorio utilizados en la presente investigación son: Balanza analítica marca Henkel de 300 g de precisión, Baño maría Barnstead Electrothermal de 30 L, Estufa incubadora MEMMERT con regulación de temperatura, Microscopio binocular electrónico marca LEICA DM 500 fijo, Autoclave Model LTA 40 L, Refrigerador, Contador de colonias.

Los materiales usados en el laboratorio para el análisis son: matraces Erlenmeyer, tubos de ensayo, placas Petri de cristal de 100 mm x 20 mm, pipetas, varillas de agitación, mechero de Bunsen, espátulas, láminas porta objeto, laminillas cubre objeto, asa de siembra bacteriológica, anza de siembra micológica, gradillas, agitadores, papel craft, pinzas, papel toalla, hilo pabilo, guardapolvo, guantes, etiquetas, mascarillas, gorro de cirujano bandana. Asimismo, los materiales usados en el muestreo microbiológico son: placas Petri de cristal de 100 mm x 20 mm, jeringas de 60 ml, parafina, guardapolvo, guantes quirúrgicos, mascarillas y gorra quirúrgicos, caja hermética de tecnopor, mapa de distribución de las áreas de muestreo, cuaderno de campo.

Los medios de cultivo utilizados son: Brain Heart Broth (BHI), caldo peptona bacteriológico, agar eosina azul de metileno (EMB), vaselinas sin olor 100% puras de 100g, agar cistina-lactosa deficiente en electrolitos (CLED), agar plate Count, agar Sabouraud glucosado al 4%, agar MacConkey, ceftriaxona, agar M77, agar manitol salado. Entre los reactivos utilizados para la presente investigación son: agua destilada, indol según Kovacs, rojo metilo, hidróxido de sodio al 4%, cristal violeta, reactivo lugol, safranina, alcohol acetona, alfa naftol, azul de amann, aceite de cedro, antibiótico ceftriaxona, esmalte de uña, lejía. Para las pruebas bioquímicas se usaron: peptona al 0.1%, caldo rojo de metilo y Voges-Proskauer (RMVP), agar hierro-triple azúcar (TSI), agar lisina-hierro (LIA), agar citrato de Simmons, agar Malonato, agar urea, caldo SIM.

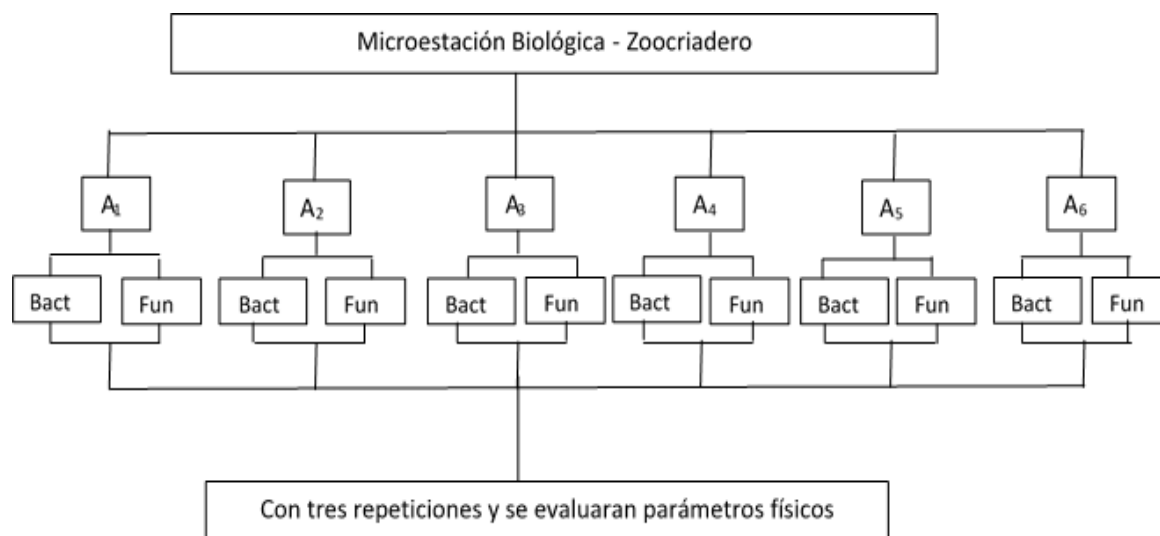
Diseño de investigación

No experimental con seis (6) áreas de muestreo en la Microestación Biológica-Zoocriadero (A1: Boletería, A2: Caseta del Gallito de las rocas, A3: zona de las tortugas, A4: Caseta del otorongo, A5: Caseta de los monos y A6: Cocina) desarrollándose 3 meses de evaluación (noviembre, diciembre 2019 y enero 2020) según el siguiente esquema:

Muestreos

Para los muestreos de las partículas atmosféricas sedimentables se diseñaron seis (6) soportes de madera de 30 cm x 30 cm x 50 cm para cada estación y área de muestreo, ubicándose en los exteriores de cada área de muestreo. Para

los muestreos microbiológicos, se realizaron tres (3) repeticiones, para cada repetición se realizaron seis (6) muestreos, un (1) muestreo por cada mes, haciéndose un total de dieciocho (18) muestreos para bacterias y dieciocho (18) muestreos para hongos. Siendo las áreas de muestreo las siguientes: A1: Boletería, A2: Caseta del Gallito de las rocas, A3: zona de las tortugas, A4: Caseta del otorongo, A5: Caseta de los monos y A6: Cocina; los muestreos microbiológicos fueron tomados la última semana del mes de noviembre, la segunda semana del mes de diciembre y la primera semana del mes de enero en horarios de 10 am a 12 pm, las aspiraciones se realizaron a una altura respirable de 1.5 m, realizándose 20 repeticiones para bacterias y 20 repeticiones para hongos.



[A1,2, 3,A6]: Áreas de muestreo [Parámetros físicos]: Temperatura, humedad, dirección del viento [Parámetros microbiológicos]: Bacterias y Fungi

Figura 1. Diseño no experimental del trabajo de investigación

Determinación de los parámetros físicos: Temperatura, humedad relativa, precipitación, partículas atmosféricas sedimentables del aire y rosa de viento

Se determinaron los parámetros como la temperatura y humedad relativa para el cual se realizaron lecturas directas en cada área de muestreo, para determinar la rosa del viento y la precipitación se obtuvieron datos de la estación meteorológica de la UNAS, asimismo, se utilizó el software WRPLOT View-Freeware para la rosa de viento.

Para la determinación de las partículas atmosféricas sedimentables se realizó por el método de placas receptoras; éstas fueron pesadas y selladas con parafina y fueron trasladadas al lugar de monitoreo, colocándose 01 placa por área de muestreo en los soportes de madera, a una altura de 1,5 m; posteriormente, se dejaron por 30 días durante los tres meses de evaluación (noviembre, diciembre 2019 y enero 2020), teniendo en cuenta que cada placa solo se coloca por 30 días de exposición.

Identificación de las especies microbiológicas en seis áreas de la Microestación Biológica – Zoocriadero en la época húmeda y contraste con los estándares de calidad de aire

Para la enumeración de colonias se realizó el método de recuento en placa, con la ayuda de la micro pipeta se obtuvo 0,1 µL de muestra de cada matraz con BHI y se colocaron en placa petri vacía y esterilizada, en el cual posteriormente se adicionó agar Plate Count (liquido), para luego agitar de manera muy suave dejó solidificar por unos 5 minutos. Para posteriormente llevar las placas a la estufa a 37°C por 48 horas. Después de ese tiempo con la ayuda del contador de colonias se realizó el recuento de bacterias y fungi, la fórmula para el conteo de microorganismos en términos de unidades formadoras de colonias (UFC) es la siguiente:

$$UFC/mL \text{ ó } UFC/g. = \text{Número de colonias} \times \text{Inóculo de siembra} \times \text{Factor de dilución}$$

Después de la incubación de los matraces con BHI de las muestras, se preparó los medios de cultivo para el crecimiento de bacterias, y para el crecimiento de hongos se preparó agar sabouraud glucosado al 4%.

Siembra en placas petri con medios enriquecidos

Bacterias: De los matraces que fueron incubados a 37°C por 48 horas se retiró mediante un asa de siembra bacteriológica un inóculo de la muestra para sembrar en placas Petri que contienen agar Cleed, MacConkey, manitol salado y M77. La siembra se realizó por estrías llevando a las placas sembradas a incubación por un periodo de 48 horas a una temperatura de 37°C.

Fungis: Para el caso de los hongos con la ayuda del anza micológica se retiró un inóculo de muestra de cada caldo BHI mas antibiótico y se sembró por estrías y goteo en las placas que contienen agar Sabouraud glucosado al 4% más antibiótico llevándose a incubar a temperatura ambiente por un periodo de 5 a 8 días.

Diferenciación bioquímica

Se preparó baterías con pruebas bioquímicas para la caracterización de las bacterias, dichas baterías se prepararon para cada prueba, el cual se constituían de los siguientes medios: Indol, SIM, Rojo de Metilo, Voges-Proskauer, TSI, LIA, Citrato de Simmons, caldo malonato, úrea.

Los resultados obtenidos después de cada lectura de la diferenciación bioquímica fueron verificados al usar la tabla de diferenciación bioquímica de enterobacterias y así se identificaron las bacterias aisladas de las áreas de muestreo.

Coloración Gram

Para la coloración Gram se tomó las muestras de bacterias de las placas con medios de agar Cleed, MacConkey, manitol salado y M77.

Microcultivo e identificación de hongos

El microcultivo de hongos se realizó después de los 5 días de incubación de las muestras fungi. Finalmente, la identificación de los hongos se realizó mediante la observación en el microscopio utilizando un lente ocular de 10x y un lente de objetivo 40x siendo así el aumento de 400.

Contraste con los estándares de calidad de aire

Luego de haber realizado todas las pruebas de identificación de los microorganismos presentes en el aire, se realizó el contraste con los estándares de calidad de aire, utilizándose en este caso la Norma Europea aprobada mediante el Decreto Real 664/97 (2014), caracterizando a las bacterias de acuerdo al grupo de riesgo biológico y las posibles enfermedades que causan las bacterias identificadas.

Evaluación de la percepción del público en general y trabajadores sobre la calidad del aire de la Microestación Biológica – zoocriadero

Para la evaluación de la percepción del público sobre la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero se aplicaron encuestas donde se obtuvo que el tamaño de muestra fue de 87 personas a encuestar según fórmula. Dicha encuesta consta 15 preguntas, fue validada por especialistas de la salud e ingeniería antes de su aplicación, aplicándose dicha encuesta a los visitantes después de su recorrido a la Microestación Biológica – Zoocriadero.

Asimismo, para la percepción de la calidad microbiológica del aire por parte de los trabajadores se tomó en cuenta a todos, siendo en su total 5, de los cuales 3 son nombrados por la universidad, 1 personal contratado y 1 personal de apoyo (fuente: Jefa de la Microestación Biológica), la encuesta formulada consistió de 16 preguntas basadas en el tema de investigación, dicha encuesta fue validada por profesionales especialistas de la salud e ingeniería.

Resultados

Determinación de los parámetros físicos: Temperatura, humedad relativa, precipitación, partículas atmosféricas sedimentables del aire y rosa de viento en la época húmeda.

Temperatura, humedad relativa y precipitación

En la Tabla 1, se puede observar que la temperatura promedio de las 06 áreas de muestreo es de 29,3 °C con una humedad relativa de 66.6%; siendo la temperatura más alta en el área 6 “cocina” con una temperatura de 31,7 °C y la temperatura más baja encontrada en el área 4 “caseta del otorongo” con una temperatura promedio de 28 °C; asimismo, la humedad relativa más alta se obtuvo en el área 5 “caseta de monos” con un promedio de 77% y la humedad relativa más baja se obtuvo en el área de boletería con un valor de 52% durante los tres meses de muestreo, la precipitación promedio para los tres meses de muestreo es de 22,4 mm equivalente a 22,4 litros de lluvia por metro cuadrado, también se puede observar que el área 5 “caseta de los monos” presenta el mayor porcentaje de humedad con un promedio de 77% durante los tres meses de evaluación de la época húmeda, asimismo, la temperatura más baja se presenta en el área 4 “caseta del otorongo” con un promedio de 28°C.

Concentración de partículas atmosféricas sedimentables

En la Tabla 2 se detallan las concentraciones de las partículas atmosféricas sedimentables muestreadas durante los tres meses, donde se observa que la concentración de PAS más alta se obtuvo en el mes de noviembre con un promedio de 12,61 t/km²/mes, siguiéndole el mes de diciembre con un promedio de 11 08 t/km²/mes y el mes de enero con 8,4 t/km²/mes. Asimismo, se observa que en el área 1 se obtiene la mayor cantidad de partículas atmosféricas sedimentables y la más baja se obtiene en el área 3.

Tabla 1. Parámetros meteorológicos promedios diarios obtenidas durante el muestreo

Áreas	T (°C) Promedio	Coef. Variación (%)	(HR%) Promedio	Coef. Variación (%)	Precipitación promedio (mm)	Coef. Variación (%)
Boletería	29.0	11	52	4		
Caseta gallito de las rocas	30.0	4	67	9		
Caseta de las tortugas	28.7	4	75	18	22.4	49.9
Caseta del otorongo	28.0	10	74	4		
Caseta de monos	28.5	6	77	5		
Cocina	31.7	6	55	8		
Promedio por mes de muestreo	29.3	--	66.6	--	--	--

Tabla 2. Concentracion de las PAS

Áreas	T (°C) Promedio	Coef. Variación (%)	(HR%) Promedio	Coef. Variación (%)	Precipitación promedio (mm)	Coef. Variación (%)
Boletería	29.0	11	52	4		
Caseta gallito de las rocas	30.0	4	67	9		
Caseta de las tortugas	28.7	4	75	18	22.4	49.9
Caseta del otorongo	28.0	10	74	4		
Caseta de monos	28.5	6	77	5		
Cocina	31.7	6	55	8		
Promedio por mes de muestreo	29.3	--	66.6	--	--	--

Rosa de viento

En la figura 2 se puede observar la rosa de dispersión de viento perteneciente al mes de noviembre 2019, donde nos muestra la distribución de los vientos siendo de mayor predominancia hacia el SW, con frecuencias de 27,2 % y velocidades de 3,6 m/s.

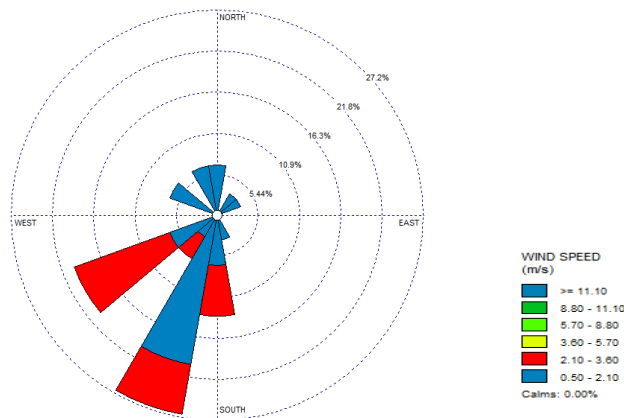


Figura 2. Dirección del viento perteneciente al mes de noviembre 2019

En la figura 3 se muestra la rosa de dispersión del viento perteneciente al mes de diciembre 2019, muestra la distribución de los vientos siendo la de mayor predominancia hacia el S, con frecuencia de 23,8 % y velocidades de 3,6 m/s.

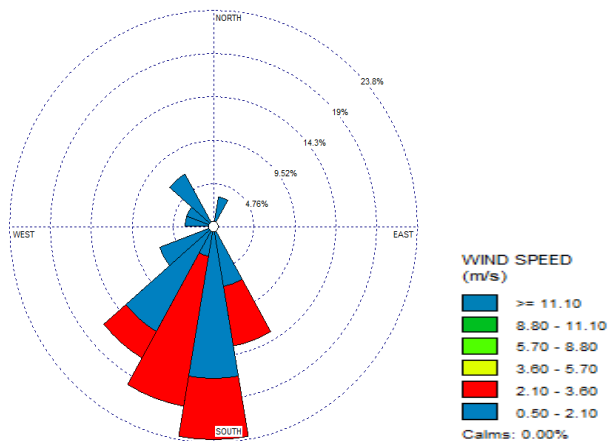


Figura 3. Dirección del viento perteneciente al mes de diciembre 2019

En la figura 4 se muestra la rosa de dispersión del viento perteneciente al mes de enero 2020, muestra la distribución de los vientos siendo de mayor predominancia hacia el S y SW, con frecuencias de 17 % y 13,6 % y velocidades de 3,6 m/s y 2,10 m/s.

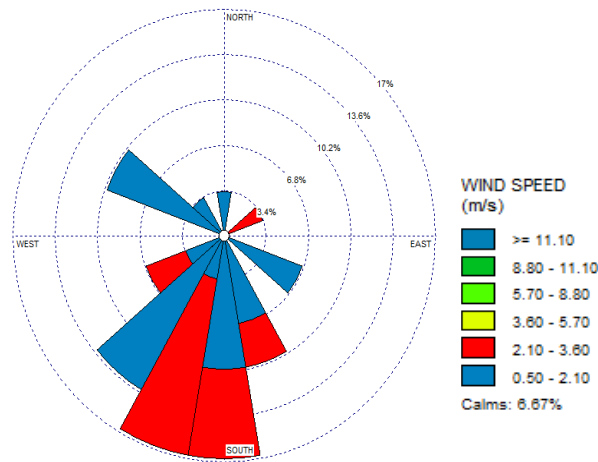


Figura 4. Dirección del viento perteneciente al mes de enero 2020

Identificación de las especies microbiológicas en las seis áreas de la Microestación Biológica- Zoocriadero y contraste con los estándares de calidad del aire.

Numeración de microorganismos aerobios viables (NMAV) y mohos y levaduras (NML)

En la Tabla 3 se detalla la concentración promedio del número de colonias crecidas durante los tres meses de evaluación de la época húmeda, se obtuvo una mayor concentración de microorganismos aerobios viables en el área 4 “caseta del otorongo” con un total de 2900 UFC/m³, seguido por el área 4 “Caseta de monos” que presenta una concentración de 2177 UFC/m³, también podemos observar respecto a la concentración de mohos y levaduras que el área 4 presenta una concentración de 800 UFC/m³, seguido por el área 6 que presenta un total de 667 UFC/m³.

Tabla 3. Promedio de los tres meses de la concentración de NMAV y NML

Área	Promedio de la concentración de UFC/m ³ (NMAV)	Promedio de la concentración de UFC/m ³ (NML)
Boletería (A1)	300	167
Caseta gallito de las rocas (A2)	1000	467
Caseta de las tortugas (A3)	633	467
Caseta del otorongo (A4)	2900	800
Caseta de monos (A5)	2177	433
Cocina (A6)	700	667

Identificación de bacterias

En la Tabla 04 se detallan los resultados de la identificación de las bacterias de las seis áreas de muestreo encontradas en la Microestación Biológica – Zoocriadero en la época húmeda por el método Gram y diferenciación bioquímica.

Tabla 4. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de noviembre 2019

Área	Método de caracterización		
	Coloración Gram	Diferenciación Bioquímica	Diversidad
Boletería (A1)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Enterobacter Cloacae, Escherichia sp</i>	5
	<i>Lactobacillus sp (Gram +)</i>		
	<i>Bacillus cereus (Gram +)</i>		
	<i>Lactobacillus sp (Gram +)</i>		
Caseta gallito de las rocas (A2)	<i>Streptococcus sp (Gram +)</i>	<i>Serratia liquefaciens</i>	5
	<i>Streptobacillus sp (Gram -)</i>		
	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>		
Caseta de las tortugas (A3)	<i>Streptobacillus sp (Gram-)</i>	<i>Shigella sp</i>	2
Caseta del otorongo (A4)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3
	<i>Bacillus anthracis (Gram +)</i>		
Caseta de los monos (A5)	<i>Staphylococcus sp (Gram +)</i>	-	1
Cocina (A6)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	-	1

En la Tabla 5 se presenta el detalle de la identificación de bacterias perteneciente al mes de diciembre del 2019.

Tabla 5. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de diciembre 2019

Área	Método de caracterización		Diversidad
	Coloración Gram	Diferenciación Bioquímica	
Boletería (A1)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Escherichia sp., Enterobacter agglomerans, Serratia marcescens</i>	5
	<i>Streptobacillus sp (Gram -)</i>		
Caseta gallito de las rocas (A2)	<i>Staphylococcus sp (Gram +)</i>	<i>Escherichia sp., Klebsiella pneumoniae, Citrobacter freundii</i>	6
	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>		
	<i>Streptobacillus sp (Gram -)</i>		
Caseta de las tortugas (A3)	<i>Staphylococcus sp (Gram +)</i>	<i>Enterobacter hafniae</i>	2
Caseta del otorongo (A4)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Enterobacter hafniae</i>	2
Caseta de los monos (A5)	<i>Clostridium perfringens (Gram +)</i>	-	1
Cocina (A6)	<i>Streptobacillus sp (Gram -)</i>	<i>Serratia rubideae, Enterobacter hafnia, Serratia liquefaciens</i>	5
	<i>Staphylococcus sp (Gram +)</i>		

En la Tabla 6 se muestran los detalles de la diversidad de bacterias encontradas en la época húmeda de seis áreas de la Microestación Biológica – Zoocriadero durante el mes de enero 2020.

Tabla 6. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de enero 2020

Área	Método de caracterización		Diversidad
	Coloración Gram	Diferenciación Bioquímica	
Boletería (A1)	<i>Cocobacillus (Gram +)</i>	<i>Enterobacter agglomerans, Escherichia sp.</i>	6
	<i>Staphylococcus sp (Gram +)</i>		
	<i>Streptobacillus sp (Gram -)</i>		
	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>		
Caseta gallito de las rocas (A2)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Klebsiella pneumoniae, Serratia rubideae</i>	6
	<i>Staphylococcus sp (Gram +)</i>		
	<i>Lactobacillus sp (Gram +)</i>		
Caseta de las tortugas (A3)	<i>Streptobacillus sp (Gram -)</i>	-	1
Caseta del otorongo (A4)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2
Caseta de los monos (A5)	<i>Staphylococcus sp (Gram +)</i>	<i>Enterobacter hafniae</i>	2
Cocina (A6)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Enterobacter agglomerans, Shigella sp</i>	4
	<i>Streptobacillus sp (Gram -)</i>		

Identificación de hongos

En la Tabla 7 se muestra la diversidad de hongos encontrados en la época húmeda de las seis áreas de muestreo durante el mes de noviembre 2019.

Tabla 7. Diversidad de hongos identificados en el mes de noviembre 2019

Área	Género	Diversidad
Boletería (A1)	<i>Geotrichum sp. Penicillium sp.</i>	2
Caseta gallito de las rocas (A2)	<i>Fusarium sp. Aspergillus sp. Geotrichum sp. Candida sp.</i>	4
Caseta de las tortugas (A3)	<i>Microsporium sp.</i>	1
Caseta del otorongo (A4)	<i>Penicillium sp. Aspergillus sp.</i>	2
Caseta de monos (A5)	<i>Epirophyton sp.</i>	1
Cocina (A6)	<i>Geotrichum sp.</i>	1

En la Tabla 8 se muestra la diversidad de hongos encontrados durante el mes de diciembre 2019.

Tabla 8. Diversidad hongos identificados en el mes de diciembre del 2019

Área	Género	Diversidad
Boletería (A1)	<i>Penicillium sp. Fusarium sp.</i>	2
Caseta gallito de las rocas (A2)	<i>Geotrichum sp. Fusarium sp.</i>	2
Caseta de las tortugas (A3)	<i>Microsporium sp.</i>	1
Caseta del otorongo (A4)	<i>Fusarium sp. Penicillium sp.</i>	2
Caseta de monos (A5)	<i>Geotrichum sp.</i>	1
Cocina (A6)	<i>Aspergillus sp.</i>	1

En la Tabla 9 se detalla la identificación de géneros de hongos encontrados en el mes de enero 2020.

Tabla 9. Diversidad de hongos identificados en el mes de enero 2020

Área	Género	Diversidad
Boletería (A1)	<i>Geotrichum sp.</i>	1
Caseta gallito de las rocas (A2)	<i>Geotrichum sp. Penicillium sp. Candida sp.</i>	3
Caseta de las tortugas (A3)	<i>Geotrichum sp. Penicillium sp. Microsporium sp.</i>	3
Caseta del otorongo (A4)	<i>Penicillium sp. Candida sp.</i>	2
Caseta de monos (A5)	<i>Geotrichum sp.</i>	1
Cocina (A6)	<i>Penicillium sp. Geotrichum sp.</i>	2

Clasificación de microorganismos patógenos para el hombre y el grupo de riesgo al que representan

En la Tabla 10 se detallan las bacterias patógenas identificadas durante los tres meses de evaluación de la época húmeda y se detalla el grupo de riesgo que pueden llegar a generar en humanos de acuerdo a la Norma Europea del Real Decreto 664/97 (2014).

Tabla 10. Diversidad de bacterias patógenas para el hombre y grupo de riesgo al que representan

Agente Biológico Identificado	Patogenicidad	Grupo de riesgo según el Real Decreto 664/97	Enfermedad
<i>Bacillus sp.</i>	Toxiinfección	1	Disentería hemorrágica.
<i>Lactobacillus sp.</i>	No patógeno	1	No produce enfermedad
<i>Bacillus cereus</i>	Patógeno	2	Intoxicaciones diarreica, pulmón del humidificador.
<i>Enterobacter Cloacae</i>	Patógeno	2	Infección del tracto urinario y del tracto respiratorio.
<i>Streptobacillus sp.</i>	Patógeno	2	Infecciones cutáneas, fiebre.
<i>Escherichia sp.</i>	Patógeno	2	Infección del tracto urinario, y enfermedad gastrointestinal, disentería.
<i>Shigella sp.</i>	Patógeno entérico	2	Disentería, afecciones gastrointestinales.
<i>Bacillus anthracis</i>	Patógeno	3	Carbunco cutáneo (de la piel), pulmonar (pulmón) y digestivo (estómago y demás órganos digestivos).
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Patógeno	2	Infecciones del tracto urinario, neumonía, sepsis, malestar en vías respiratorias.
<i>Staphylococcus sp.</i>	Patógeno	2	Infecciones cutáneas o mucosas, foliculitis abscesos profundos, meningitis, neumonía, etc.
<i>Enterobacter agglomerans</i>	Oportunista*	2	Artritis, sinovitis, infecciones nosocomiales
<i>Cocobacillus sp.</i>	Patógeno oportunista*	2	Se observa en la enfermedad de transmisión sexual, chancroide
<i>Streptococcus sp.</i>	Patógeno	2	Infección en la garganta, Escarlatina, Impétigo, Síndrome del shock tóxico, Celulitis y fascitis necrotizante, infecciones de la sangre, neumonía y meningitis en los recién nacidos.
<i>Clostridium perfringens</i>	Patógeno	2	Gangrena gaseosa, toxiinfecciones alimentarias, enteritis necrosante, celulitis e infecciones inespecíficas.
<i>Citrobacter freundii</i>	Patógeno oportunista*	1	Infecciones urinarias, del tracto respiratorio y de heridas.
<i>Enterobacter hafniae</i>	Oportunista*	1	Gastroenteritis, neumonía, entre otros.
<i>Serratia liquefaciens</i>	Patógeno oportunista*	1	Infecciones en la sangre, pulmones y vías urinarias.
<i>Serratia marcescens</i>	Patógeno	2	Infecciones nosocomiales y urinarias.
<i>Serratia rubideae</i>	Oportunista*	1	Agente causal de infecciones del tracto respiratorio.

*oportunistas en personas inmunocomprometidas

En la Tabla 11 se detallan a los hongos patógenos identificados durante los tres meses de evaluación de la época húmeda de las seis áreas de muestreo de la Microestación Biológica – Zoocriadero, se detallan de acuerdo al grupo de riesgo al que representan según la Norma Europea del Decreto Real 664/97 (2014).

Tabla 11. Hongos patógenos para el hombre y grupo de riesgo al que pertenecen

Agentes biológicos identificados	Patogenicidad	Clasificación de riesgo según real decreto 664/1997	Enfermedad
<i>Geotrichum sp.</i>	Oportunista *	1	Geotricosis
<i>Epirophyton sp.</i>	Patógeno	2	Micosis superficiales y cutáneas
<i>Fusarium sp.</i>	Fitopatógeno	2	Rinitis, Asma alérgico
<i>Aspergillus sp.</i>	Oportunista *	2	Neumonitis hipersensitiva (NH); asma y rinitis alérgicas.
<i>Penicillium sp.</i>	Oportunista *	2	Rinitis, Asma alérgico, Neumonitis hipertensiva (NH)
<i>Cándida sp.</i>	Oportunista *	2	Paroniquia por Cándida (Candidiasis)
<i>Microsporium sp.</i>	Patógeno	2	Dermatofitosis zoofílica (tiña)

Evaluación de la percepción del público en general y trabajadores sobre la calidad del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero

Percepción del público respecto a la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

En la figura 5 se muestra la percepción del público entrevistado, la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero es regular según el 48% de la población.

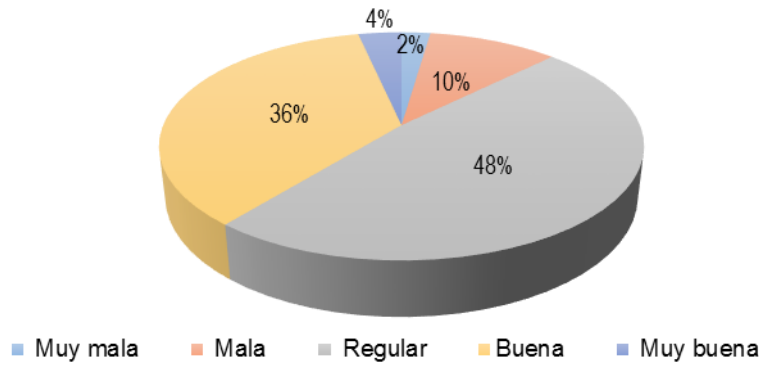


Figura 5. Percepción del público sobre la calidad microbiológica del aire

En la figura 6 la población encuestada afirma que durante o después de su visita presentan malestares como: dolores de cabeza y fiebre representando al 48% de la población y el 24% afirma que presentan irritaciones y alergias a la piel.

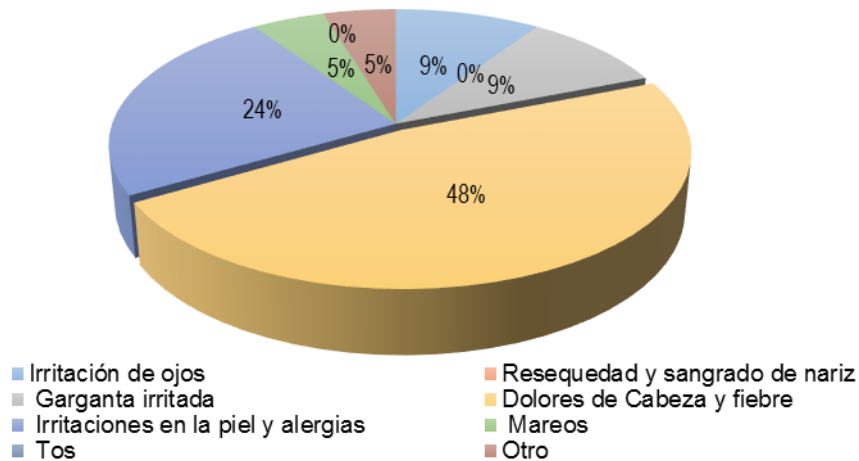


Figura 6. Molestias presentadas al visitar la Microestación Biológica

Percepción de los trabajadores respecto a la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

Asimismo, en la figura 7 se muestra que los trabajadores del zoocriadero consideran que la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero es regular.

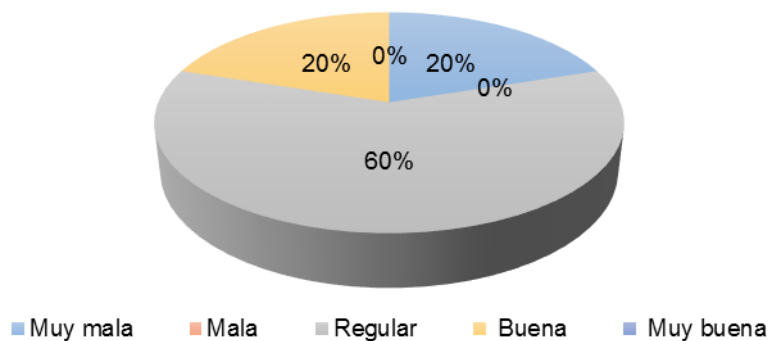


Figura 7. Percepción de los trabajadores sobre la calidad microbiológica del aire

En la figura 8 se detalla que el 43% de los trabajadores de la Microestación Biológica - Zocriadero afirman que durante su estancia en el zocriadero presentan alergias a la piel y el 29% presentan garganta irritada, un 14 % presenta dolores de cabeza y fatiga inusual respectivamente.

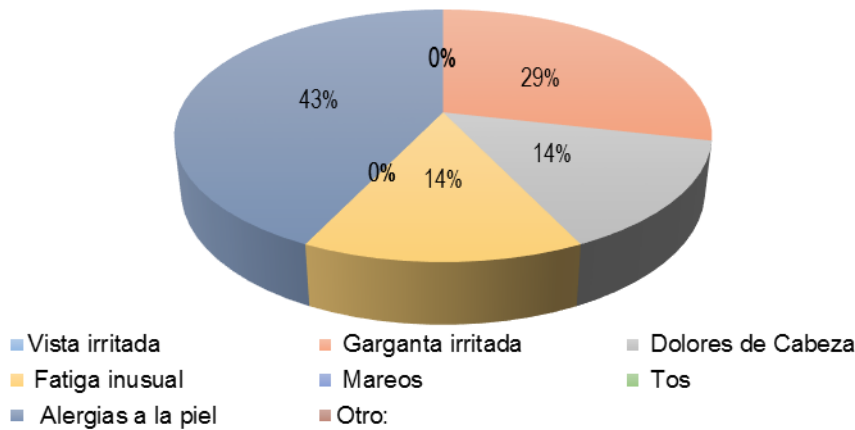


Figura 8. Síntomas presentados durante su estancia en el zocriadero

Discusión

Según Cruz *et al.* (2006) la relación entre la humedad relativa y la temperatura es inversa, es decir, cuando la humedad relativa aumenta la temperatura disminuye; de acuerdo a la presente investigación podemos confirmar dicha teoría demostrando que la temperatura máxima se registró en el área 6 “cocina” con un promedio de 31.7 °C y una humedad relativa de 55%, los valores mínimos se registraron en el área 4” caseta del otorongo” con una temperatura promedio de 28 °C y una humedad de 74%, asimismo, la precipitación fue constante durante los meses de evaluación.

Lozano (2013), registró las concentraciones de las PAS en distintos parques de la ciudad de México donde obtuvo concentraciones máximas de 9 t/km²/mes, Cortes y Corleto (2012), reportaron concentraciones máximas de 7,8 t/km²/mes. Por otro lado, la OMS (2015), indica que el valor permitido para la concentración de partículas atmosféricas sedimentables es de 5 t/km²/mes, contrastando los resultados de la presente investigación podemos afirmar que las concentraciones obtenidas en las áreas 1, 2 y 6 sobrepasan a dichas concentraciones de los presentes autores y de la OMS, ya que la mayor concentración se obtuvo en el área 1 “Boletería” con concentraciones de 12,61 t/km²/mes, 11,08 t/km²/mes y 8,4 t/km²/mes, asimismo, se ve reflejado en el área 2, el cual registra concentraciones de 12,2 t/km²/mes, 10,19 t/km²/mes y 7,8 t/km²/mes durante los tres meses de evaluación y el área 6 “cocina” con concentraciones de 8,28 t/km²/mes, 9,55 t/km²/mes y 7,3 t/km²/mes, dichas concentraciones se deben a que estas áreas se encuentran próximas a una de las calles transitables de la universidad, al barrido y limpieza de las áreas y a la frecuencia de los vientos.

Méndez *et al.* (2015) y Blanco (2006), identificaron hongos como *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Candida sp.*, durante la evaluación en seis áreas turísticas, en contraste con los resultados obtenidos en la presente investigación se encontraron los mismos géneros en las seis áreas evaluadas durante los 3 meses, donde en las Tablas 07, 08 y 09 se muestran la diversidad de hongos identificados, siendo el área de mayor diversidad de hongos el área 2 “caseta gallito de las rocas” con un total de 5 géneros (*Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Geotrichum sp.*, *Candida sp.*) seguido por el área 1 “Boletería” donde se identificaron 3 género(*Geotrichum sp.*, *Penicillium sp.*, *fusarium sp.*) el área con menos géneros de hongos identificados fue el área 5 encontrándose 2 géneros (*Epirophyton sp.*, *Geotrichum sp.*).

Romero y Castañeda (2015) & Ramos (2019), indican que los microorganismos patógenos más frecuentes son: *Staphylococcus sp.*, *Enterobacter sp.*, *Bacillus sp.*, el cual dan lugar a infecciones y enfermedades relacionadas a la conjuntivitis, diarreas e infecciones pulmonares, por otro lado Blanco (2006), indica que los hongos como *Penicillium sp.*, *Mucor sp.*, *Alternaria sp.*, causan enfermedades como alveolitis alérgica, asma, García *et al.* (2001), menciona que el género *Aspergillus sp.*, es un hongo oportunista y toma ventaja en pacientes inmunocomprometidos, al comparar nuestros resultados y según el grado de patogenicidad se puede corroborar la presencia de éstos y otros microorganismos siendo los más frecuentes: *Staphylococcus sp.*, *Bacillus sp.*, *Streptobacillus sp.*, *klepsiella pneumoniae*, *Enterobacter agglomerans*, *Cocobacillus sp.*, *Enterobacter hafniae*, algunas menos frecuentes como: *Shigella sp.*, *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus*, el cual están relacionadas a la presencia de heces de los animales, animales silvestres mal manejados sanitariamente, alimentos en descomposición, residuos sólidos y aguas estancadas; respecto a los hongos con mayor frecuencia se obtuvo la presencia de: *Penicillium sp.*, *Geotrichum sp.*, *Fusarium sp.* y *Aspergillus sp.* los menos frecuentes son: *Epirophyton sp.*, *Microsporium sp.*, los cuales son hongos patógenos que pueden llegar a provocar enfermedades como la tiña, enfermedades a la piel y ciertas infecciones pulmonares y se justifica de acuerdo al Decreto Real 664/97 (2014) de la Norma Europea el cual registra a bacterias y hongos según el grado de riesgo y enfermedades provocadas en el ser humano.

Según Gonzales (2006), indica que de acuerdo a la percepción del público el 42,5 % de las personas encuestadas durante su visita al centro histórico de la ciudad de Guadalajara, México, mencionan que algunos signos y síntomas que presentan estas personas son irritaciones a los ojos y nariz, dolor de cabeza y detección de olores desagradables que se ven relacionadas con las enfermedades respiratorias, por otro lado determinó que la calidad microbiológica del aire en el centro de la ciudad es regular y mala; en contraste con la encuesta aplicada en la Microestación Biológica – Zoocriadero y de acuerdo a la percepción de la calidad del aire por la población visitante se afirma que el 36% indican que la calidad del aire es buena, el 48% indica que es regular y el 10% afirma que es mala; por otro lado el 48% de la población encuestada afirma que presenta dolores de cabeza y fiebre, el 24% irritaciones en la piel y alergias. Asimismo, el 60% de los trabajadores afirma que la calidad del aire es regular, el 20% indica que es buena y otro 20% indica que es muy mala, por otro lado, el 43 % presentan alergias a la piel y el 29% presentan garganta irritada corroborando de esta manera que las patologías presentadas se deben a la presencia de microorganismos el cual se ven relacionadas con estos malestares.

Con relación a la relevancia del presente trabajo de investigación en términos de contribución a la problemática de salud y bioseguridad ambiental, se debe resaltar el haber encontrado una alta influencia de microorganismos patógenos y oportunistas.

Finalmente, la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en la época húmeda es buena en 5 áreas (1, 2, 3, 5 y 6) y mala en el área 4 “caseta del otorongo”.

Las especies microbiológicas identificadas en la época húmeda de la Microestación Biológica – Zoocriadero, fueron en total 27 géneros, de las cuales 20 bacterias y 7 hongos; las bacterias más frecuentes fueron: *Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Enterobacter agglomerans*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter hafniae* y algunas bacterias patógenas para el hombre como: *Streptococcus sp.*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus anthracis*, las menos frecuentes: *Shigella sp.*, *Escherichia sp.*, los hongos de mayor frecuencia son: *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Geotrichum sp.*, también se identificó algunos hongos patógenos como: *Microsporium sp.*, *Epirophyton sp.*, los demás géneros suelen presentarse como oportunistas en paciente inmunocomprometidos.

Los trabajadores indican que la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva es regular; asimismo, algunas patologías presentadas según la población visitante son dolores de cabeza y fiebre, irritaciones a la piel y alergias; en trabajadores las patologías presentadas son dolores de cabeza, alergias a la piel y garganta irritada.

Conflicto de interes

Los autores no declaran ningun conflictos de interés.

Agradecimientos

A nuestras casas de estudios Universidad Nacional Agraria de la Selva, Universidad de Huánuco y Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.

Referencias

- Adell, E. (2014). Material particulado y bioaerosoles en el aire de granjas de aves y conejos: cuantificación, caracterización y medidas de reducción. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. 74p. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/44231/ADELL%20Material%20particulado%20y%20bioaerosoles%20en%20el%20aire%20de%20granjas%20de%20aves%20y%20conejos%3A%20cuantificaci....pdf?sequence=1>. (Acceso julio 2021).
- Barahona, S.K. (2010). Estudio microbiológico del material particulado atmosférico de Santiago mediante herramientas de biología molecular. Tesis MSc. Gestión y Planificación Ambiental. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 75 p. Disponible en <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Salvador%20Barahona.pdf>, (Acceso julio 2021).
- Blanco, L. (2006). Caracterización del material particulado como factor de riesgo sobre la salud en la localidad de Puente Aranda, Bogotá D.C. Colombia. Acta Nova, Bogotá, 3(2), 250-285 p. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892006000100009&script=sci_arttext. (Acceso julio 2021).
- Castañeda, D., & Romero, F. (2015). Determinación de las bacterias en el aire del laboratorio de microbiología de la facultad de medio ambiente y recursos naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas asociadas a posibles afecciones en la salud. Tesis Tec. Saneamiento ambiental. Bogotá D.C.C. 83 p. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3997>. (Acceso julio 2021).

- CEPIS (Centro de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). (2005). Manual de Auto instrucción. Orientación para el control de la contaminación del aire. Estados Unidos. 2(6), 125 p.
- Catalán Vásquez, M. (2006). Estudio de la percepción pública de la contaminación microbiológica del aire y sus riesgos para la salud. Perspectivas teóricas y metodológicas. *Revistas del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, México. Segunda época, 19(1), 28-37 p.* Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-75852006000100004. (Acceso julio 2021).
- Cortes, A., & Corleto, D. (2012). Comparación de los métodos de Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación del polvo atmosférico sedimentable. Tesis Lic. Químico. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 161 p. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/164640302/Trabajo-de-Graduacion-Comparacion-de-los-Metodos-de-Bergerhoff-y-Placas-Receptoras-para-la-Cuanti>. (Acceso julio 2021).
- Cruz, O., & Jiménez, P. (2005). Evaluación de la contaminación del aire por microorganismos oportunistas. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería ambiental y sanitaria. Bogotá D.C. 167 p. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1169&context=ing_ambiental_sanitaria. (Acceso julio 2021).
- Constitución política del Perú. Art 2. Perú. 29 dic.1993. Disponible en: https://www.oas.org/juridico/spanish/per_res17.pdf. (Acceso julio 2021).
- De La Rosa, M., Ullacan, C. (2020). El aire: Habitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio Medioambiental, 1139-1987(5), 375-402p.* Disponible en: <https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/OBMD0202110375A>. (Acceso julio 2021).
- DECRETO REAL 664/97. (2014). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos. España. 20-350 p. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1997/BOE-A-1997-11144-consolidado.pdf>. (Acceso julio 2021).
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental, Perú). (2005). Protocolo de Monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos. Lima, Perú, 71 p. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf. (Acceso julio 2021).
- García, P., García, R., & Domínguez, I. (2001). Otomicosis: aspecto clínicos y microbiológicos. Cadiz, España. *Revista Diagn.Biol., 50(1), 7-22 p.* Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-79732001000100003. (Acceso julio 2021).
- Ghosh, B., & Srivastava, A. (2015). Review of bioaerosols in indoor environment with special reference to sampling, analysis and control mechanisms. *Environment International, 85, 254-272 p.* <http://doi:10.1016/j.envint.2015.09.018>.
- Gonzales, Y. (2006). Evaluación del aire en seis áreas turísticas de la ciudad de Nevada. Tesis Doc. Nevada. 386 p.
- Hernández, A., & Romero, R. (2013). Microbiología y parasitología humana. México. Edición Medica Panamericana. 1802 p.
- Hernández, A., & Marín, A. (2013). Protocolo de muestreo microbiológico del aire para el laboratorio de análisis de aguas y alimentos de la universidad tecnológica de Pereira. Tesis Tec. Químico. Pereira, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira. 119 p. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/140853>. (Acceso julio 2021).
- Holdridge, L. (1982). Ecología basada en zonas de vida. Ed. Agroamerica, 216 p. Disponible en: <http://www.cct.or.cr/contenido/wp-content/uploads/2017/11/Ecologia-Basada-en-Zonas-de-Vida-Libro-IV.pdf>. (Acceso julio 2021).
- Hurtado, L., Rodríguez, G., López, J., & Castillo, J. (2014). Characterization of atmospheric bioaerosols at 9 sites in Tijuana, Mexico. *Atmospheric Environment journal, 96, 430-436 p.* <http://doi:10.1016/j.atmosenv.2014.07.018>.
- Heo, K. J., Kim, H. B., & Lee, B. U. (2014). Concentration of environmental fungal and bacterial bioaerosols during the monsoon season. *Journal of aerosol science, 77, 31-37.* <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2014.07.001>
- Heo, K. J., Lim, C. E., Kim, H. B., & Lee, B. U. (2017). Effects of human activities on concentrations of culturable bioaerosols in indoor air environments. *Journal of aerosol science, 104, 58-65.* <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2016.11.008>
- Lozano, R. (2013). Determinación del grado de partículas atmosféricas sedimentables, mediante el método de muestreo pasivo, zona urbana-ciudad de Moyobamba, 2012. Tesis Ing. Ambiental. Moyobamba, Perú, Universidad

- Nacional de San Martín-Tarapoto, 73 p. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/1084>. (Acceso julio 2021).
- López, C.S. (2015). Protocolo de prácticas de microbiología general. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Perú. 6 p. Disponible en:
- Marcos, R., Cabrera, M., Laos, H., & Mamani, D. (2015). Estudio comparativo para la determinación del polvo atmosférico sedimentable empleando las metodologías de tubo pasivo y de placas receptoras en la ciudad universitaria de San Marcos. Lima. Centro de desarrollo e investigación en temas fluidos CEDIT. Lima. 49-59 p. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/publicaciones/rev_cedit/2008_V03/pdf/a06v3.pdf. (Acceso julio 2021).
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). (2005). Ley general del ambiente – ley N° 28611, ley de creación, organización y funciones del ministerio del ambiente. DL N° 1013. Lima, Perú. 168 p. Disponible en: <http://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/DecretosLegislativos/01013.pdf>. (Acceso julio 2021).
- Méndez, K., Sánchez, J. (2015). Identificación de bacterias y hongos en el aire de Neiva, Colombia. Rev. Salud Pública, 17(5), 1-145 p. <https://doi.org/10.15446/rsap.v17n5.38468>.
- Mortazavi, R., & Ariya, P. (2015). The impact of renovation on indoor airborne bacterial and fungal populations. Indoor and Built Environment, 1–11 P. <https://doi.org/10.1177/1420326X15610396>.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2015). Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud pública en América latina y el caribe. Washington DC: 23-24 P.
- Ramos, L. (2019). Microorganismos patógenos del aire presentes en las partículas atmosféricas sedimentables de las áreas verdes de Tingo María (abril-junio 2018). Perú, 60-80 p. Disponible en: <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1454>. (Acceso julio 2021).
- Romero, C., & Castañeda, D. (2015). Determinación de bacterias en el aire del laboratorio de microbiología de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital de Francisco José de Caldas asociadas a posibles afecciones en la salud. Tesis. Bogotá DC. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 83 p. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3997>. (Acceso julio 2021).
- Sandoval, M. (2015). Indicadores de la salud ambiental para la toma de decisiones. Determinantes ambientales y sociales de la salud. Ed. OPS Mc Gram Hill interamericana. Washington. DC. 155- 167 P.
- SENHAMI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Perú). (2019). registro de temperatura y humedad relativa en Tingo María. Perú. [en línea]: SENHAMI. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>. (Acceso julio 2019)
- UNAS (Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María). (2020). Informe de datos meteorológicos, gabinete de meteorología y climatología de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, UNAS, Tingo María. 3p.
- Zuta, R. (2001). Análisis de la concentración de partículas atmosféricas por gravedad. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de ciencias Físicas. Perú. 2(2): 32-34 p.