

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN SEIS ÁREAS DE LA
MICROESTACIÓN BIOLÓGICA- ZOOCRIADERO DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA – TINGO MARIA – PERÚ**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

LUZBELITH OLIVERA BARBOZA

Tingo María – Perú

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 019-2020-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 09 de Octubre de 2020, a horas 09:00 a.m. en la en la Sala Virtual del Departamento Académico de Ciencias Ambientales para calificar la Tesis titulada:

“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN SEIS ÁREAS DE LA MICROESTACION BIOLÓGICA - ZOOCRIADERO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA – TINGO MARÍA – PERÚ”

Presentado por la Bachiller: **OLIVERA BARBOZA, Luzbelith**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO AMBIENTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 19 de Octubre de 2020

Mcblgo. MSc. LUIS ALBERTO SANCHEZ ROMERO
PRESIDENTE

Ing. MSc. VICTOR MANUEL BETETA ALVARADO
MIEMBRO

Ing. MSc. ANDY WILLIAMS VELA ZEVALLOS
MIEMBRO



Dr. LUIS EDUARDO ORE CIERTO
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN SEIS ÁREAS DE LA
MICROESTACIÓN BIOLÓGICA- ZOOCRIADERO DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA – TINGO MARIA – PERÚ

Autor	: OLIVERA BARBOZA, Luzbelith
Asesor	: Dr. ORE CIERTO, Luis Eduardo
Programa de investigación	: Ciencias y tecnologías ambientales
Línea de investigación	: Niveles de contaminación ambiental
Eje temático de investigación	: Contaminación del aire
Lugar de ejecución	: Laboratorio de microbiología - UNAS
Duración del trabajo	:
	Fecha de Inicio : 01 de noviembre 2019
	Termino : 01 de julio 2020
Financiamiento	: MONTO S/.
FEDU	:0.00
Propio	: 8701.00
Otros	:0.00

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido alcanzar cada uno de mis objetivos y haberme brindado salud, sabiduría y las fuerzas necesarias para lograrlos, además de su bondad y amor infinito.

A mis queridos padres ANGELINO OLIVERA DELGADO y DONATILA BARBOZA VASQUEZ por su apoyo incondicional a través del tiempo, y por ser el pilar fundamental y la motivación para lograr todo lo que he alcanzado.

A mis hermanos MIGUEL, LEIDI, MARIA y JHONY por el apoyo incondicional durante mi formación académica y los consejos que han sido de gran ayuda para mi vida, a mis Familiares ANGEL ARAUJO por estar en los momentos más importantes de mi vida y a todos aquellos que participaron directa e indirectamente en el desarrollo de la presente tesis.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por las bendiciones, por brindarme salud y por permitirme disfrutar a mi familia superando todos los obstáculos y dificultades a lo largo de mi camino.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA por acogerme en sus aulas durante mi formación profesional. A los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental, por guiar y brindarme sus conocimientos y experiencias durante mi formación.

Al Dr. Luis Eduardo Ore Cierzo asesor del presente trabajo de investigación, a los señores miembros del jurado calificador: Mtblgo MSc. Luis Alberto Sánchez Romero, MSc. Víctor Manuel Beteta Alvarado y MSc. Andy Williams Vela Zevallos por sus oportunas sugerencias en el presente trabajo.

Al Dr. MSc. Mtblgo. César Samuel López López por la orientación y confianza brindada, de igual manera agradecer al Dr. Infectólogo - Tropicalista Jorge L. Chumbes Pérez, Dr. José Alexander Chahua Solano, Dra. Elizabeth N. Araujo Sánchez y a la Ing. Delia Yolanda Sías Baylón por su aporte, apoyo y guía en la presente tesis.

A la Microestación Biológica-Zoocriadero y al laboratorio de Microbiología General de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en especial al Ing. Richard Sías Rodríguez por su orientación en el desarrollo de los análisis microbiológicos, importante objetivo en la presente tesis.

A mis amigos (Elida Saucedo, Elvira Santos, Delia Sías, Fiorella Navarro, Bryan Ames, Luz Cocca, Cristian Alderete, Luis Peña, Erick Astochado) por su apoyo en los monitoreos microbiológicos.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1. Calidad del aire	6
2.2.2. Calidad microbiológica del aire.....	6
2.2.3. Microorganismos.....	9
2.2.4. Transporte de contaminantes.....	13
2.2.5. Partículas atmosféricas sedimentables (PAS).....	13
2.2.6. Técnicas de muestreo para partículas atmosféricas sedimentables	14
2.2.7. Técnica de muestreo por borboteo en líquidos.....	15
2.2.8. Métodos de identificación microbiana.....	15
2.2.9. Los contaminantes y su efecto en la salud	15
2.2.10. Enfermedades transmitidas por el aire	16
2.2.11. Marco normativo.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Descripción de la zona de trabajo	22
3.1.1. Ubicación política y geográfica.....	22
3.1.2. Identificación del área de estudio	23
3.1.3. Ubicación geográfica de las áreas de muestreo.....	23

3.1.5. Aspectos climatológicos	24
3.1.6. Vegetación	24
3.1.7. Actividad económica	24
3.2. Equipos y Materiales.....	24
3.2.1. Equipos de muestreo	24
3.2.2. Equipos de laboratorio	25
3.2.3. Materiales de laboratorio.....	25
3.2.4. Materiales de muestreo.....	25
3.2.5. Medios de cultivo	25
3.2.6. Reactivos	26
3.2.7. Medios de cultivo para pruebas bioquímica	26
3.2.8. Softwares usados.....	26
3.3. Tipo y nivel de investigación	26
3.3.1. Tipo de investigación	26
3.3.2. Nivel de investigación	27
3.3.3. Variable de investigación	27
3.3.4. Variables intervinientes	27
3.3.5. Diseño de investigación	27
3.3.6. Población y muestra.....	28
3.3.7. Tipo de muestreo	28
3.4. Metodología.....	29
3.4.1. Identificación del área de estudio	29

3.4.2. Muestreos	29
3.4.3. Determinación de los parámetros físicos: Temperatura, humedad relativa, precipitación, partículas atmosféricas sedimentables del aire y rosa de viento	30
3.4.4. 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.....	34
3.4.5. Evaluación de la percepción del público en general y trabajadores sobre la calidad del aire de la Microestación Biológica - zoocriadero	37
3.5. Análisis estadístico	38
IV. RESULTADOS	40
4.1. Determinación de los parámetros físicos: Temperatura, humedad relativa, precipitación, partículas atmosféricas sedimentables del aire y rosa de viento en la época húmeda.....	40
4.1.1. Temperatura, humedad relativa y precipitación	40
4.1.2. Concentración de las PAS	42
4.1.3. Rosa de viento	43
4.2. Identificación de las especies microbiológicas en seis áreas de la Microestación Biológica- Zoocriadero y contraste con los estándares de calidad del aire.....	45
4.2.1. Numeración de microorganismos aerobios viables (NMAV) y Mohos y levaduras (NML)	45
4.2.2. Identificación de bacterias.....	47
4.2.3. Identificación de hongos.....	49

4.2.4. Clasificación de microorganismos patógenos para el hombre y el grupo de riesgo al que representan	51
4.3. Evaluación de la percepción del público en general y trabajadores sobre la calidad del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero	56
4.3.1. Percepción del público respecto a la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.....	56
4.3.2. Percepción de los trabajadores respecto a la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.....	58
V. DISCUSIÓN.....	61
VI. CONCLUSIONES	68
VII. RECOMENDACIONES	70
VIII. ABSTRACT.....	71
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
X. ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Sustancias contaminantes y efectos sobre la salud.....	16
2. Enfermedades bacterianas transmitidas por el aire	17
3. Enfermedades fúngicas transmitidas por el aire	18
4. Límite máximo permisible de las PAS para diferentes métodos	19
5. Estándares de contaminantes sedimentables por países	20
6. Grupo de riesgo de los agentes biológicos	21
7. Coordenadas geográficas de las seis áreas de muestreo	23
8. Escala de índice de correlación Pearson.....	39
9. Parámetros meteorológicos promedios diarios obtenidas durante el muestreo.....	41
10. Concentración de las PAS obtenidos durante el muestreo.....	42
11. Promedio de los tres meses de la concentración de NMAV y NML	46
12. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de noviembre 2019..	47
14. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de enero 2020	49
15. Diversidad de hongos identificados en el mes de noviembre 2019.....	50
16. Diversidad hongos identificados en el mes de diciembre del 2019	50
17. Diversidad de hongos identificados en el mes de enero 2020.	51
18. Diversidad de bacterias patógenas para el hombre y grupo de riesgo al que representan	52
19. Diversidad de hongos patógenos para el hombre y grupo de riesgo al que representan	54
20. Correlación entre las PAS y la diversidad de microorganismos.....	79
21. Correlación entre la diversidad de microorganismos y la T (°C)	80
22. Correlación entre la diversidad de microorganismos y la HR (%)	81

23. Correlación entre la diversidad de microorganismos y la PP(mm)	83
24. Detalle de las Temperaturas diarias obtenidas durante el muestreo .	105
25. Detalle de la humedad relativa diarias obtenidas durante el muestreo.....	106
26. Detalle de la precipitación obtenidas para los 3 meses de muestreo.	107
27. Detalle de los cálculos realizados para Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de noviembre.	107
28. Detalle de la concentración de Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de noviembre.	108
29. Detalle de los cálculos realizados de la concentración de Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de diciembre. ...	108
30. Detalle de la concentración de las Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de diciembre.	109
31. Detalle de los cálculos realizados de la concentración de Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de enero.	109
32. Detalle de la concentración de las Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de enero.....	110
33. Detalle del recuento de Numero de Microorganismos Aerobios Viables (NMAV)	111
34. Detalle del recuento de Numero de Mohos y Levaduras (NML).....	112
35. Detalle de las bacterias identificadas en seis áreas de Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de noviembre 2019...	113
36. Detalle de las bacterias identificadas en seis áreas de Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de diciembre 2019....	114
37. Detalle de las bacterias identificadas en seis áreas de Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de enero 2020.	115
38. Detalle de las bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en seis áreas de la Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de noviembre 2019.	116

39. Detalle de las bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en seis áreas de la Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de diciembre 2019.	117
40. Detalle de las bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en seis áreas de la Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de enero 2020.....	118
41. Detalle de la identificación de la diversidad de bacterias patógenas para el hombre.....	119
42. Detalle de la identificación de la diversidad de hongos patógenas para el hombre.....	122
43: Bacterias identificadas en el microscopio de las seis áreas de muestreo.....	147
44: Hongos identificados en el microscopio de las seis áreas de muestreo.....	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa de ubicación de las seis áreas de muestreo	22
2. Diseño no experimental del trabajo de investigación	28
4. Parámetros meteorológicos promedio de las seis áreas de muestreo ..	41
5. Concentración de PAS referente al nivel permisible de la OMS	43
6. Dirección del viento perteneciente al mes de noviembre 2019.	44
7. Dirección del viento perteneciente al mes de diciembre 2019	44
8. Dirección del viento perteneciente al mes de enero 2020	45
10. Diversidad total de microorganismos en cada área de muestreo.....	55
11. Percepción del público sobre la calidad microbiológica del aire.....	57
12. Molestias presentadas al visitar la Microestación Biológica	57
13. Percepción de los trabajadores sobre la calidad microbiológica del aire.....	59
14. Síntomas presentados durante su estancia en el zocriadero.....	59
15. Percepción sobre los malestares presentados	60
16. Rosa de viento perteneciente al mes de noviembre del 2018.....	90
17. Rosa de viento perteneciente al mes de diciembre del 2018.....	90
18. Rosa de viento perteneciente al mes de enero del 2019	90
19. Vista satelital de la Rosa de viento perteneciente al mes de noviembre 2018 y 2019.....	91
20. Vista satelital de la Rosa de viento perteneciente al mes de diciembre 2018 y 2019.....	91
21. Vista satelital de la Rosa de viento perteneciente al mes de enero 2019 y 2020	92
22. Variación de la temperatura diaria obtenida durante los muestreos ..	105

23. Variación de la humedad relativa obtenidas durante el muestreo	106
24. Género	123
25. Edad.....	124
26. Grado de instrucción	124
27. Motivo de su visita al zoológico.....	125
28. Tiempo que tarda en recorrer el zoológico.....	126
29. Frecuencia de su visita al zoológico.	126
30. Opinión sobre calidad microbiológica del aire.....	127
31. Importancia del tema calidad microbiológica del aire.....	128
32. Opinión sobre el grado de afectación a la salud	128
33. Consume alimentos durante la visita al zoológico.....	129
34. Conocimiento de contraer enfermedades en lugares recreativos	129
35. Presenta molestias durante o después de su visita al zoológico	130
36. Molestias presentadas durante o después de su visita al zoológico	130
37. Opinión sobre las molestias presentadas	131
38. Causa de la contaminación microbiológica del aire en el zoológico	131
39. Percepción de la calidad microbiológica del aire	132
40. Acciones para mejorar la calidad microbiológica del aire del zoológico	132
41. Lugares donde se corre más riesgo de respirar aire contaminado por microorganismos	133
42. Lugares donde reportaría un caso de contaminación del aire	134
43. Clasificación de los trabajadores por genero	134
44. Clasificación de los trabajadores por edad	135

45. Grado de instrucción de los trabajadores del zocriadero	135
46. Ocupación de los trabajadores del zocriadero	136
47. Tiempo de prestación de servicio al zocriadero	136
48. Horas de trabajo prestado al zocriadero	137
49. Percepción sobre la calidad microbiológica del aire	137
50. Opinión sobre la importancia del tema	138
51. Afectación a la salud la mala calidad del aire	138
52. Percepción sobre la calidad microbiológica del aire	139
53. Cuenta con seguro medico.....	139
54. Frecuencia con la visita al medico	140
55. Accidentes ocasionados por instrumentos y equipos	140
56. Accidentes ocasionados por ataques de animales	141
57. Zonas del cuerpo más afectadas.....	141
58. Síntomas presentados durante su estancia en el zocriadero.....	142
59. Percepción sobre los malestares presentados	142
60. Suministro de oxígeno artificial.....	143
61. Se ha realizado examen radiológico.....	143
62. Opinión sobre las instalaciones donde trabaja	144
63. Opinión sobre las causas de la contaminación microbiológica del aire.....	144
64. Acciones a tomar en cuenta para preservar la calidad microbiológica del aire en el zocriadero	145
65. Lugares donde se corre más riesgo de respirar aire contaminado por microorganismos	145
66. Lugares donde reportaría un evento de contaminación del aire	146
67. Presencia de heces de aves	151

68. Presencia de aguas estancadas.....	151
69. Presencia de alimentos en descomposición	152
70. Presencia de heces y residuos solidos	152
71. Pesado de placas para el monitoreo de las PAS	153
72. Instalación de los soportes para el monitoreo de PAS.....	153
73. Recolección de las placas de monitoreo de las PAS	154
74. Pesado de las placas de monitoreo de las PAS	154
75. Área 1– Boletería	155
76. Área 2– Caseta Gallito de las rocas	155
77. Área 3– Caseta de las tortugas	156
78. Área 4– Caseta del otorongo.....	156
79. Área 5– Caseta de los monos	157
80. Área 6– Cocina	157
81. Medición de la Temperatura (°C).....	158
82. Medición de la Humedad Relativa (%).....	158
83: Pesado del agar BHI para el muestro microbiológico	159
84: Solución de agar BHI para el muestro microbiológico	159
85: Materiales usados para realizar el muestreo microbiológico.....	160
86. Medios de cultivos utilizados para la identificación de microorganismos	160
87. Muestreo microbiológico en el área 1	161
88. Muestreo microbiológico en el área 2	161
89. Muestreo microbiológico en el área 3	162
90. Muestreo microbiológico en el área 4	162
91. Muestreo microbiológico en el área 5	163
92. Muestreo microbiológico en el área 6	163

93. Medios de agar para crecimiento de microorganismos.....	164
94. Crecimiento de bacterias en los diferentes medios de cultivos	164
95. Siembra de hongos en agar sabouraud.....	165
96. Medios de crecimiento para la diferenciación bioquímica	165
97. Reactivos y colorantes utilizados para la identificación de bacterias y hongos	166
98. Siembra de las bacterias para la diferenciación bioquímica	166
99. Realización de las pruebas bioquímicas.....	167
100. Lectura de pruebas bioquímicas.....	167
101. Crecimiento y siembra de hongos en Agar Sabouraud.....	168
102. Crecimiento e identificación de hongos en Agar Sabouraud.....	168
103. Crecimiento e identificación de bacterias	169
104. Observación de bacterias y hongos en el microscopio electrónico ..	169
105. Equipo técnico de apoyo de monitoreo microbiológico	170
106. Aplicación de la encuesta piloto	170
107. Aplicación de la encuesta general	171
108. Aplicación de la encuesta para visitantes	171
109. Aplicación de la encuesta para visitantes	172

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.

I. INTRODUCCIÓN

El aire es un medio de dispersión de muchos microorganismos y virus, no existe normas o estándares específicos que indiquen el nivel permisible de los microorganismos, pero algunos investigadores consideran que dicho límite bacteriano estaría comprendido entre 300 a 1000 UFC/m³; dichos microorganismos proceden de distintas fuentes, donde viven, se alimentan y se reproducen en él. 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 velocidad y dirección del viento, además de otros factores ambientales la estabilidad atmosférica; 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.

El material particulado es uno de los parámetros más estudiados en la actualidad. Muchos investigadores hacen referencia a las partículas atmosféricas suspendidas, en particular a aquellas partículas con tamaño menor a 10 micrómetros (PM₁₀), y al daño que causan en la salud de la población causando graves problemas al penetrar en áreas muy pequeñas y sensibles en

las vías respiratorias trayendo consigo enfermedades pulmonares e infecciones respiratorias e incluso, en algunos casos, la muerte.

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 las heces de los animales, aguas estancadas, residuos sólidos, alimentos en descomposición 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, se formula la siguiente interrogante ¿Cuál es la calidad microbiológica del aire en seis áreas de la microestación biológica-zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María – Perú? De la misma manera se planteó la siguiente hipótesis, la calidad microbiológica del aire es buena en seis áreas de la Microestación Biológica-zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María – Perú.

Objetivo general

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.

Objetivos específicos

- Determinar los parámetros físicos: Temperatura, humedad relativa, partículas atmosféricas sedimentables, precipitación y rosa de viento en la época húmeda.
- Identificar las especies microbiológicas en seis áreas de la Microestación Biológica-Zoocriadero en la época húmeda y contrastar con los estándares de calidad del aire.
- Evaluar la percepción del público en general y trabajadores sobre la calidad microbiológica del aire de la Microestación Biológica-Zoocriadero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Un primer trabajo se realizó en dos ciudades del país de Argentina dirigido por el Instituto de Medicina Regional (IMR, 2003), en donde estudiaron los microhongos anemófilos de las ciudades de Resistencia y Corrientes, ubicadas en el nordeste argentino, encontrándose una variedad de microorganismos en el aire, asimismo, en la ciudad de Resistencia se observó un mayor número de taxas (323) que en Corrientes, (248) siendo más notoria esta diferencia en otoño junto a una mayor diversidad de géneros (34/28). Los géneros más frecuentes en ambas ciudades fueron: *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Phoma*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Curvularia* y *Trichoderma*. Un buen número de los hongos aislados son de interés en salud pública por sus capacidades oportunistas en diversos cuadros clínicos, así como en alergias o micotoxicosis.

Tanto la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) han reportado, en un estudio realizado sobre la calidad del aire cifras que resaltan el efecto negativo en la salud pública ocasionado por la mala calidad del aire en las distintas ciudades del mundo, generando 1.34 millones de muertes prematuras atribuibles

a la contaminación por partículas y microbiológica del aire en las ciudades (OMS, 2016).

Asimismo, otro estudio realizado por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) de la OMS, concluyó, en base a estudios científicos, que la contaminación del aire en ambientes externos provoca cáncer en el ser humano, y que las partículas atmosféricas vinculadas a los contaminantes biológicos tienen una relación estrecha con la creciente incidencia de cáncer al pulmón además de cáncer de vías urinarias y vejiga (IARC, 2013).

Según RAMOS (2019), en su trabajo de investigación acerca de microorganismos patógenos del aire presentes en las partículas atmosféricas sedimentables de las 7 áreas verdes de Tingo María menciona, que la diversidad de patógenos caracterizados fueron 28 géneros, las bacterias frecuentes: *Staphylococcus sp*, *Bacillus sp*, *Pantoea agglomerans*, los hongos de relevancia: *Candida sp*, *Rhizopus sp*, *Aspergillus sp*. y algunos fitopatógenos como *Fusarium sp*, *Trichoderma sp*, *Richosporium sp* y *Botrytis sp*; según la prueba Pearson existe buena correlación estadísticamente significativa entre las concentraciones de PAS y los microorganismos patógenos del aire.

Según ZUTA (2001), menciona que los cambios climáticos ocasionados de manera natural y por las actividades antropogénicas tienen un efecto notable en los microorganismos ya que, pequeñas variaciones en la temperatura, humedad, radiación solar, dirección y velocidad del viento alteran

ya sea a favor o en contra de su desarrollo y por ende aumenta o disminuye la amenaza que éstos tienen para otras especies, incluyendo al ser humano.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad del aire

La calidad del aire se refiere a la presencia en mayor o menor medida de contaminantes en la atmósfera que puedan causar peligro a la salud humana, para el medio ambiente en su conjunto y para otros bienes de cualquier naturaleza. Se han establecido índices de calidad de aire en base a estudios científicos que proporcionan valores indicativos sobre el estado de la atmósfera respecto a los tipos de contaminantes (CABALLERO-SEGURA *et al.*, 2006).

2.2.2. Calidad microbiológica del aire

El aire es un medio que alberga muchos tipos de bacterias, esporas de hongos, algas, protozoos, polen, ácaros del polvo con un diámetro entre 0.5 y 100 micras los cuales se encuentran suspendidos en él (CABALLERO-SEGURA *et al.*, 2006).

La presencia de uno y otro tipo de microorganismo depende del origen, de la dirección e intensidad del viento; las bacterias más frecuentes son los bacilos pleomórficos Gram positivos (*Corynebacterium sp*) y los cocos Gram positivos (*Micrococcus* y *Staphylococcus*), los bacilos Gram negativos se encuentran en menor cantidad y éstos disminuyen con la altura (DE LA ROSA, *et al.*, 2002).

El principal impacto de la contaminación del aire por microorganismos es la que se presenta en la salud humana, cuyos factores

climáticos que influyen de manera determinantes son la velocidad y dirección del viento, así como la estabilidad atmosférica los cuales determinan su dispersión, afectando no solo a la población del lugar donde se originan, sino que puede influir en otros sectores más lejanos a través del transporte aéreo (HURTADO *et al.* 2014). Es importante conocer que un individuo respira al día entre 12 000 a 14 000 litros de aire en donde el 99.8% de los microorganismos en el aire quedan retenidos en las vías respiratorias (ROSAS, 2003).

Los síntomas que se asocian a la contaminación del aire por microorganismos en grandes zonas metropolitanas son: el incremento de enfermedades respiratorias crónicas y agudas, aumento de muertes asociadas a la contaminación atmosférica, la disminución de la capacidad respiratoria, la frecuencia de enfermedades cardíacas y ataques de asma, así como el aumento en la frecuencia de cánceres pulmonares (CATALÁN-VÁZQUEZ, 2006, GARIBAY *et al.*, 2007).

Las bacterias constituyen uno de los grupos más abundantes en el medio ambiente; en ambientes naturales se les encuentra en el suelo, agua y plantas como organismos saprobios y en las aeropartículas predominan en las partes más bajas de la atmósfera y cerca de las fuentes locales de su generación, varían en forma, tamaño, composición química y origen natural, biológico o antropogénico que determinan su presencia en la atmósfera y efectos sobre la calidad del aire y salud (BALÁSHAZY *et al.*, 2009).

Las mayores concentraciones de los microorganismos suelen encontrarse junto al suelo, sobre todo en los dos metros inferiores que constituye

el microclima del hombre, y disminuyen hasta los 200 metros y se hacen escasos a los 5000 metros siendo mayor en zonas pobladas; en las zonas desérticas no hay más de lo que aportan los vientos de las zonas habitacionales próximas (DE LA ROSA, *et al.*, 2002).

El hombre y los animales también constituyen una fuente importante de bacterias patógenas y oportunistas como *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus sp.* comunes en la nasofaringe humana que se expulsan por gotas de saliva al hablar, estornudar, toser, escupir o reír, la descamación de cabello y piel son una fuente constante de virus y microorganismos patógenos; las heces de los animales y humanos pueden contaminar el suelo con microorganismos potencialmente patógenos y son responsables de la transmisión de las enfermedades comunes del aparato respiratorio así como infecciones en los ojos, piel y vías urinarias, algunos microorganismos patógenos pueden quedar suspendidos posteriormente en la atmósfera (REY y FULA, 2005).

Estudios sobre la caracterización de bioaerosoles han identificado tanto en aire de espacios abiertos como cerrados a *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Penicillium sp.* y *Aspergillus sp.* como géneros fúngicos más comunes, dichos microorganismos causan posibles alergias respiratorias, dentro de los géneros bacterianos identificados se encuentran *Staphylococcus sp.* (MORTAZAVI y ARIYA, 2015).

Algunos patógenos oportunistas aéreos pueden ser relativamente inofensivos para personas sanas, pero pueden ser ofensivos para aquellas personas inmunocomprometidas y causar efectos adversos graves,

dependiendo de la interacción entre el huésped, los microorganismos y la calidad del aire; las variables que intervienen en estos mecanismos son: la concentración de contaminantes aéreos, la presencia de los microorganismos patógenos respirables y el huésped (ADELL, 2014). Todo esto ha generado el aumento en la frecuencia de muertes asociados a la contaminación atmosférica (KI *et al* 2017, BYUNG *et al.*, 2016).

La concentración de microorganismos presentes en el aire se expresa como unidades formadoras de colonias por metro cúbico (UFC/m³) de aire succionado. El ambiente determina de cierta manera la viabilidad de las poblaciones de microorganismos pues éstas dependen de ciertos factores como son la humedad relativa, la temperatura, la falta de sustancias nutritivas, desecación y radiación UV, si las condiciones son inapropiadas se altera la tasa de mortalidad bacteriana y como consecuencia el riesgo a la salud que éstas representan; además, estudios revelan sobre la relación de la concentración de microorganismos en el aire y la presencia de lluvia mencionan que se genera un aumento en la humedad del ambiente lo que favorece el desarrollo de los microorganismos. Por otro lado, éstos pueden ser removidos del aire por la lluvia disminuyendo considerablemente su concentración en la atmosfera, teniendo un efecto favorable en la incidencia de enfermedades y en la salud pública (KI *et al.*, 2014).

2.2.3. Microorganismos

Son seres microscópicos que solo puede verse bajo un microscopio. Los microorganismos incluyen bacterias, protozoos, algas y hongos (JIMENEZ, 2006).

2.2.3.1. Bacterias en el aire

Los microorganismos presentes en el aire se encuentran en tres fases de aerosol bacteriano: en gotas, en el núcleo de las gotas y en el polvo. Su concentración dependerá de factores climáticos y el tipo de microorganismo, las gotas pequeñas de aerosol bacteriano miden de 1 - 10 micras y su densidad determinan su capacidad aerodinámica y el tiempo que los microorganismos permanecen en el aire antes de su sedimentación (GHOSH *et al.*, 2015).

A. Bacterias más frecuentes

— *Bacillus cereus*

Bacteria del genero *Bacillus* que causa envenenamiento por consumo, es un bacilo Gram positivo, esporulado, anaerobio facultativo y móvil, la spora es ovoidea, central y no deformante. Hidroliza la lecitina de la yema de huevo y no fermenta el manitol. La temperatura óptima es de 30 a 37°C. produce dos tipos de toxiinfecciones alimentarias: la forma diarreica y la forma emética (HERNANDEZ y MARIN, 2013; ROMERO, 2007).

— *Staphylococcus aureus*

Es la especie del genero *Staphylococcus*, presenta una forma de cocos Gram positivos, catalasa positiva y anaerobio facultativo; producen intoxicación alimentaria generada por enterotoxinas, sus principales síntomas son: náuseas, vómitos, espasmos abdominales y diarrea; en algunos casos graves provocan cefalea y colapso (HERNANDEZ y MARIN, 2013; ROMERO, 2007).

— **Género *Enterobacter***

Es un género del tipo de bacterias Gram negativas facultativamente anaeróbicas de la familia de Enterobacteriaceae, son patógenas y causa infección oportunista, otras son descomponedores que viven en la materia orgánica muerta, algunas causan infección del tracto urinario y tracto respiratorio (MANDELL, 2006).

— **Género *Citrobacter* y *Escherichia***

Citrobacter junto con *Enterobacter*, *klebsiella* y *Escherichia*, forman el grupo coliformes de bacterias entéricas. Son bacterias móviles, con capacidad para fermentar lactosa, algunas pueden utilizar el citrato. El género *Citrobacter* es un grupo de bacilo Gram negativos aerobios que se encuentran frecuentemente en el suelo, agua, vegetación y como flora saprofita en el tracto intestinal de muchos animales, producen infecciones urinarias, meningitis y abscesos cerebrales (PASCUAL y CALDERON, 2000).

— **Género *Serratia***

Cocos Gram negativos, aerobios, produce pigmentos rojos en medios de cultivos y en algunos alimentos. *S. liquefaciens* es la más transmitida por alimentos, altera productos cárnicos y hortalizas frescas (PASCUAL y CALDERON, 2000).

— **Género *Klebsiella***

Son enterobacterias inmóviles, resistentes a los agentes externos, capaces de producir infecciones en el hombre, son microorganismos

unicelulares, de hábitat variable, las enfermedades que produce son la neumonía, sepsis e infección urinaria (MANDELL, 2006).

2.2.3.2. Hongos en el aire

Los hongos representan un grupo muy importante y son el grupo más numeroso en el ambiente; pero a su vez algunos grupos de hongos pueden provocar enfermedades respiratorias como rinitis alérgica, asma, bronquitis crónica, siendo el medio de contagio la inhalación. Dichas enfermedades dependen de la especie, condiciones del medio en el que se desarrollan, además dependen del clima y la capacidad inmunológica del receptor. Algunos factores climáticos que intervienen son la temperatura, humedad relativa, la radiación y la lluvia los cuales reducen rápidamente el proceso de dispersión de esporas (HERNANDEZ y MARIN, 2013; ROMERO, 2007).

A. Hongos más frecuentes en el aire

— Género *Penicillium*

Los miembros del género *Penicillium* son hongos filamentosos y vellosos, lanosos o de textura algodonosa, se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza y se hallan en el suelo, vegetación caída, aire y suelo, pueden causar infecciones especialmente en huéspedes inmunocomprometidos, algunos de este género son patógenos ya que producen micotoxinas. Inicialmente son blancas y luego se convierten en verde azuladas, gris verdosas, gris oliva, amarillentas o rosadas con el tiempo (ROMERO, 2007; CRUZ Y JIMENEZ, 2006).

— **Género *Geotrichum***

Es un género de hongos encontrados principalmente en suelos, aguas, aire, plantas, productos lácteos, suele provocar infecciones oportunistas en huéspedes inmunocomprometidos, las infecciones se adquieren vía ingestión o inhalación (ROMERO, 2007; CRUZ Y JIMENEZ, 2006).

— **Género *Aspergillus***

Es un hongo filamentoso compuesto de cadenas de células llamadas hifas, suelen encontrarse en el heno y el compostaje; es un hongo oportunista el cual toma ventaja en personas inmunocomprometidas, siendo las patologías más importantes la aspergilosis pulmonar invasiva y la sinusitis alérgica (ROMERO, 2007; CRUZ Y JIMENEZ, 2006).

2.2.4. Transporte de contaminantes

Los contaminantes microbiológicos del aire suelen transportarse y dispersarse por la influencia del clima local como la dirección y velocidad del viento, el cual también pueden verse afectados en su concentración de contaminantes en un área determinada, otro factor influyente es la altura y la temperatura los cuales afectan a la concentración de estos microorganismos en el aire (HURTADO *et al.* 2014).

2.2.5. Partículas atmosféricas sedimentables (PAS)

Según, SANDOVAL (2015) menciona que, este contaminante está constituido por partículas con un diámetro mayor o igual a 10 micras, con peso y tamaño que están dentro de la influencia de la fuerza de atracción gravitatoria terrestre (gravedad), por lo que sedimentan y depositan en forma de polvo en

diferentes superficies, desde donde vuelven a ser inyectados al aire por los flujos turbulentos de las zonas urbanas. Las partículas más finas son las más peligrosas ya que tienen una mayor capacidad de penetración en el sistema respiratorio ocasionando infecciones respiratorias.

Este contaminante puede estar compuesto por muchas partículas diferenciadas por su tamaño, fuente de emisión, pero con características similares; el tamaño, distribución de tamaños, forma, densidad, adhesividad, corrosividad, reactividad y toxicidad son características comunes (SANDOVAL 2015).

2.2.6. Técnicas de muestreo para partículas atmosféricas sedimentables

A. Método de placas receptoras

Este método consiste en la utilización de una lámina o placa con un adherente como la vaselina, el cual constituye el elemento sensible del método, en donde queda atrapado el polvo atmosférico sedimentable (PAS) o contaminante sólido sedimentable (CSS), el periodo de exposición puede variar de un par de horas hasta un mes, la muestra regresa al laboratorio, donde se analiza cuantitativamente por método gravimétrico. Las principales ventajas de la metodología son los bajos costos de aplicación, lo cual permite extender muchas unidades para obtener información de la distribución espacial de contaminantes (SENAMHI, 2014 y OLIVA *et al.*, 2001).

2.2.7. Técnica de muestreo por borboteo en líquidos

Este método también llamado trampa líquida, hacen pasar el aire mediante un aspirador a través de líquidos (generalmente solución tampón diluidas) que retienen los microorganismos (HERNANDEZ y MARIN, 2013); este método se puede sembrar en placas para determinar el número de microorganismos y examinarse microscópicamente o analizarlo con ensayos bioquímicos para determinar endotoxinas (DE LA ROSA y ULLACAN, 2002 & MAY y HARPER, 1957).

2.2.8. Métodos de identificación microbiana

La identificación de bacterias se realiza a base de varios métodos de identificación, por ejemplo: identificación fenotípica, pruebas bioquímicas, tinción diferencial y serológicas (DE LA ROSA y ULLACAN, 2002).

2.2.9. Los contaminantes y su efecto en la salud

Dentro de los contaminantes considerados que afectan a la salud pública se encuentran las PAS y sus concentraciones, las que forman parte de esta diversidad de contaminantes aéreos tal como se muestra en el cuadro 1 (OMS,2005).

Cuadro 1. Sustancias contaminantes y efectos sobre la salud

Contaminantes	Efectos sobre la salud
CO, CO ₂	Dolores de cabeza, estrés, fatiga, problemas cardiovasculares, desmayos, deterioro en percepción auditiva y visual.
Óxidos de nitrógeno y azufre (NO _x y SO _x)	Bronquitis, irritación del tracto respiratorio, cáncer, disminución de defensas antiinflamatorias pulmonares.
Mercurio y las dioxinas	Genera problemas en el desarrollo mental de los fetos, enfermedades ocupacionales en ciertas industrias.
Cadmio	Enfermedades en la sangre
PAS; PM ₁₀ , PM _{2.5}	Infección en las mucosas y enfermedades pulmonares
Dióxido de azufre (SO ₂)	Bronco constricción en asmáticos y malestar torácico
Plomo	Deterioro del coeficiente de inteligencia en niños, efectos cardiovasculares (hipertensión)
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	Irritación ocular, intoxicación, edema pulmonar.

Fuente: OMS (2005)

2.2.10. Enfermedades transmitidas por el aire

Gran número de enfermedades humanas y animales se transmiten por el aire y causan enfermedad principalmente en el aparato respiratorio, no hay que olvidar que el humano respira millones de m³ de aire, gran parte contiene microorganismos, el control de dichas enfermedades es difícil porque los individuos que la padecen no dejan de realizar sus actividades cotidianas y en algunos casos no se dispone de agentes terapéuticos ni vacunas eficaces. Hay que tener en cuenta que en algunos casos se forman bioaerosoles procedentes de animales y sus productos que se resuspenden en el aire y pueden ser inhaladas, como heces desecadas y plumas de aves (*Cryptococcus neoformans*), placenta (*Coxiella burnetii*), lana, piel y marfil (*Bacillus anthracis*),

asimismo, existen numerosas enfermedades bacterianas transmitidas por el aire que se observan en el cuadro 2. Son producidas, principalmente por bacterias Gram positivas debido a su mayor supervivencia en el aire, éstas bacterias afectan al tracto respiratorio superior (faringitis, difteria) e inferior (bronquitis, neumonías, tos ferina, tuberculosis), o desde éste pasan a la sangre y otros órganos (meningitis, carbunco pulmonar, fiebre Q, peste) (DE LA ROSA y ULLACAN, 2002).

Cuadro 2. Enfermedades bacterianas transmitidas por el aire

Enfermedades	Género y especies
Amigdalitis, faringitis, bronquitis	<i>Streptococcus pyogenes</i>
Difteria	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>
Neumonía clásica	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>
Neumonía atípica, bronquitis	<i>Neisseria meningitidis</i> , <i>Mycoplasma pneumoniae</i> , <i>Chlamydia psittaci</i>
Meningitis	<i>Neisseria meningitidis</i>
Meningitis, epiglotitis, neumonía	<i>Haemophilus influenzae</i>
Tosferina	<i>Bordetella pertussis</i>
Tuberculosis	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
Legionelosis	<i>Legionella pneumophila</i>

Fuente: ROMERO y CASTAÑEDA (2015), BARAHONA (2010), CRUZ y JIMÉNEZ (2006), REY y FULA (2005)

Continuación del cuadro 2.....

Enfermedades	Género y especies
Actinomicosis	<i>Actinomyces israelii</i>
Nocardiosis	<i>Nocardia asteroides</i>
Fiebre Q	<i>Coxiella burnetii</i>
Carbunco pulmonar	<i>Bacillus anthracis</i>
Peste	<i>Yersinia pestis</i>

Fuente: ROMERO y CASTAÑEDA (2015), BARAHONA (2010), CRUZ y JIMÉNEZ (2006), REY y FULA (2005)

Ciertos hongos levaduriformes (*Cryptococcus*, *Coccidioides*, *Blastomyces*, *Histoplasma*) son responsables de enfermedades pulmonares, los mismos que pueden invadir otros tejidos y producir una enfermedad sistémica; por otro lado, las esporas de varios mohos causan reacciones de hipersensibilidad que pueden ser: inmediata o alergia que afectan al aparato respiratorio superior causando rinitis y asma, producida por partículas de 30 um como las esporas de *Puccinia*, *Alternaria* y *Cladosporium*, las esporas de *Aspergillus* y *Penicillium* afectan al aparato respiratorio inferior produciendo alveolitis y neumonitis (DE LA ROSA y ULLACAN, 2002).

Cuadro 3. Enfermedades fúngicas transmitidas por el aire

Enfermedades	Género y especies
Neumonías	<i>Pneumocystis carinii</i>
Micosis sistémicas	<i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Blastomyces dermatitidis</i> , <i>Histoplasma capsulatum</i> , <i>Coccidioides immitis</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i>
Hipersensibilidad	<i>Alternari</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Puccinia</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Serpula</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Mucor</i>
Micotoxicosis	<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Stachybotrys</i>

Fuente: CASTAÑEDA (2015), BARAHONA (2010), CRUZ y JIMÉNEZ (2006), REY y FULA (2005)

2.2.11. Marco normativo

El artículo 2° inciso 22 de la Constitución Política del Perú establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida (Constitución Política del Perú, 1993); asimismo, la Ley General del Ambiente – Ley N° 28611 inciso 2° menciona que la Autoridad Nacional es la encargada de elaborar los ECA, LMP y otros estándares o parámetros para el control y protección ambiental y debe ser tomado en cuenta los valores establecidos por la OMS o de las entidades internacionales (MINAM, 2005)

2.2.11.1. Normas nacionales

En el Perú no existe estándares, normas o ley respecto a los límites máximos sobre la calidad microbiológica del aire. De igual forma no existe una norma o ley respecto a los límites máximos permisibles de PAS, sin embargo, instituciones como DIGESA y SENAMHI cogen normas de la OMS como valores referenciales en este caso ya que se realizan estudios y monitoreos de este tipo (ver cuadro 4) (MARCOS *et al.*, s.d).

Cuadro 4. Límite máximo permisible de las PAS para diferentes métodos

Institución	Tiempo promedio	LMP (mg/cm ² /mes)	Técnica o método
DIGESA	30 días	0.5	Gravimétrico estudio de polvo sedimentables (jarras)
SENAMHI	30 días	0.5	Gravimétrico estudio de polvo sedimentable, (jarras) polvo atmosférico sedimentable (Placas de vidrio)

Fuente: DIGESA, SENAMHI, 2008

2.2.11.2. Normas internacionales

En el cuadro 5 se muestran estándares de calidad de aire para el estudio de las Partículas atmosféricas sedimentables, donde cada país tiene una norma reglamentada cuyos límites establecidos se debe a su ubicación y zona geográfica (CEPIS, 2005).

Cuadro 5. Estándares de contaminantes sedimentables por países

País	Tiempo promedio	ECA mg/cm ² /30 días	Técnica
Argentina	30 días	1	Gravimetría
Suiza	30 días	0.6	Gravimetría
Costa Rica	30 días	1	Gravimetría
Ecuador	30 días	1	Gravimetría
Colombia	30 días	1	Gravimetría
Chile	30 días	0.5	Gravimetría
México	30 días	1	Gravimetría

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria – CEPIS, 2005

Respecto a la normativa internacional para contaminantes biológicos del aire, la Norma Europea española dispone mediante el Real Decreto 664/97 (2014) un conjunto de disposiciones que serán de aplicación en actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a agentes biológicos. A efectos de lo dispuesto en el presente Real Decreto, los agentes biológicos se clasifican, en función del riesgo de infección, en cuatro grupos:

- a) Agente biológico del grupo 1: Aquél que resulta poco probable que cause una enfermedad en el hombre.

- b) Agente biológico del grupo 2: Aquél que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.
- c) Agente biológico del grupo 3: Aquél que puede causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.
- d) Agente biológico del grupo 4: Aquél que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente una profilaxis o un tratamiento eficaz.

Cuadro 6. Grupo de riesgo de los agentes biológicos

Agente biológico del grupo de riesgo	Riesgo infeccioso	Riesgo de propagación a la colectividad	Profilaxis o tratamiento eficaz
1	Poco probable que cause Enfermedades	No	Innecesario
2	Puede causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco probable	Posible generalmente
3	Pueden provocar una enfermedad grave y constituir un serio peligro para los trabajadores	Probable	Posible generalmente
4	Provocan una enfermedad grave y constituyen un serio peligro para los trabajadores	Elevado	No conocido en la actualidad

Fuente: Real Decreto 664/97 (2014)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona de trabajo

3.1.1. Ubicación política y geográfica

La Microestación Biológica – Zoológico 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.



Figura 1. Mapa de ubicación de las seis áreas de muestreo

3.1.2. Identificación del área de estudio

La Microestación Biológica - Zoocriadero se encuentra ubicado dentro del campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva el cual cuenta con un área de 1.7 Ha aproximadamente y un perímetro de 820.6 m, dicha zona alberga en su interior animales silvestres característicos de la zona.

3.1.3. Ubicación geográfica de las áreas de muestreo

Geográficamente las seis áreas de muestreo de la presente investigación se encuentran ubicadas en la Microestación Biológica – Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, siendo las coordenadas las descritas en el cuadro 7.

Cuadro 7. Coordenadas geográficas de las seis áreas de muestreo

Descripción	Zona	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m.snm)
A1: Boletería	18 L	390664	8970400	679
A2: Caseta del Gallito de las rocas	18 L	390713	8970395	684
A3: Zona de las tortugas	18 L	390827	8970326	699
A4: Caseta del otorongo	18 L	390798	8970358	696
A5: Caseta de los monos	18 L	390748	8970408	691
A6: Cocina	18 L	390659	8970417	680

3.1.4. Hidrografía y Unidades Hidrográficas

La red hidrográfica de la Provincia de Leoncio Prado está conformada por la cuenca del río Huallaga, que lo atraviesa de sur a norte, formando la subcuenca del Alto Huallaga (UNAS, 2018). El área de estudio está compuesta de pequeñas quebradas.

3.1.5. Aspectos climatológicos

El clima de la ciudad de Tingo María es tropical con una temperatura promedio anual de 24.9°C, siendo la máxima 31.9° y la mínima de 20.5°C con humedad relativa promedio de 86%, con una precipitación anual de 3, 042 mm y la velocidad del viento máxima de 20.2 m/s. Hay precipitaciones durante todo el año hasta el mes más seco aún, tiene lluvia (SENHAMI, 2019).

3.1.6. Vegetación

Ecológicamente de acuerdo a la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático, Tingo María se encuentra en la formación vegetal bosque muy húmedo Pre-montano Tropical Bmh-PT, y de acuerdo a las regiones naturales del Perú corresponde a Rupa Rupa o Selva Alta (HOLDRIDGE, 1982).

3.1.7. Actividad económica

La actividad económica principal en Tingo María es el turismo el cual dentro del casco urbano se pueden encontrar atractivos turísticos como: el jardín botánico, los parques, el zoológico, entre otras, dando lugar a una alta concurrencia a estos tipos de lugares; por ende, la actividad económica que presenta el área en estudio es el turismo.

3.2. Equipos y Materiales

3.2.1. Equipos de muestreo

Los equipos de muestreo usados son: GPS Garmin 62S, Cámara fotográfica digital iPhone 7 modelo A1660, Soporte (Estación).

3.2.2. Equipos de laboratorio

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.

3.2.3. Materiales de laboratorio

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.

3.2.4. Materiales de muestreo

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.

3.2.5. Medios de cultivo

Los medios de cultivo utilizados son: Brain Heart Broth (BHI), Caldo peptona bacteriological, 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.

3.2.6. Reactivos

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.

3.2.7. Medios de cultivo para pruebas bioquímica

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.

3.2.8. Softwares usados

Para el procesamiento de los datos obtenidos en la presente investigación son: Software Microsoft Excel y Word (2016), Software AutoCAD (2015), Software ArcGis-10.3, Software WRPLOT View-Freeware, IBM Spss Statistics 25.

3.3. Tipo y nivel de investigación

3.3.1. Tipo de investigación

Aplicada, porque se recurrió a las ciencias básicas de la microbiología para determinar los microorganismos y a la física como

información base de los factores climáticos (Temperatura, Humedad relativa, precipitación, partículas atmosféricas sedimentables y dirección y velocidad de viento).

3.3.2. Nivel de investigación

Descriptivo, porque el trabajo de investigación tiene una sola variable que consistió en evaluar la calidad microbiológica del aire en seis áreas de la Microestación Biológica-Zoocriadero.

3.3.3. Variable de investigación

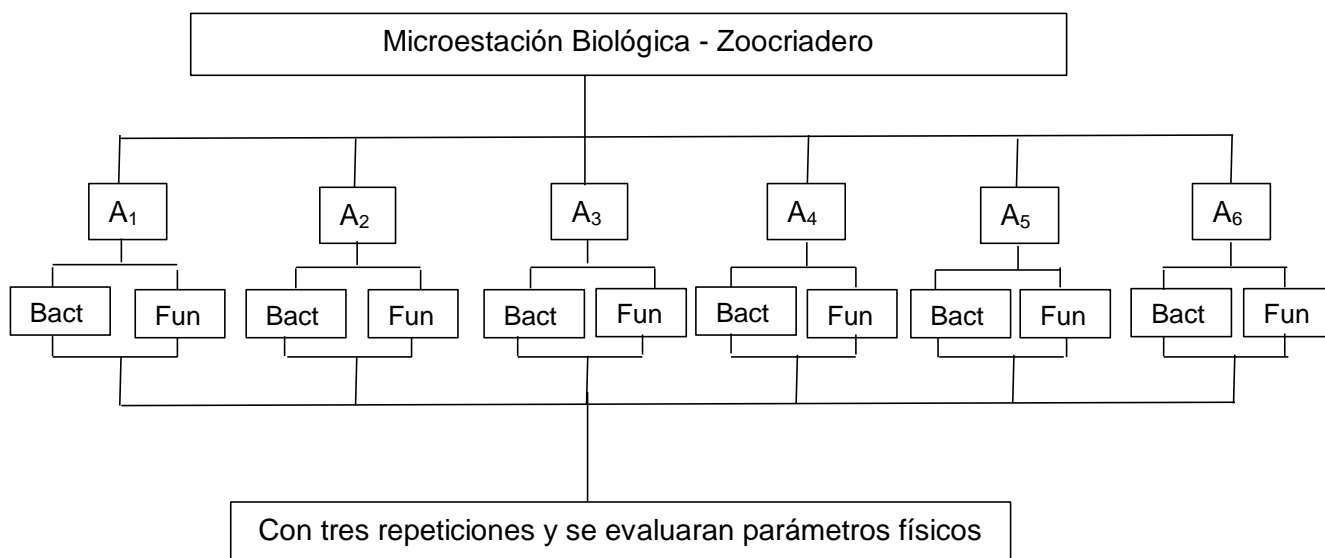
- Calidad microbiológica del aire

3.3.4. Variables intervinientes

- Seis áreas de la Microestación Biológica - Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva
- Parámetros meteorológicos (Temperatura, humedad relativa, precipitación, rosa de viento)
- Número de visitas a la Microestación Biológica - Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

3.3.5. 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:



[A_{1,2,3,.....A₆}]: Áreas de muestreo [Parámetros físicos]: Temperatura, humedad, dirección del viento [Parámetros microbiológicos]: Bacterias y Fungi

Figura 2. Diseño no experimental del trabajo de investigación

3.3.6. Población y muestra

La población estuvo compuesta por 6 estaciones de monitoreo para partículas atmosféricas sedimentables, es decir una estación por área de muestreo. Para el análisis microbiológico se tomaron las seis áreas tomando muestras de hongos y bacterias por cada una de ellas.

3.3.7. Tipo de muestreo

Para el muestreo de las partículas atmosféricas sedimentables se tomaron en cuenta el protocolo de calidad del aire y gestión de datos del DIGESA (2005) donde indica que, de acuerdo a la Guía de la Calidad del Aire de la OMS, los muestreadores pasivos nos brindan un método simple y eficaz para la determinación de la calidad del aire en un área determinada; para los muestreos microbiológicos se realizaron según el protocolo de prácticas de Microbiología General de la UNAS (toma de muestras de microorganismos del aire en ambientes abiertos).

3.4. Metodología

3.4.1. Identificación del área de estudio

Se realizó una visita previa a la Microestación Biológica - Zoocriadero para establecer las áreas de muestreo; para ello se seleccionó 6 áreas de muestreo distribuidas al azar y en función a la frecuencia de la población visitante, abarcando toda el área a fin de brindar total cobertura a toda el área.

3.4.2. 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.

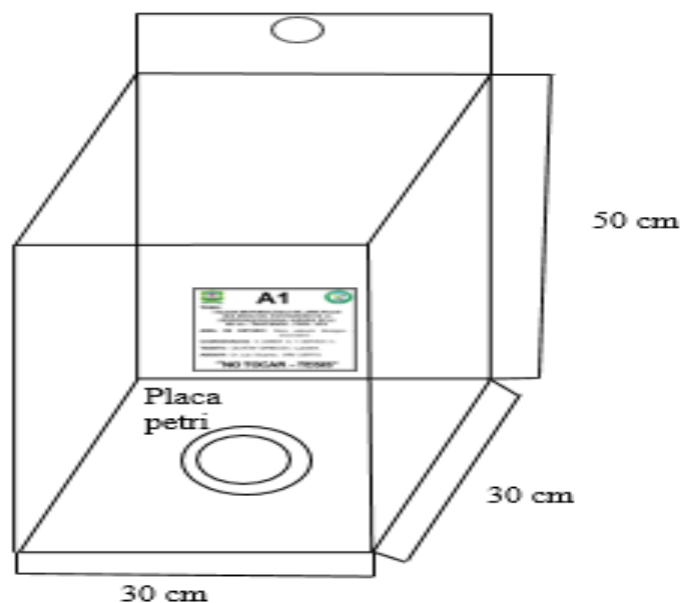


Figura 3. Diseño del soporte para el monitoreo de las PAS

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, para dichos muestreos se utilizó 12 jeringas esterilizadas de 60 ml, clasificadas en 06 para muestreo de bacterias y 06 para muestreo de hongos, asimismo, las aspiraciones se realizaron a una altura respirable de 1.5 m, realizándose 20 repeticiones para bacterias y 20 repeticiones para hongos, cada aspiración o repetición se descargó en el matraz con BHI para bacterias y para hongos en el matraz con BHI mas antibiótico y se les trasladó las muestras al laboratorio de microbiología para su respectiva análisis e identificación (Ver anexo A, apéndice 3).

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

Para el cumplimiento del primer objetivo se determinaron los parámetros como la temperatura y humedad relativa para el cual se realizaron lecturas directas en cada área de muestreo utilizándose el termómetro en grados centígrados (°C) e higrómetro digital en porcentaje (%); 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 del coeficiente de variación de los parámetros meteorológicos se usó la siguiente ecuación (1).

$$CV = \frac{\text{Desviación estandar}}{\text{Promedio}} \times 100 \text{ --- (1)}$$

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; para su traslado se utilizó una caja hermética de Tecnopor para evitar cualquier contacto de algún material suspendido que no corresponde al área de muestreo, 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, culminado ese periodo se retiraron las placas reemplazándolas por unas nuevas y así hasta terminar el periodo de evaluación. Para determinar los pesos iniciales de las placas receptoras se utilizó una balanza analítica digital, cuyo cálculo se realizó de acuerdo a la siguiente ecuación (2).

$$W_i = W_p - W_v \text{ --- (2)}$$

Donde:

— W_i : Peso inicial (mg)

— W_p : Peso de la placa (mg)

— W_v : Peso de la vaselina (mg)

Después de cada monitoreo, éstas placas fueron trasladadas hacia el laboratorio de microbiología general para realizar el pesado final aplicándose la siguiente ecuación (3):

$$W_f = W_p + W_v + W_{PAS} \text{ -----(3)}$$

Donde:

— W_f : Peso final (mg)

— W_p : Peso de la placa (mg)

— W_v : Peso de la vaselina (mg)

— W_{PAS} : Peso de las partículas atmosféricas sedimentables (mg)

Asimismo, para obtener el peso de las PAS se utilizó la siguiente ecuación (4):

$$W_{PAS} = \Delta W = W_f + W_i \text{ -----(4)}$$

Donde:

— W_{PAS} : Peso de las partículas atmosféricas sedimentables (mg)

— Δw : Diferencia de peso final y peso inicial

— W_i : Peso inicial (mg)

— W_f : Peso final (mg)

Para determinar la concentración de PAS en (mg/cm²/mes), se utilizó la siguiente ecuación (5):

$$[]_{PAS} = \frac{\Delta W * 30}{\text{Área de la placa} * \text{días de exposición}} \text{ -----(5)}$$

Donde:

- $[]_{PAS}$: Concentración de las PAS (mg/cm²/mes)
- ΔW : Diferencia de pesos (mg)
- Área de la placa (cm²) = $\pi \cdot r^2$ (cm²)
- π : 3.1416
- Días de exposición (mes) = 30 días

De igual manera para determinar la concentración de las PAS en t/km²/mes se aplicó la siguiente ecuación (6):

$$[]_{PAS} = \left(\frac{\Delta W(mg)}{A(cm^2)} \right) \times \left(\frac{1(t)}{10^9(mg)} \right) \times \left(\frac{10^{10}(cm^2)}{1(km^2)} \right) \text{----- (6)}$$

Donde:

- $[]_{PAS}$: Concentración de las PAS (t/km²/mes)
- ΔW : Diferencia de pesos (mg)
- A: área de la placa = $\pi \cdot r^2$ (cm²)
- r: radio de la placa Petri
- π : 3.1416

Finalmente, los datos obtenidos se procesaron en una hoja de cálculo Excel obteniéndose las concentraciones en mg/cm²/mes, t/km²/mes.

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

Para el cumplimiento del segundo objetivo se desarrolló de acuerdo a la siguiente metodología:

1. Enumeración de colonias

Después de haber realizado el muestreo en campo, descrito anteriormente, con la ayuda de una micropipeta se obtuvo 0.1 µL de muestra de cada uno de los matraces con BHI, luego se colocó cada muestra en una placa Petri vacía y esterilizada sembrando a profundidad, posteriormente se agregó el agar Plate Count, acto seguido se agitó de manera suave realizando 5 giros a la izquierda, 5 giros a la derecha y 3 giros en forma del número ocho y se dejó solidificar por un periodo de 5 minutos. A estas placas se llevó a la incubadora a 37°C por 48 horas. Transcurrido los días y con la ayuda del contador de colonias se realizó el recuento de bacterias y hongos, aplicándose la siguiente ecuación (7).

$$\text{UFC/mL ó UFC/g} = \text{Número de colonias} \times \text{Inóculo de siembra} \times \text{Factor de dilución} \text{ --- (7)}$$

2. Aislamiento de microorganismos

a. Incubación de BHI

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% (Ver anexo B del apéndice 4, anexo B del Apéndice 3).

b. 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. (ver procedimiento de siembra en el anexo C del Apéndice 3).

— Fungi

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 (ver anexo C del Apéndice 3).

3. 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. La metodología consiste en realizar dichas pruebas después de haber incubado las placas Petri del crecimiento de bacterias y después de haber realizado la siembra en cada uno de los tubos que contienen los medios mencionados anteriormente, dicho procedimiento se puede observar en el anexo D del Apéndice 3.

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.

4. 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 realizándose el procedimiento descrito en el anexo E del Apéndice 3.

5. Microcultivo e identificación de hongos

El microcultivo de hongos se realizó después de los 5 días de incubación de las muestras fungi, realizándose el procedimiento descrito en el anexo F del Apéndice 3.

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.

6. 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 de acuerdo a las actividades que realiza cada

trabajador de un área determinada, en ese sentido se utilizó el cuadro 6 presentado en la literatura de la presente investigación para su clasificación.

3.4.5. 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 elaboró dos encuestas, una encuesta piloto y una encuesta general; la encuesta piloto consistió en aplicar una encuesta basada de 5 preguntas a 20 personas (ver anexo A del Apéndice 9) permitiéndonos obtener valores para p y q tomándose como valores para p (65%) y q (35%), para determinar la cantidad de personas a encuestar y para la aplicación de la encuesta general se realizó mediante la siguiente fórmula para muestra infinita que se muestra en la ecuación 8 (MORILLAS, 2014):

$$n = \frac{Z^2 pq}{e^2} \text{----- (8)}$$

Donde:

- n : tamaño de la muestra
- p : probabilidad de éxito (65%)
- q : probabilidad de fracaso (35%)
- Z : nivel de confianza (1.96)
- e : error (10%)

Para la aplicación de la encuesta general 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 durante el mes de diciembre del 2019 (ver detalle de la encuesta en el anexo B del Apéndice 9).

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 (Ver anexo C del Apéndice 9) dicha encuesta fue aplicada en el mes de diciembre del 2019.

Después de haber aplicado las encuestas a la población visitante y a los trabajadores se pasó a procesar la información en el software Microsoft Excel (2016) el cual se representó mediante gráficos y tablas (Ver anexo G del Apéndice 5).

3.5. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se usó el software IBM Spss Statistics 25, donde se determinó la correlación de los microorganismos identificados durante los tres meses de muestreo y los parámetros físicos mediante la prueba de Pearson, se detallan en anexo A del Apéndice 1.

Para la correlación se usó el índice de correlación de Pearson de que se detallan en el presente cuadro.

Cuadro 8. Escala de índice de correlación Pearson

Valor	Escala
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	Correlación negativa muy alta
-0.7 a -0.89	Correlación negativa alta
-0.4 a -0.69	Correlación negativa moderada
-0.2 a -0.39	Correlación negativa baja
-0.01 a -0.19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

IV. RESULTADOS

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

4.1.1. Temperatura, humedad relativa y precipitación

En el cuadro 9 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 (Ver detalle en el anexo A del Apéndice 5).

Asimismo, se puede observar que la precipitación promedio para los tres meses de muestreo es de 22.4 mm equivalente a 22.4 litros de lluvia por metro cuadrado obteniéndose un coeficiente de variación de 49.9% (Ver detalle en el anexo A del Apéndice 5).

Cuadro 9. 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	22.4	49.9
Caseta gallito de las rocas	30.0	4	67	9		
Caseta de las tortugas	28.7	4	75	18		
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	--	--	--

En la figura 4 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 y la precipitación es constante para todas las áreas.

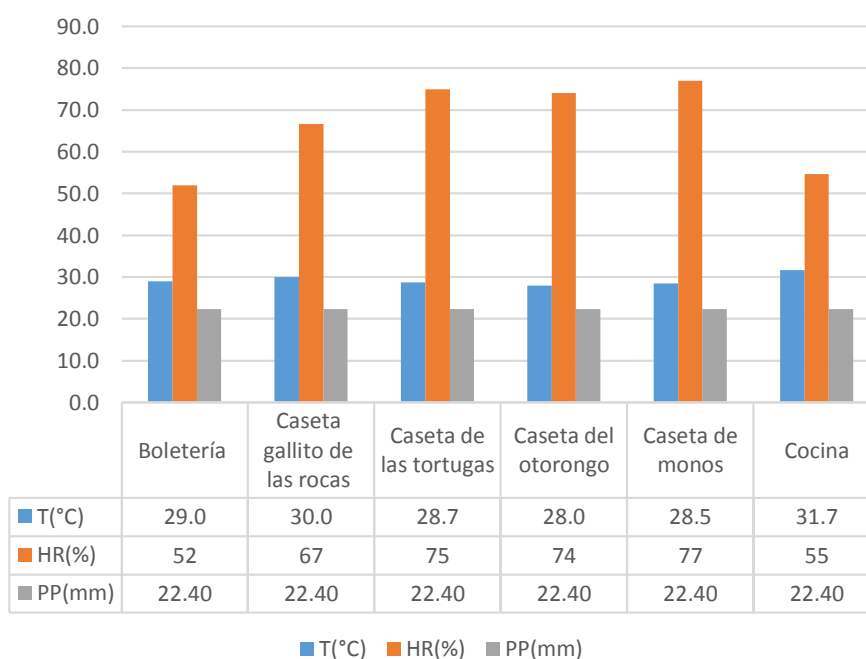


Figura 4. Parámetros meteorológicos promedio de las seis áreas de muestreo

4.1.2. Concentración de partículas atmosféricas sedimentables

En el cuadro 10 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 (ver detalles en el anexo B del Apéndice 5).

Cuadro 10. Concentración de las PAS obtenidos durante los meses de muestreo

Áreas	Meses de muestreo / Concentración PAS			Valor OMS
	(t/km ² /mes)			
	Noviembre	Diciembre	Enero	
	PAS	PAS	PAS	
	(t/km ² /mes)	(t/km ² /mes)	(t/km ² /mes)	
Boletería	12.61	11.08	8.4	5
Caseta gallito de las rocas	12.22	10.19	7.8	5
Caseta de las tortugas	3.69	2.93	2.4	5
Caseta del otorongo	4.58	4.71	3.6	5
Caseta de monos	2.80	2.80	3.2	5
Cocina	8.28	9.55	7.3	5

En la figura 5 se detallan las concentraciones de las partículas atmosféricas sedimentables durante los tres meses de muestreo y por áreas de estudio, asimismo, se puede observar que, durante los tres meses, el área de boletería presenta la mayor concentración de PAS con un total de 12.61

t/km²/mes respecto a las demás áreas. Además el área de caseta del gallito de las rocas y el área de la cocina muestran valores elevados durante los 3 meses de evaluación sobrepasando el valor establecido por la OMS (5 t/km²/mes) no cumpliendo con el valor referencial permisible.

También podemos observar que las concentraciones más bajas para partículas atmosféricas sedimentables durante los tres meses de evaluación de la época húmeda son el área 3 “caseta de las tortugas”, “caseta del otorongo” y “caseta de los monos” cuyos valores se encuentran dentro del parámetro permisible de la OMS.

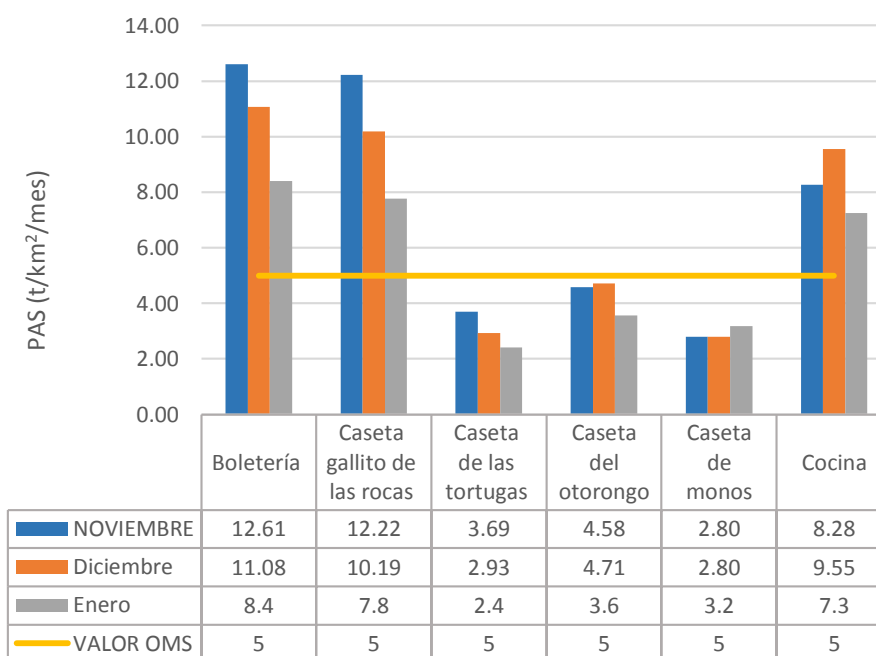


Figura 5. Concentración de PAS referente al nivel permisible de la OMS

4.1.3. Rosa de viento

En la figura 6 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.

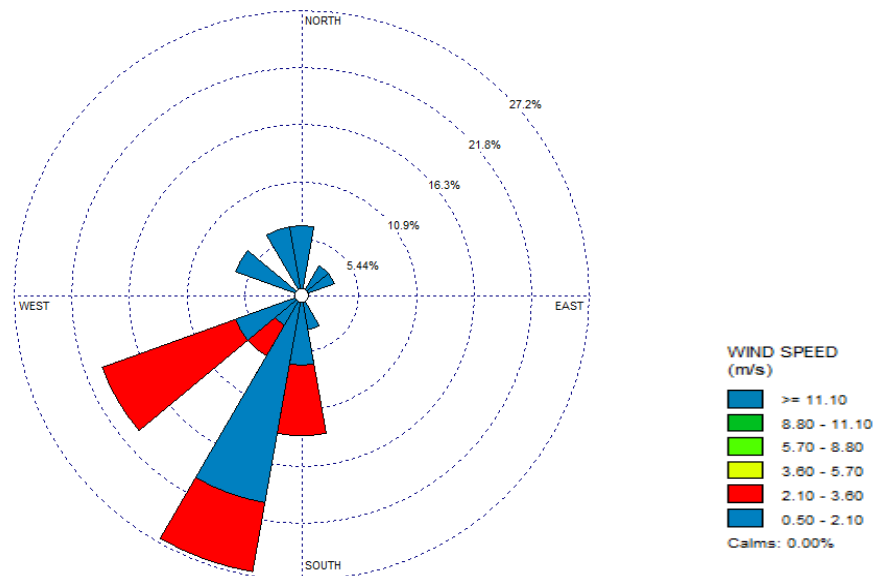


Figura 6. Dirección del viento perteneciente al mes de noviembre 2019.

En la figura 7 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.

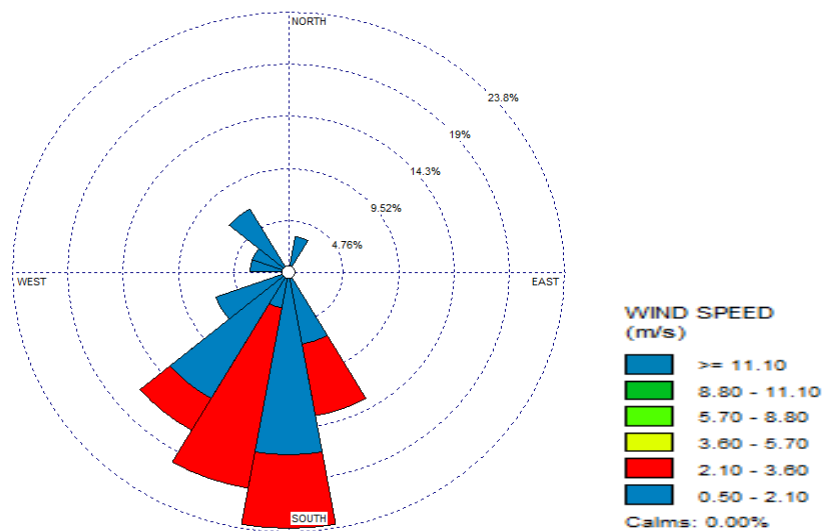


Figura 7. Dirección del viento perteneciente al mes de diciembre 2019

En la figura 8 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.

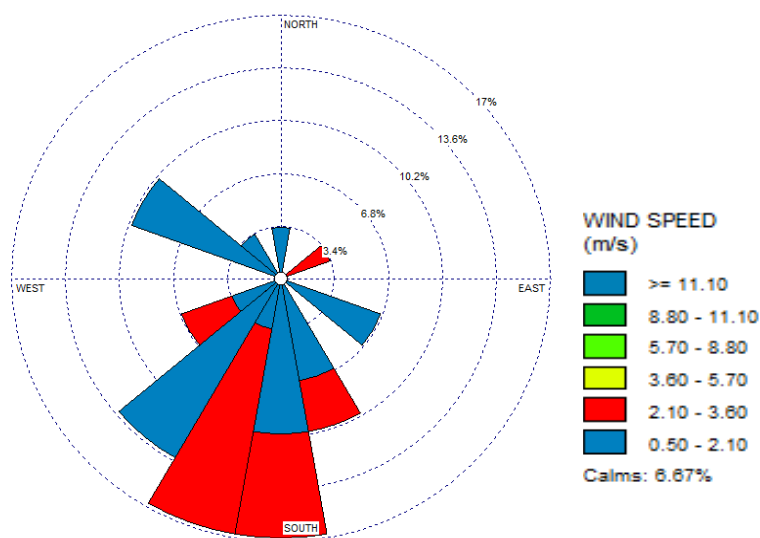


Figura 8. Dirección del viento perteneciente al mes de enero 2020

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

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

En el cuadro 11 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 2 900 UFC/m³, seguido por el área 4 “Caseta de monos” que presenta una concentración de 2 177 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, (ver detalle en el anexo C del Apéndice 5).

Cuadro 11. 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

En la figura 9 se muestra la concentración promedio de los microorganismos aerobios viables y la concentración de mohos y levaduras, en donde podemos observar que el área 4 y área 5 presentan la mayor concentración de microorganismos aerobios viables respecto a las áreas 1, 3 y 6 respectivamente el cual presentan concentraciones bajas, asimismo, el área 4 y área 6 presentan concentraciones mayores de mohos y levaduras.

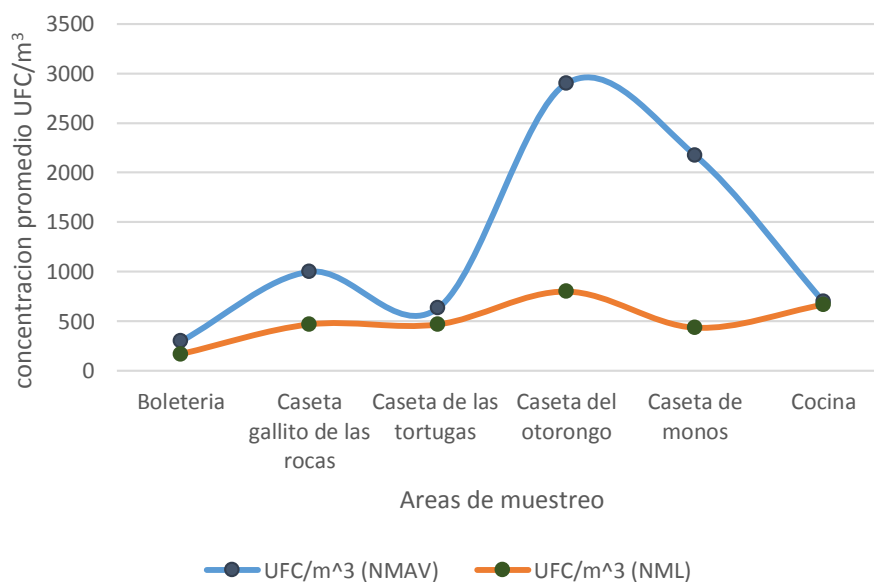


Figura 9. Concentración promedio de NMAV y NML por área de muestreo

4.2.2. Identificación de bacterias

En el cuadro 12 se detallan los resultados de la identificación de las bacterias de las seis áreas de muestreo encontradas en la Microestación Biológica – Zocriadero en la época húmeda por el método Gram y Diferenciación Bioquímica, además se observa que el área con mayor diversidad bacteriana es el área 2 “caseta gallito de las rocas” y área 1 “boletería” con una diversidad total de 5 géneros en el mes de noviembre del 2019 en cada una de las áreas (Ver detalles en el anexo D, anexo E del Apéndice 5).

Cuadro 12. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de noviembre 2019

Área	Método de caracterización		Diversidad
	Coloración Gram	Diferenciación Bioquímica	
Boletería (A1)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Enterobacter Cloacae, Escherichia sp</i>	5
	<i>Lactobacillus sp (Gram +)</i>		
	<i>Bacillus cereus (Gram +)</i>		
Caseta gallito de las rocas (A2)	<i>Lactobacillus sp (Gram +)</i>	<i>Serratia liquefaciens</i>	5
	<i>Streptococcus sp (Gram +)</i>		
	<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 el cuadro 13 se presenta el detalle de la identificación de bacterias perteneciente al mes de diciembre del 2019 de las seis áreas de muestreo realizados por el método Gram y Diferenciación Bioquímica, se puede

observar que la mayor diversidad bacteriana se encontró en el área 2 “Caseta gallito de las rocas” con 6 géneros, asimismo, la segunda área que presenta mayor diversidad es el área 1 “Boletería” y el área 6 “cocina” donde se encontró un total de 5 géneros para cada una, la diversidad más baja se encontró en el área 5 “caseta de los monos” con una diversidad de 1 género (Ver detalles en el anexo D, anexo E del Apéndice 5).

Cuadro 13. 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.,</i> <i>Enterobacter</i>	5
	<i>Streptobacillus sp (Gram -)</i>	<i>agglomerans,</i> <i>Serratia marcescens</i>	
Caseta gallito de las rocas (A2)	<i>Staphylococcus sp (Gram +)</i>	<i>Escherichia sp.,</i>	6
	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Klebsiella</i>	
	<i>Streptobacillus sp (Gram -)</i>	<i>pneumoniae,</i> <i>Citrobacter freundil</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,</i> <i>Enterobacter</i>	5
	<i>Staphylococcus sp (Gram +)</i>	<i>hafnia, Serratia</i> <i>liquefaciens</i>	

En el cuadro 14 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, las mismas que fueron identificadas mediante el método Gram y Diferenciación Bioquímica encontrándose en el área 2 “caseta gallito de las rocas” y áreas 1 “Boletería” con un total de 6 géneros cada una y con mayor diversidad a diferencia de las demás

áreas, asimismo, el área 6 “cocina” presenta una diversidad de 4 géneros, el área 3 “caseta de las tortugas” presenta una diversidad de 1 género siendo la menor diversidad que las demás áreas (Ver detalles en el anexo D, anexo E del Apéndice 5)

Cuadro 14. 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</i> , <i>Escherichia sp.</i>	6
	<i>Staphylococcus sp (Gram +)</i>		
	<i>Streptobacillus sp (Gram -)</i>		
Caseta gallito de las rocas (A2)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Serratia rubideae</i>	6
	<i>Staphylococcus sp (Gram +)</i>		
	<i>Lactobacillus sp (Gram +)</i>		
	<i>Streptobacillus 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</i> , <i>Shiguella sp</i>	4
	<i>Streptobacillus sp (Gram -)</i>		

4.2.3. Identificación de hongos

En el cuadro 15 se muestra la diversidad de hongos encontrados en la época húmeda de las seis áreas de muestreo durante el mes de noviembre 2019, en donde se puede observar que el área 2 “caseta gallito de las rocas” presenta mayor diversidad de hongos con 4 géneros identificados, asimismo, el área 3, 5 y 6 presentan una diversidad más baja con valores de 1 género

encontrado en el mes de noviembre; el género predominante en este mes es el género *Penicillium sp.* y *Geotrichum sp.*

Cuadro 15. 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>Microsporum 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 el cuadro 16 se muestra la diversidad de hongos encontrados durante el mes de diciembre 2019 donde se puede observar que en el área 1,2 y4 presenta la mayor diversidad con un total de 2 géneros identificados cada área, el género predominante durante este mes es *Penicillium sp.*; *Fusarium sp.*; *Geotrichum sp.*

Cuadro 16. 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>Microsporum 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 el cuadro 17 se detalla la identificación de géneros de hongos encontrados en el mes de enero 2020, en donde se puede observar que el área con mayor diversidad es el área 2 “caseta gallito de las rocas” y el área 3 “caseta de las tortugas” ambos presentan un total de 3 géneros identificados, siendo el género más predominante el género *Penicillium sp.* y *Geotrichum sp.*

Cuadro 17. 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. Microsporum 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

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

En el cuadro 18 se detallan a 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). Se puede observar que la mayoría de bacterias identificadas son bacterias patógenas, algunas pueden llegar a producir serios daños en la salud pública, mientras que otras bacterias dependen del sistema inmunológico del huésped, es decir son oportunistas, asimismo, estas bacterias se encuentran en el grupo de riesgo 2 que de acuerdo a su riesgo

infeccioso son poco probable que puedan llegar a provocar una enfermedad y constituir un serio problema en la salud del trabajador y son poco probables de causar una infección en comunidad. También se observa que existe una bacteria con un grupo de riesgo 3 el cual si es probable que cause una grave enfermedad y constituya un serio peligro para los trabajadores (Ver detalle en el anexo F del Apéndice 5).

Cuadro 18. 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).

Continuación del cuadro 18....

Agente Biológico Identificado	Patogenicidad	Grupo de riesgo según el Real Decreto 664/97	Enfermedad
<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 el cuadro 19 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), donde se puede observar que los hongos identificados son patógenos y representan al grupo de riesgo 2, donde indica que estos hongos probablemente pueden llegar a generar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores pero si causan graves daños en aquellas personas que son bajo inmunológicamente, además el riesgo de llegar a producir una enfermedad en colectividad es poco probable (Ver detalle en anexo F del Apéndice 5).

Cuadro 19. Diversidad de hongos patógenos para el hombre y grupo de riesgo al que representan

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>Microsporum sp.</i>	Patógeno	2	Dermatofitosis zoofílica (tiña)

* oportunistas en personas inmunocomprometidas

En la figura 10 se muestra la diversidad entre bacterias y hongos encontrados durante los tres meses de evaluación de la época húmeda en las 06 áreas de muestreo de la Microestación Biológica - Zoológico, donde se puede observar que la mayor diversidad se presenta en el área 2 “caseta gallito de las rocas”, presentando la diversidad más alta durante los meses de noviembre, diciembre 2019 y enero 2020; asimismo, el área 1 “Boletería” presenta una diversidad de 7 géneros entre bacterias y hongos durante los meses de noviembre y diciembre 2019 y enero 2020, por otro lado la diversidad más baja en los tres meses de evaluación se presenta en el área 5 “caseta de monos”.

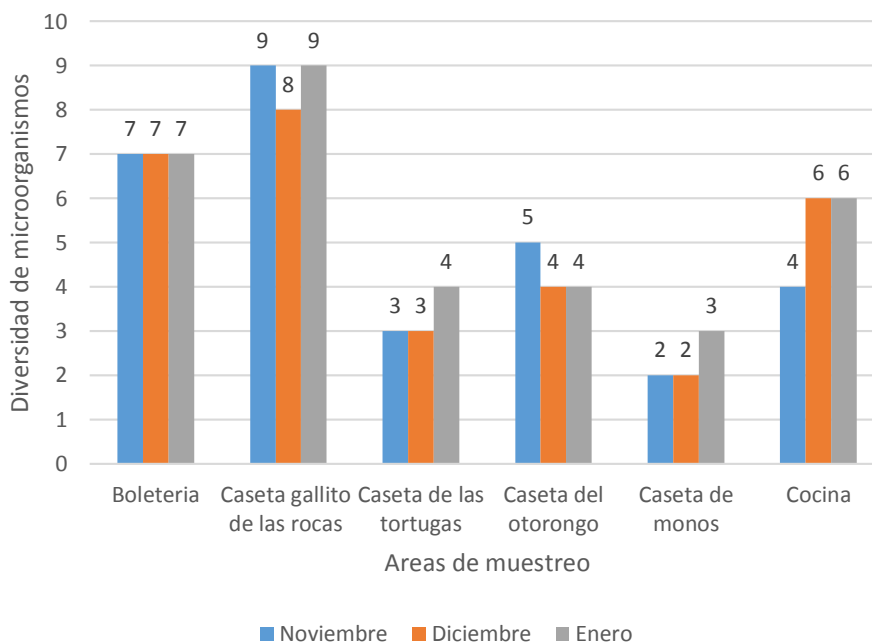


Figura 10. Diversidad total de microorganismos en cada área de muestreo

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

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

La población entrevistada para la encuesta visitante fueron personas cuyas edades están entre los 18 a 25 años, en su mayoría son del género femenino con grado de instrucción secundaria completa, (Ver detalle en la figura 22, anexo G del Apéndice 5).

Asimismo, se especifica en la figura 11 que, de acuerdo a la percepción del público entrevistado, la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva es regular, también se observa que en la figura 12 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.

El 100% de las personas encuestadas presentan molestias afirmando que se debe a la contaminación microbiológica del aire (ver detalle en la figura 35 del anexo G del Apéndice 5), para lo cual consideran que una de las acciones que debería tomar en cuenta la universidad es la renovación y mejoramiento de las instalaciones del área en estudio (ver detalle en la figura 40 del anexo G del Apéndice 5).

Calificación de la calidad microbiológica del aire

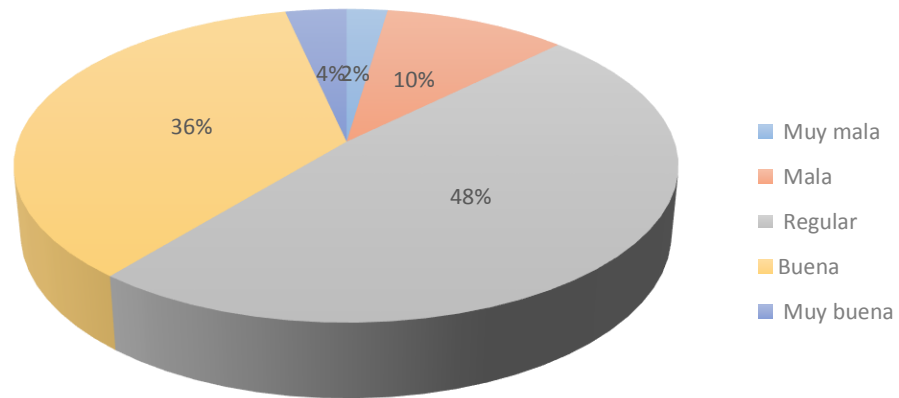


Figura 11. Percepción del público sobre la calidad microbiológica del aire

Molestias presentadas

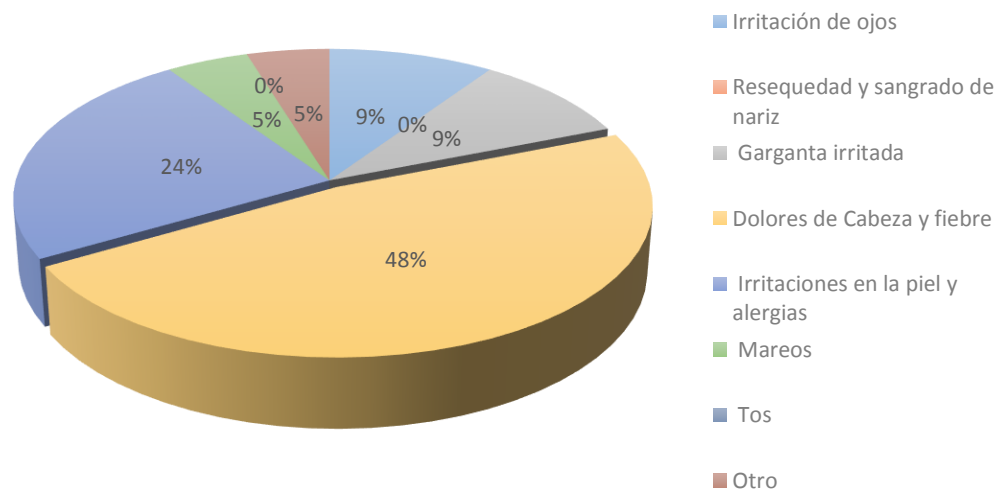


Figura 12. Molestias presentadas al visitar la Microestación Biológica

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

Para la aplicación de la encuesta para trabajadores se tomó en cuenta a todos los trabajadores de la Microestación Biológica – Zoocriadero, el cual representa a una población de 5 personas, donde el 80% son del género masculino y el 20% son femenino (ver figura 43 del anexo H del Apéndice 5), el 40% de los trabajadores presentan una edad de 25 a 36 años, el 40% tienen una edad de más de 40 años (ver figura 44 del anexo H del Apéndice 5).

El 60% de los trabajadores trabaja a tiempo completo (ver figura 48 del anexo H del Apéndice 5). también podemos mencionar que el tiempo de prestación de servicios de los trabajadores se encuentran que el 60% tiene laborando 5 años, y el 40% lleva más de 10 años de prestación de servicios a la Microestación Biológica – Zoocriadero (ver figura 47 del anexo H del Apéndice 5).

Asimismo, en la figura 13 se muestra que los trabajadores del zoocriadero consideran que la calidad microbiológica del aire en la Microestación Biológica – Zoocriadero es regular.

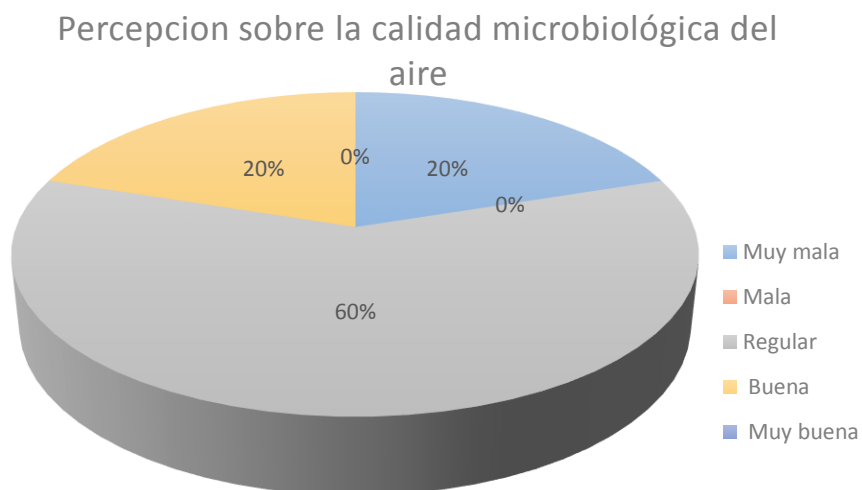


Figura 13. Percepción de los trabajadores sobre la calidad microbiológica del aire

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

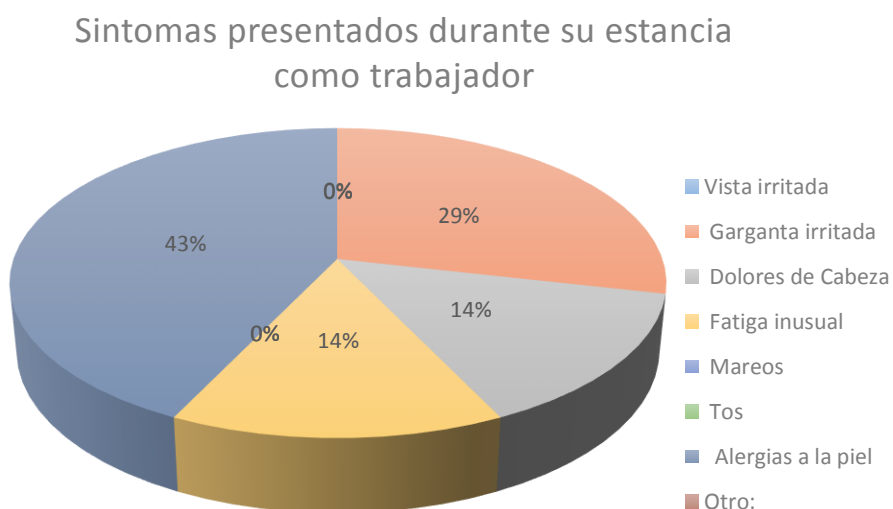


Figura 14. Síntomas presentados durante su estancia en el zoocriadero

En la figura 15 se muestra que el 80 % de los trabajadores afirman que los malestares presentados se deben a la contaminación microbiológica del aire, asimismo, el 80% de los trabajadores consideran que las instalaciones en el que labora no son las adecuadas (ver figura 62, anexo H, apéndice 5).

Percepcion sobre los malestares presentados

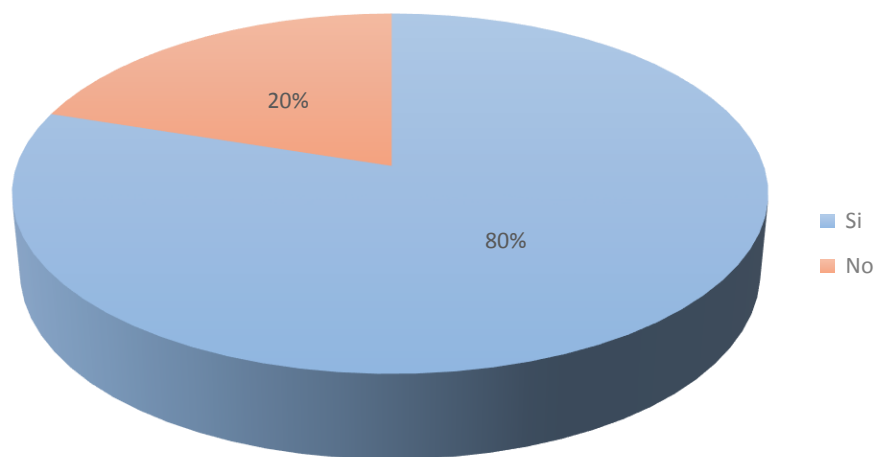


Figura 15. Percepción sobre los malestares presentados

V. 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.

MENDEZ *et al.* (2015) mencionan que los parámetros físicos como la temperatura, humedad relativa y precipitación son factores determinantes de la diversidad microbiológica del aire, y refieren que las concentraciones de los microorganismos tienden a disminuir su concentración en épocas húmedas y aumentan en épocas de sequías. En este sentido de acuerdo a los resultados obtenidos durante la época húmeda podemos afirmar que se encontró que la diversidad de microorganismos en áreas donde se presenta alto porcentaje de humedad la concentración de microorganismos disminuye lo que sucede con el área 5 “caseta de los monos”, y sucede lo contrario cuando aumenta la temperatura pudiéndose observar dicha diferencia en el área 1 “Boletería” y área 2 “caseta gallito de las rocas”.

Según CRUZ y JIMENEZ (2006), BARAHONA (2010) indican que las bacterias de mayor frecuencia son: *Staphylococcus sp.*, *Bacillus sp.*, otras del genero *Enterobacter sp.*; según CASTAÑEDA y ROMERO (2015); en contraste con los resultados obtenidos en la presente investigación y de acuerdo a los cuadros 12, 13, 14 se muestra que en el área 2 “Caseta gallito de las rocas” presenta la diversidad más alta con 10 géneros identificados los cuales los más frecuentes durante los 3 meses de evaluación son (*Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Streptobacillus sp.*, *klepsiella pneumoniae*, *Serratia rubideae*, *Escherichia sp.*, *Citrobacter freundil*, *Serratia liquefaciens*, *Lactobacillus sp.*, *Streptococcus*

sp.) seguido por el área 1 “Boletería” el cual presenta 9 géneros identificados y su frecuencia durante los 3 meses de evaluación (*Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Streptobacillus sp.*, *Enterobacter agglomerans*, *Escherichia sp.*, *Serratia marcescens*, *Enterobacter Cloaceae*, *Bacillus cereus*, *Lactobacillus sp.*), asimismo, el área con menor diversidad y frecuencia es el área 5 “caseta de los monos” identificándose 3 géneros durante los 3 meses de evaluación (*Staphylococcus sp.*, *Enterobacter hafniae*, *Clostridium perfringens*).

MENDEZ *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 los cuadros 15, 16 y 17 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 géneros (*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, GARCIA *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.*, *Klebsiella 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.

MENDEZ *et al.* (2015) mencionan que los bacilos Gram positivos aislados se relacionan con patologías como: amigdalitis, faringitis, neumonía, abscesos inflamatorios, respecto a otras bacterias que se han encontrado en la piel y en las mucosas de los organismos suelen ser transportadas por actividades humanas y se adaptan a condiciones ambientales extremas permitiéndoles sobrevivir más tiempo, provienen del suelo y de la descomposición de la materia orgánica de donde son arrastrados por corrientes de aire siendo las Gram

positivas más resistentes que las Gram negativas debido a que su pared celular es más gruesa. Ésto se contrasta con los resultados obtenidos donde se obtuvo mayor diversidad y concentración de bacterias Gram positivas que negativas (ver cuadros 12, 13 y 14), además podemos afirmar que las mayores presencias de los microorganismos se registraron en las áreas 1, 2 y 6 esto debido a que fueron arrastrados por las corrientes de aire, dichas corrientes de aire según la rosa de viento se dirigen de Norte a Sur y de Sur a Oeste (ver figuras 6, 7 y 8) con velocidades de 3.6 m/s y una frecuencia de 17 % al 27.2 %.

MENDEZ *et al.* (2015) indican que los géneros más frecuentes según su investigación son: *Aspergillus sp.* y *Penicillium sp.*, refieren que se debe a que las esporas de estos hongos son livianas y les permite transportarse fácilmente por el aire, además el género *Aspergillus sp.* puede causar infección pulmonar asociada a broncopulmonías alérgicas, aspergilosis, queritis y sinusitis alérgica, mientras el género *Penicillium sp.* se relaciona con la producción de toxinas perjudiciales para el hombre y se encuentran asociadas a infecciones invasoras en pacientes inmunocomprometidos, asimismo, el género *Fusarium sp.* puede tener diversos efectos biológicos y/o patológicos causando infecciones en humanos y animales; de acuerdo a los resultados obtenidos se puede corroborar la presencia de estos géneros en todas las áreas de muestreo y su relación con la percepción de los trabajadores respecto a las enfermedades o molestias que presentan al estar expuestos durante 8 horas al día.

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 – Zocriadero 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.

ROJAS (1997) expone que el patrón de la exposición de una persona a un contaminante biológico depende de 3 factores: Tiempo de permanencia en un lugar, concentración del contaminante biológico y cantidad de aire que respira determinada por el tipo de actividad que realiza, además de tener en cuenta el sistema inmunológico del huésped. Con base a estos factores y a las encuestas realizadas principalmente a los trabajadores el cual permanecen en el área por 8 horas diarias, se puede afirmar que los signos y síntomas presentados se debe a la concentración y diversidad de los microorganismos presentes en dicha área, en caso de la población visitante la probabilidad de contraer una enfermedad es baja debido a que su permanencia

en dicha área es menos de 2 horas, a diferencia de aquellas personas que se encuentran más de 2 horas, esto se corrobora con el grado de riesgo de la Norma Europea mencionada en el Decreto Real 664/97 (2014).

SANCHEZ *et al.* (2006) indican que las actividades antropogénicas como: centros de manejo de residuos sólidos, plantas de tratamiento de aguas residuales, áreas de recreación, tráfico vehicular liberan gran cantidad de bacterias a la atmósfera, ésto se puede corroborar en el área de trabajo de la presente investigación, donde las principales fuentes de contaminación microbiológica son la inadecuada disposición de residuos sólidos, aguas estancadas, heces de animales, alimentos en descomposición.

Según RAMOS (2019) indica que la relación de las PAS y los microorganismos patógenos presentan una buena correlación el cual es estadísticamente significativa, en contraste con los resultados obtenidos en la presente investigación podemos afirmar que sí existe correlación entre las PAS y la diversidad de microorganismos el cual tiene una correlación de Pearson de 0,848 el cual existe una correlación positiva alta, además, podemos afirmar que la correlación entre los microorganismos y la precipitación es muy baja de acuerdo a la escala de Pearson. Por otro lado, entre diversidad de microorganismos y la temperatura existe una correlación positiva baja, el cual presenta una escala de 0,2 a 0,4; asimismo, la diversidad de microorganismos y la humedad relativa tiene una correlación negativa moderada encontrándose en el rango de -0,4 a -0,69.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que 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 “casetta del otorongo”.
2. Se evaluaron los parámetros físicos como la temperatura, humedad relativa, precipitación, partículas atmosféricas sedimentables y rosa de viento durante la época húmeda en la Microestación Biológica – Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
3. Se identificaron las especies microbiológicas en la época húmeda de la Microestación Biológica – Zoocriadero, donde se obtuvo un total de 27 géneros de las cuales 20 son bacterias y 7 hongos; las bacterias más frecuentes son: *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.

4. Se evaluó la percepción del público visitante, así como los trabajadores el cual 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.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda desinfectar todas las áreas de la Microestación Biológica – Zoocriadero con soluciones como el formaldehído o soluciones como la lejía para eliminar los microorganismos patógenos encontrados en la presente investigación.
2. Se recomienda que, para el cuidado de los trabajadores y público, después de cada visita o contacto con los animales se realice un lavado de brazos y manos con jabón y agua caliente.
3. Se recomienda realizar investigaciones de monitoreos de aire según las estaciones del año para así poder establecer el comportamiento de los microorganismos a diferentes climas.
4. Se recomienda realizar nuevas investigaciones en búsqueda de otras fuentes de contaminantes biológicos y ampliar el uso de otros medios de cultivo para identificar la presencia de otros microorganismos patógenos que se pueden encontrar en dicha área.
5. Proponer normas nacionales respecto a los valores límites máximos permisibles de agentes biológicos para distintas áreas.

VIII. ABSTRACT

The objective of the present research work was to evaluate the microbiological quality of the air in the six areas of the biological MicroStation on the captive breeding grounds at the Universidad Nacional Agraria de la Selva in Tingo María, Perú. It was carried out in the following fashion: six areas for sampling were selected (A1: ticketing, A2: Andean cock-of-the-rock cage, A3: turtle area, A4: jaguar cage, A5: monkey cage and A6: kitchen), from which, in order to determine the physical parameters (PAS, temperature, relative humidity, precipitation and wind rose), information was obtained from the meteorological station at the UNAS and from direct reads in the field. The PAS was determined using the passive method, obtaining a greater concentration of PAS in area 1, ticketing, (12.61 t/km²/month, 11.08 t/km²/month and 8.4 t/km²/month) and the least in area 5, monkey cage, (2.80 t/km²/month, 2.80 t/km²/month and 3.2 t/km²/month); the microbiological analysis was done using the bubble point method, identifying twenty seven genres of bacteria and fungi, with the most frequent being *Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Enterobacter agglomerans*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter hafniae* and other pathogenic bacterial such as *Streptococcus sp.*, *Clostridium perfringens* and *Bacillus anthracis*. The fungi with the greatest frequency were *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.* and *Geotrichum sp.*; some pathogenic fungi identified were: *Microsporum sp.* and *Epirophyton sp.* On the other hand, for the public perception as employees, surveys were given where they indicated the microbiological quality of the air of the biological MicroStation in the captive breeding grounds as “average.”

Keywords: Microbiological quality, microorganisms, bubble point method

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELL.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.
- ATLAS, R., BARTHA, R.2002. Ecología microbiana y microbiología ambiental. Pearson, Madrid, edición en España (9):329-248 p.
- 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.
- BALASHAZY et al., 2009. Simulation and minimisation of the airway deposition of airborne bacteria. Inhalacion Toxicology. 21(12); 1021-1029 p.
- BLANCO, L.CC. 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.
- BYUNG. 2016, ROMERO, R. 2013. Concentration of culturable bioaerosol during Winter. Journal of Aerosol Scencie. 94: 1-8 p.
- CABALLERO. 2006, REY, I., FULA, Y.2005. Evaluación de agar Czapeck y

agar de dextrosa Sabouraud para el cultivo de conidios de *Aspergillus* sp. en el aire. ScienceDirect. Praga, Republica Checa. 53(4): 333-335 p.

CASTAÑEDA, D., y 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 Calda asociadas a posibles afecciones en la salud. Tesis Tec. Saneamiento ambiental. Bogotá D.C.C. 83 p.

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.

CRUZ, P., CALVO, M. 2006. Diagnostico microbiológico de la neumonía de adulto adquirida en la comunidad. Revista Chilena Enfermedades Respiratorias 21:95-101 p.

CATALAN – VASQUEZ, 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.

CORTES, A., CORLETO. 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.

- CRUZ, O., JIMENEZ, 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.
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ. Art 2. Perú. 29 dic.1993.
- DE LA ROSA, M., ULLACAN, C. 2020. El aire: Habitación y medio de transmisión de microorganismos. Observatorio Medioambiental ISSN: 1139-1987(5): 375 – 402 p.
- 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.
- 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.
- GARCIA, P., GARCIA, R., DOMINGUEZ, I. 2001. Otomicosis: aspecto clínicos y microbiológicos. Cadiz, España. Revista Diagn.Biol. 50(1): 7-22 p.
- 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.
- GONZALES, Y. 2006. Evaluación del aire en seis áreas turísticas de la ciudad de Nevada. Tesis Doc. Nevada. 386 p.
- HERNANDEZ, A., ROMERO, R. 2013. Microbiología y parasitología

humana. México. Edición Medica Panamericana. 1802 p.

HERNANDEZ, A., MARIN, 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.

HOLDRIDGE, 1982. Ecología basada en zonas de vida. Ed. Agroamerica, 216 p.

HURTADO, L., RODRIGUEZ, G., LOPES, J., CASTILLO, J. 2014. Charaterization of atmospheric bioaerosols at 9 sites in Tijuana, Mexico. Atmospheric Environment journal. 96: 430-436 p.

IARC (Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer). 2013. Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths. Press Release N°221. Disponible en: https://www.iarc.fr/en/me-dia-centre/pr/2013/pdfs/pr221_E.pdf

IMR (Instituto de Medicina Regional). 2003. Microhongos anemófilos en ambientes abiertos de dos ciudades del Nordeste Argentino. 1-8 p.

KI, J., HANNAH, B. 2014. Concentration of environmental fungal and bacterial bioaerosols during the monsoon season. Journal of Aerosol Science, 77:31–37 p.

KI J. H., CHEOL E. L., HANNAH B. K., BYUNG U. L. 2017. Effects of human ac-tivities on concentrations of culturable bioaerosols in indoor air environ-ments. Journal of Aerosol Science, 104: 58–65 p.

- 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.
- LOPEZ, C.A.2015. Protocolo de prácticas de microbiología general. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Perú. 6 p.
- MANDELL, G. 2006. Enfermedades Infecciosas. Elsevier principios y práctica. España. Ed. 8:120 p.
- MARCOS, R., CABRERA, M., LAOS, H., MAMANI, D.sd. 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 termo fluidos CEDIT. Lima. 49-59 p.
- 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.
- MENDEZ, K., SANCHEZ, J. 2015. Identificación de bacterias y hongos en el aire de Neiva, Colombia., Rev. Salud Publica. Neiva, Colombia. 17(5): 1-145 p.
- MORTAZAVI, R., ARIYA, P. 2015. The impact of renovation on indoor airborne bacterial and fungal populations. Indoor and Built

Environment 1–11 P.

MORILLAS, R. 2014. Métodos para poblaciones infinitas y finitas. Estadística general. Perú. 4-6 p.

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2005. 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.

REY, I., FULA, Y. 2005. Evaluación de la contaminación del aire por microorganismos patógenos en los bioaerosoles, en una zona de alta actividad industrial y flujo vehicular de la localidad de puente Aranda en Bogotá. DC. Colombia. Universidad de la Salle. 25 p.

ROMERO, R. 2007. Microbiología y parasitología humana. Ed. Medica Panamericana. México. 1802 p.

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.

ROSAS, I. 2003. Bacterias en la atmosfera-Microbiología ambiental [en línea]: México. Disponible en bookgoogle (www.books.google.com.pe, consultado en junio.27.2020)

- ROJAS, T. 1997. El género *Aspergillus* sp. en la atmosfera de la Habana. Cuba. Boletín micológico. 46 p.
- PASCUAL, M., CALDERON, V. 2000. Microbiología alimentaria. Metodología analítica para alimentos y bebidas. Ed. Díaz de Santos. 441 p.
- SANDOVAL, M. 2015. Indicadores de la salud ambiental para la toma de decisiones. Determinante ambientales y sociales de la salud. Ed. OPS Mc Gram Hill interamericana. Washington. DC. 155- 167 P.
- SANCHEZ, M., ROIG, A., CAYUELA, M. 2006. Emisión de bioaerosoles asociada a la gestión de residuos orgánicos. Rev. 10(001): 39-57 p.
- SENHAMI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Perú).2014. registro de temperatura y humedad relativa en Tingo María. Perú. [en línea]: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>.
- 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.

X. ANEXOS

Apéndice 1. Correlación de los parámetros físicos y la diversidad de microorganismos

Anexo A. Correlación de los microorganismos y los parámetros físicos por el método de Pearson

A. Correlación de la diversidad de microorganismos y PAS

— Planteamiento de la hipótesis:

H_0 = No existe correlación entre las PAS y la diversidad de microorganismos

H_a = Si existe correlación entre las PAS y la diversidad de microorganismos

— Nivel de significancia:

Haciendo una comparación entre $\alpha = 0.01$ y el nivel de sig. Según el análisis obtenido podemos decir:

Sig. < 0.01

0.000 < 0.01

En el cuadro 20 se muestra el nivel de correlación de la diversidad de microorganismos respecto a las partículas atmosféricas sedimentables.

Cuadro 20. Correlación entre las PAS y la diversidad de microorganismos

		Concentración PAS(t/km ² /mes)	Diversidad de microorganismos
PAS	Correlación de Pearson	1	.848**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	18	18
M.O	Correlación de Pearson	.848**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	18	18

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

— Conclusión:

De acuerdo al cuadro 20 se acepta la hipótesis alternativa afirmando que existe correlación entre las partículas atmosféricas sedimentables y la diversidad de microorganismos, por otro lado, teniendo en cuenta el índice de correlación del cuadro 8 podemos decir que existe una muy buena correlación ya que se encuentra en el rango de 0.80 – 1.00.

B. Correlación de la diversidad de microorganismos y temperatura

— Planteamiento de la hipótesis:

H_0 = No existe correlación entre la diversidad de microorganismos y T(°C)

H_a = Si existe correlación entre la diversidad de microorganismos y T(°C)

— Nivel de significancia:

Haciendo una comparación entre $\alpha = 0.01$ y el nivel de sig. Según el análisis obtenido podemos decir:

$$\text{Sig.} < 0.01$$

$$0.392 > 0.01$$

En el cuadro 21 se muestra la correlación según Pearson entre el parámetro físico Temperatura (°C) y la diversidad de microorganismos.

Cuadro 21. Correlación entre la diversidad de microorganismos y la T (°C)

		Diversidad de microorganismos	Temperatura (°C)
M.O	Correlación de Pearson	1	.215
	Sig. (bilateral)		.392
	N	18	18
T (°C)	Correlación de Pearson	.215	1
	Sig. (bilateral)	.392	
	N	18	18

— Conclusión:

De acuerdo al cuadro 21 se acepta la hipótesis alterna afirmando que, si existe correlación entre la diversidad de microorganismos y la temperatura, por otro lado, teniendo en cuenta el índice de correlación del cuadro 8 podemos decir que la correlación que existe es una escasa correlación o correlación positiva baja ya que se encuentra en el rango de 0.20 – 0.40.

C. Correlación de la diversidad de microorganismos y humedad relativa

— Planteamiento de la hipótesis:

H_0 = No existe correlación entre la diversidad de microorganismos y la HR (%)

H_a = Si existe correlación entre la diversidad de microorganismos y la HR (%)

— Nivel de significancia:

Haciendo una comparación entre $\alpha = 0.05$ y el nivel de sig. Según el análisis obtenido podemos decir que si es significativo:

Sig. < 0.05

0.037 > 0.05

En el cuadro 22 se muestra el nivel de correlación de la diversidad de la diversidad de microorganismos respecto a la humedad relativa.

Cuadro 22. Correlación entre la diversidad de microorganismos y la HR (%)

		Diversidad de microorganismos	Humedad Relativa (%)
M.O	Correlación de Pearson	1	-.547*
	Sig. (bilateral)		.019
	N	18	18
HR(%)	Correlación de Pearson	-.547*	1
	Sig. (bilateral)	.019	
	N	18	18

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

— Conclusión:

De acuerdo al cuadro 22 se acepta la hipótesis nula afirmando que, no existe correlación entre la diversidad de microorganismos y la humedad relativa ya que actúan de manera inversa. Tiene una correlación negativamente moderada ya que se encuentra en el rango de -0,4 a -0,69 de acuerdo al cuadro 8.

D. Correlación de la diversidad de microorganismos y la precipitación

- Planteamiento de la hipótesis:

H_0 = No existe correlación entre la diversidad de microorganismos y la PP (mm)

H_a = Si existe correlación entre la diversidad de microorganismos y la PP (mm)

- Nivel de significancia:

Haciendo una comparación entre $\alpha = 0.05$ y el nivel de sig. Según el análisis obtenido podemos decir que si es significativo:

$$\text{Sig.} < 0.05$$

$$0.717 < 0.05$$

En el cuadro 23 se muestra el nivel de correlación de la diversidad de la diversidad de microorganismos respecto a la precipitación.

Cuadro 23. Correlación entre la diversidad de microorganismos y la PP(mm)

		Diversidad de microorganismos	Precipitación (mm)
M.O	Correlación de Pearson	1	.092
	Sig. (bilateral)		.717
	N	18	18
PP(%)	Correlación de Pearson	.092	1
	Sig. (bilateral)	.717	
	N	18	18

— Conclusión:

De acuerdo al cuadro 23 se acepta la hipótesis alterna afirmando que, si existe correlación entre la diversidad de microorganismos y la precipitación. Tiene una correlación positiva muy baja según la correlación de Pearson ya que se encuentra en el rango de 0.01 a 0.19 de acuerdo al cuadro 8.

Apéndice 2. Datos meteorológicos obtenidos de la estación meteorológica de la UNAS

Anexo A. Informe de los parámetros meteorológicos de temperatura, humedad
relativa, precipitación, dirección y velocidad del viento

1. Datos meteorológicos pertenecientes al mes de noviembre 2019

Días	TEMPERATURA DEL AIRE			H. RELATIVA	PRECIPITACIÓN	VIENTO		
	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Prom.(°C)	%	mm.	Dirección	Vel. m/s.	
1	28.50	21.60	25.05	86.20	0.20	NNE	22.50	1.10
2	32.00	21.60	26.80	78.80	0.00	NNE	22.50	0.50
3	31.00	21.40	26.20	81.40	10.70	ENE	67.50	2.40
4	30.00	20.50	25.25	84.00	10.20	ENE	67.50	2.20
5	32.50	20.40	26.45	77.90	0.20	NNE	22.50	1.80
6	30.00	21.00	25.50	89.30	14.40	ENE	67.50	2.40
7	29.40	19.00	24.20	85.30	9.40	ESE	112.50	1.70
8	30.50	20.40	25.45	79.90	0.00	SSE	157.50	0.90
9	32.00	22.00	27.00	81.60	59.40	NNE	22.50	2.70
10	29.00	21.00	25.00	90.40	53.00	NE	45.00	2.10
11	31.00	20.50	25.75	81.50	4.80	NNO	337.50	1.50
12	30.00	22.00	26.00	85.90	2.00	N	0.00	1.00
13	33.00	20.40	26.70	76.00	17.30	NNE	22.50	2.20
14	27.90	21.00	24.45	88.80	22.30	NEN	67.50	2.40
15	28.70	21.90	25.30	86.70	24.30	ENE	67.50	1.90
16	25.30	20.40	22.85	89.20	6.50	NNE	22.50	1.10
17	32.40	19.60	26.00	78.10	18.00	N	0.00	2.10
18	32.50	21.00	26.75	73.70	0.00	SSE	157.50	0.70
19	33.50	21.40	27.45	77.40	0.00	OSO	247.50	1.00
20	34.00	20.00	27.00	75.60	0.00	SO	225.00	0.50
21	32.90	21.20	27.05	78.60	0.80	S	180.00	1.10
22	32.00	22.00	27.00	81.60	8.60	NNE	22.50	1.40
23	32.00	21.80	26.90	86.10	39.40	N	0.00	2.20
24	30.00	20.60	25.30	84.50	0.20	ENE	67.50	1.00
25	32.50	21.80	27.15	77.90	0.00	ESE	112.50	0.50
26	33.40	20.80	27.10	78.60	0.00	S	180.00	0.90
27	30.80	22.40	26.60	83.60	2.20	NNE	22.50	0.90
28	32.00	20.60	26.30	74.70	0.40	N	0.00	1.70
29	31.90	22.50	27.20	79.00	22.40	NE	45.00	1.90
30	29.80	22.20	26.00	85.50	85.50	NNE	22.50	1.10
PROM/ TOTAL (mm)	31.02	21.10	26.06	81.93	412.20			

Fuente: UNAS 2020

2. Datos meteorológicos pertenecientes al mes de diciembre 2019

Días	TEMPERATURA DEL AIRE			H. RELATIVA	PRECIPITACIÓN	VIENTO		
	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Prom.(°C)	%	mm.	Dirección	Vel. m/s.	
1	30.50	21.20	25.85	86.50	37.40	NNO	337.50	2.20
2	31.50	21.20	26.35	82.20	63.00	N	0.00	2.60
3	28.50	21.00	24.75	93.30	14.30	NE	45.00	1.20
4	28.30	20.80	24.55	88.00	38.70	NNE	22.50	2.20
5	25.50	20.50	23.00	91.40	28.40	NE	45.00	1.60
6	27.30	20.40	23.85	91.40	23.10	NNO	337.50	1.00
7	29.50	21.00	25.25	83.40	8.80	NE	45.00	0.80
8	28.00	21.50	24.75	92.10	14.00	NNO	337.50	1.40
9	29.00	21.30	25.15	85.10	34.20	NNE	22.50	2.10
10	30.00	20.90	25.45	85.30	1.20	ESE	112.50	1.10
11	29.60	21.30	25.45	85.80	9.70	NE	45.00	2.10
12	26.00	21.40	23.70	88.30	15.50	N	0.00	2.40
13	23.00	19.40	21.20	95.40	14.50	N	0.00	1.10
14	27.20	20.50	23.85	88.00	3.20	NNE	22.50	2.50
15	31.00	21.30	26.15	86.50	11.20	N	0.00	2.00
16	29.60	21.60	25.60	88.00	19.50	NNE	22.50	2.10
17	31.50	21.20	26.35	82.70	11.40	N	0.00	1.90
18	31.00	20.50	25.75	83.80	70.00	NNO	337.50	2.70
19	28.00	20.30	24.15	89.60	27.30	NE	45.00	1.00
20	29.30	20.50	24.90	83.80	0.10	E	90.00	1.00
21	31.90	20.50	26.20	82.80	3.20	SE	135.00	0.90
22	32.00	21.10	26.55	79.00	0.00	SE	135.00	0.80
23	29.30	21.30	25.30	81.60	20.30	NNE	22.50	1.70
24	26.50	20.90	23.70	88.60	2.20	ENE	67.50	0.90
25	33.30	20.50	26.90	79.50	12.20	N	0.00	1.40
26	30.30	21.60	25.95	88.90	30.30	NNE	22.50	2.20
27	33.20	22.00	27.60	81.90	70.90	NNO	337.50	2.80
28	31.80	22.00	26.90	77.10	2.30	ENE	67.50	0.80
29	32.50	21.30	26.90	78.60	17.20	N	0.00	1.60
30	31.90	21.80	26.85	84.60	1.00	SSO	202.50	0.70
31	30.00	22.80	26.40	88.70	10.50	S	180.00	2.00
PROM/ TOTAL (mm)	29.58	21.08	25.33	85.87	615.60			

Fuente: UNAS 2020

3. Datos meteorológicos perteneciente al mes de enero 2020

Días	TEMPERATURA DEL AIRE			H. RELATIVA	PRECIPITACIÓN	VIENTO		
	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Prom.(°C)	%	mm.	Dirección	Vel. m/s.	
1	27.20	21.60	24.40	89.60	33.50	SO	225.00	1.40
2	28.00	21.00	24.50	86.10	42.50	OSO	247.50	3.10
3	31.20	20.00	25.60	80.50	7.20	S	180.00	1.10
4	31.50	21.50	26.50	84.20	20.20	NNE	22.50	2.00
5	32.20	21.50	26.85	81.20	0.70	ESE	112.50	0.70
6	32.50	23.00	27.75	82.80	0.00	E	90.00	0.20
7	29.50	23.50	26.50	93.80	20.90	ENE	67.50	2.20
8	27.50	21.40	24.45	89.90	110.20	NNE	22.50	2.80
9	30.80	21.20	26.00	85.80	3.40	NE	45.00	1.10
10	33.30	20.60	26.95	80.50	2.00	N	0.00	0.90
11	30.00	22.50	26.25	84.60	1.50	NNO	337.50	0.50
12	32.00	21.50	26.75	84.30	36.60	N	0.00	2.20
13	31.00	21.40	26.20	85.10	92.50	NNE	22.50	3.00
14	30.90	21.50	26.20	84.60	29.10	N	0.00	1.90
15	28.00	21.20	24.60	88.70	5.30	NNE	22.50	2.40
16	30.30	21.30	25.80	83.30	4.70	ESE	112.50	1.90
17	33.80	21.00	27.40	79.50	7.00	SE	135.00	2.00
18	26.50	21.30	23.90	89.90	3.70	ESE	112.50	1.00
19	30.50	20.90	25.70	82.50	0.30	ENE	67.50	0.70
20	31.80	21.50	26.65	82.20	3.00	NE	45.00	1.00
21	25.40	21.80	23.60	94.10	7.60	N	0.00	1.40
22	29.40	22.00	25.70	88.90	29.10	NNE	22.50	2.40
23	26.60	22.00	24.30	92.80	0.20	NE	45.00	0.80
24	32.50	21.00	26.75	83.50	7.80	ONO	292.50	2.00
25	31.50	21.80	26.65	86.50	12.50	NNO	337.50	2.30
26	30.30	20.80	25.55	85.80	3.60	ONO	292.50	1.70
27	34.00	21.40	27.70	80.00	0.00	NE	45.00	0.90
28	33.20	22.50	27.85	79.60	40.60	N	0.00	3.00
29	29.90	21.50	25.70	84.10	2.20	NNO	337.50	1.70
30	31.90	21.80	26.85	82.10	0.00	NE	45.00	0.20
31	33.20	21.70	27.45	80.50	0.00	E	90.00	1.00
PROM/TOTAL (mm)	30.53	21.54	26.03	85.06	527.90			

Fuente: UNAS 2020

Anexo B. Datos históricos meteorológicos pertenecientes a los años 2018 y 2019

1. Parámetros meteorológicos históricos del mes de noviembre 2018

Días	TEMPERATURA DEL AIRE			H. RELATIVA	PRECIPITACIÓN	VIENTO		
	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Prom.(°C)	%	mm.	Dirección	Vel. m/s.	
1	24.50	21.50	23.00	96.60	12.60	NNO	337.50	1.90
2	30.50	19.00	24.75	83.10	0.00	NE	45.00	2.10
3	33.50	21.00	27.25	80.70	0.00	NNE	22.50	2.20
4	27.50	22.00	24.75	91.40	0.00	SE	135.00	1.00
5	30.00	21.00	25.50	86.20	0.00	ESE	112.50	1.60
6	29.50	22.00	25.75	84.30	17.10	ENE	67.50	2.30
7	24.00	21.00	22.50	96.40	13.20	NNE	22.50	1.70
8	29.00	19.60	24.30	87.60	0.00	NE	45.00	2.00
9	32.00	20.50	26.25	80.00	17.50	ENE	67.50	2.50
10	32.00	22.00	27.00	83.80	77.30	NNE	22.50	0.50
11	29.50	21.50	25.50	83.20	0.60	NE	45.00	1.20
12	33.00	21.50	27.25	77.40	27.90	NNE	22.50	1.00
13	27.50	21.00	24.25	88.10	0.00	NE	45.00	2.00
14	32.50	20.50	26.50	80.90	2.90	N	0.00	1.60
15	32.00	22.50	27.25	81.50	21.30	NNE	22.50	1.50
16	26.00	21.00	23.50	95.60	22.50	S	180.00	0.80
17	31.00	20.80	25.90	78.50	1.00	ESE	112.50	0.60
18	29.50	22.00	25.75	86.00	0.30	ENE	67.50	0.90
19	27.50	22.30	24.90	96.10	65.40	N	0.00	2.20
20	27.00	20.90	23.95	89.20	1.10	NNE	22.50	1.50
21	33.50	21.00	27.25	77.90	29.30	S	180.00	1.00
22	30.70	21.80	26.25	85.80	0.00	SO	225.00	0.40
23	32.50	22.00	27.25	78.20	0.00	SO	225.00	1.00
24	27.20	23.50	25.35	92.70	75.10	SSE	157.50	0.80
25	31.00	20.70	25.85	83.20	11.40	N	0.00	2.20
26	29.70	21.00	25.35	88.00	30.80	NNE	22.50	1.50
27	31.50	20.50	26.00	81.10	41.50	ENE	67.50	2.00
28	29.00	21.50	25.25	90.60	3.00	ENE	67.50	1.90
29	29.50	21.50	25.50	86.80	38.50	NE	45.00	2.00
30	29.00	21.60	25.30	88.30	2.90	NE	45.00	1.90

Fuente: UNAS 2020

2. Parámetros meteorológicos históricos del mes de diciembre 2018

Días	TEMPERATURA DEL AIRE			H. RELATIVA	PRECIPITACIÓN	VIENTO		
	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Prom.(°C)	%	mm.	Dirección	Vel. m/s.	
1	32.20	21.80	27.00	84.60	1.80	NNE	22.50	2.30
2	27.30	21.50	24.40	88.20	35.20	N	0.00	1.90
3	27.50	20.40	23.95	88.50	8.10	NNE	22.50	2.80
4	27.50	21.50	24.50	87.50	26.00	N	0.00	1.20
5	24.50	21.40	22.95	96.10	22.80	N	0.00	2.50
6	30.00	20.60	25.30	86.60	4.10	NE	45.00	2.00
7	28.30	21.60	24.95	89.80	2.80	ESE	112.50	1.20
8	28.00	21.00	24.50	88.50	8.30	NNE	22.50	2.20
9	32.20	21.60	26.90	81.10	1.30	NNO	337.50	1.30
10	31.90	22.50	27.20	83.30	2.60	NE	45.00	0.70
11	32.00	22.40	27.20	80.00	0.50	NNO	337.50	0.80
12	32.10	22.00	27.05	81.00	6.90	NE	45.00	1.50
13	30.80	22.50	26.65	84.40	19.80	NNE	22.50	2.00
14	33.50	20.40	26.95	78.70	86.30	NE	45.00	1.00
15	31.00	20.50	25.75	85.40	50.20	N	0.00	2.40
16	29.00	20.50	24.75	84.60	2.40	NNO	337.50	2.10
17	32.20	20.30	26.25	82.30	39.50	S	180.00	1.80
18	31.00	21.20	26.10	84.60	0.50	SSO	202.50	0.50
19	30.40	21.20	25.80	87.50	0.80	N	0.00	1.40
20	28.20	21.60	24.90	86.10	30.40	ENE	67.50	0.90
21	31.00	20.50	25.75	83.20	16.40	NNO	337.50	2.50
22	29.80	21.40	25.60	86.00	19.90	NNE	22.50	2.30
23	31.50	20.40	25.95	83.60	3.70	N	0.00	1.30
24	32.30	21.20	26.75	78.60	5.80	ENE	67.50	0.90
25	29.80	21.80	25.80	83.50	28.30	NNE	22.50	1.40
26	31.20	20.50	25.85	82.20	0.40	SE	135.00	1.10
27	31.30	21.60	26.45	81.40	0.20	SSE	157.5	1.70
28	31.40	21.00	26.20	82.10	3.30	E	90.00	1.10
29	29.50	22.10	25.80	83.10	1.00	NE	45.00	0.90
30	30.20	21.50	25.85	83.30	2.70	NNO	337.50	0.70
31	31.30	21.60	26.45	79.50	0.00	N	0.00	1.70

Fuente: UNAS 2020

3. Parámetros meteorológicos históricos del mes de enero 2019

Días	TEMPERATURA DEL AIRE			H. RELATIVA	PRECIPITACIÓN	VIENTO		
	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Prom.(°C)	%	mm.	Dirección	Vel. m/s.	
1	33.30	20.50	26.90	75.90	0.00	NE	45.00	1.20
2	33.60	21.50	27.55	78.90	28.80	N	0.00	1.00
3	32.50	21.50	27.00	82.60	33.20	NNO	337.50	0.70
4	29.40	21.20	25.30	87.80	14.80	N	0.00	2.80
5	32.30	21.50	26.90	76.60	0.00	NNE	22.50	2.70
6	33.70	21.60	27.65	76.80	22.70	N	0.00	1.60
7	29.00	22.20	25.60	87.10	66.10	NNE	22.50	2.50
8	23.60	22.00	22.80	96.60	17.70	ESE	112.50	1.80
9	30.50	20.40	25.45	82.70	2.70	SE	135.00	2.10
10	26.50	21.00	23.75	88.60	18.60	ESE	112.50	0.90
11	25.30	20.10	22.70	91.00	13.80	ENE	67.50	0.80
12	28.30	20.40	24.35	85.30	16.90	NE	45.00	1.10
13	28.50	19.90	24.20	89.20	27.60	N	0.00	1.50
14	29.00	20.00	24.50	85.30	36.30	NNE	22.50	2.30
15	26.70	20.20	23.45	89.70	6.50	NE	45.00	0.90
16	30.10	20.60	25.35	88.10	41.10	SO	225.00	1.60
17	28.20	20.80	24.50	85.20	7.20	OSO	247.50	2.90
18	31.80	20.50	26.15	83.20	0.50	S	180.00	1.00
19	30.80	21.00	25.90	82.90	0.50	NNE	22.50	2.20
20	31.80	20.90	26.35	80.80	0.60	ESE	112.50	0.80
21	30.50	21.30	25.90	82.50	9.00	E	90.00	0.40
22	28.80	21.40	25.10	86.70	3.10	ENE	67.50	2.30
23	31.70	20.50	26.10	83.20	0.40	NNE	22.50	2.90
24	30.00	21.50	25.75	82.00	15.60	ONO	292.50	2.10
25	30.70	21.60	26.15	85.00	35.30	NNO	337.50	2.20
26	32.00	21.30	26.65	80.20	0.50	E	90.00	1.10
27	30.30	21.80	26.05	86.10	0.60	NE	45.00	1.00
28	27.80	21.60	24.70	90.30	35.20	N	0.00	3.00
29	31.30	20.90	26.10	93.40	62.00	NNO	337.50	1.60
30	27.20	21.40	24.30	89.30	40.60	NE	45.00	0.40
31	29.50	21.50	25.50	88.20	2.10	N	0.00	3.10

Fuente: UNAS 2020

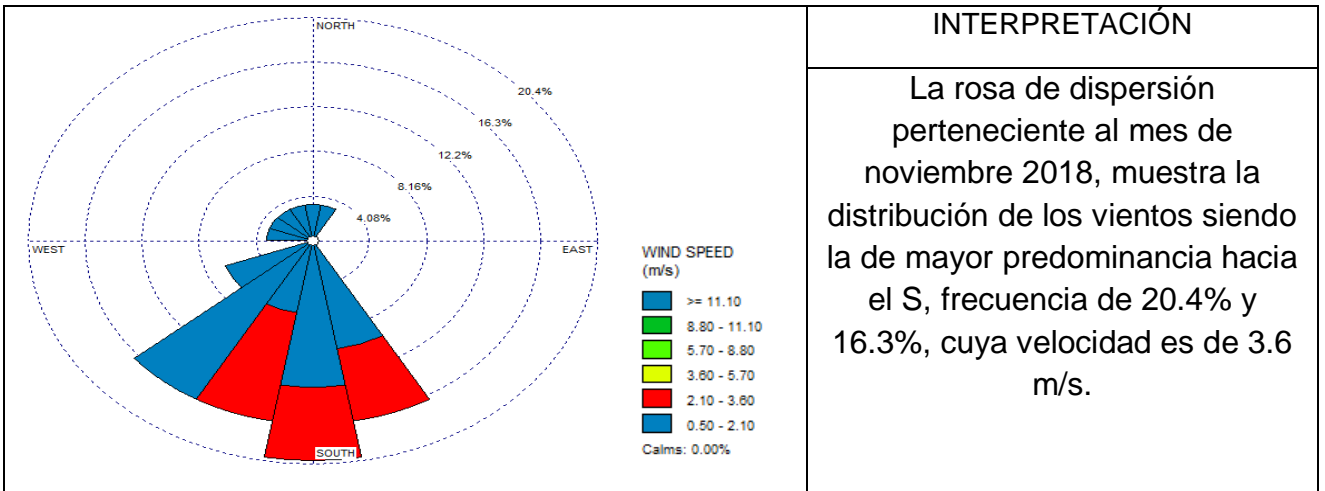


Figura 16. Rosa de viento perteneciente al mes de noviembre del 2018

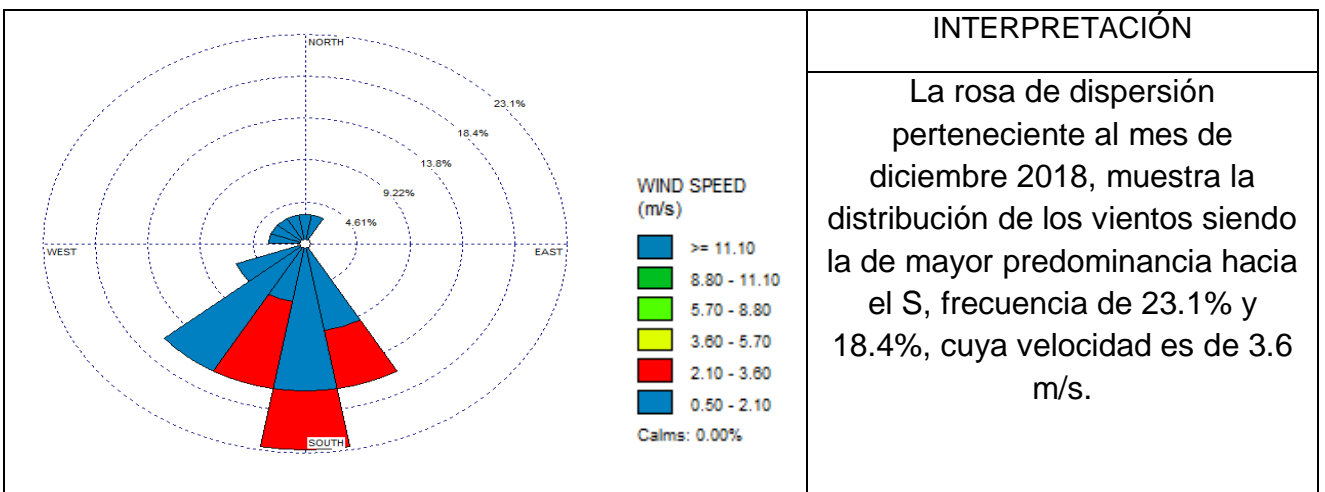


Figura 17. Rosa de viento perteneciente al mes de diciembre del 2018

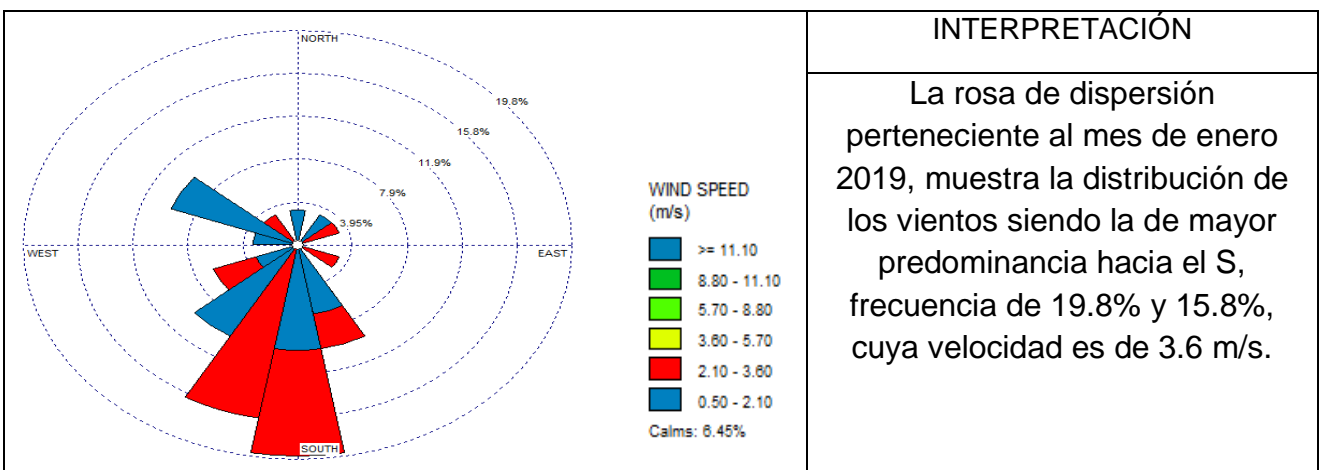


Figura 18. Rosa de viento perteneciente al mes de enero del 2019

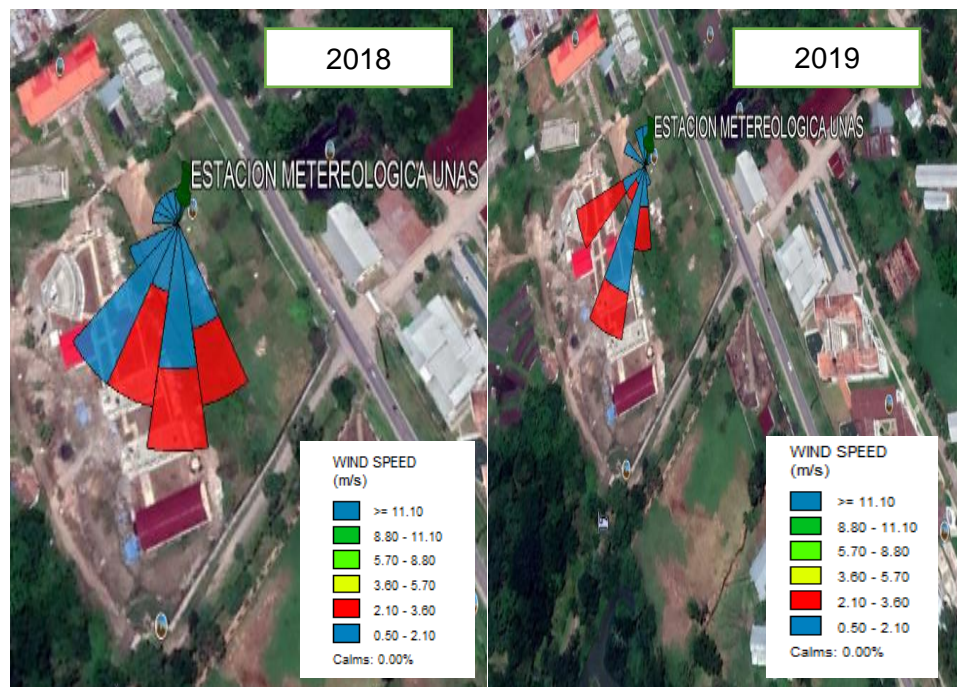


Figura 19. Vista satelital de la Rosa de viento perteneciente al mes de noviembre 2018 y 2019

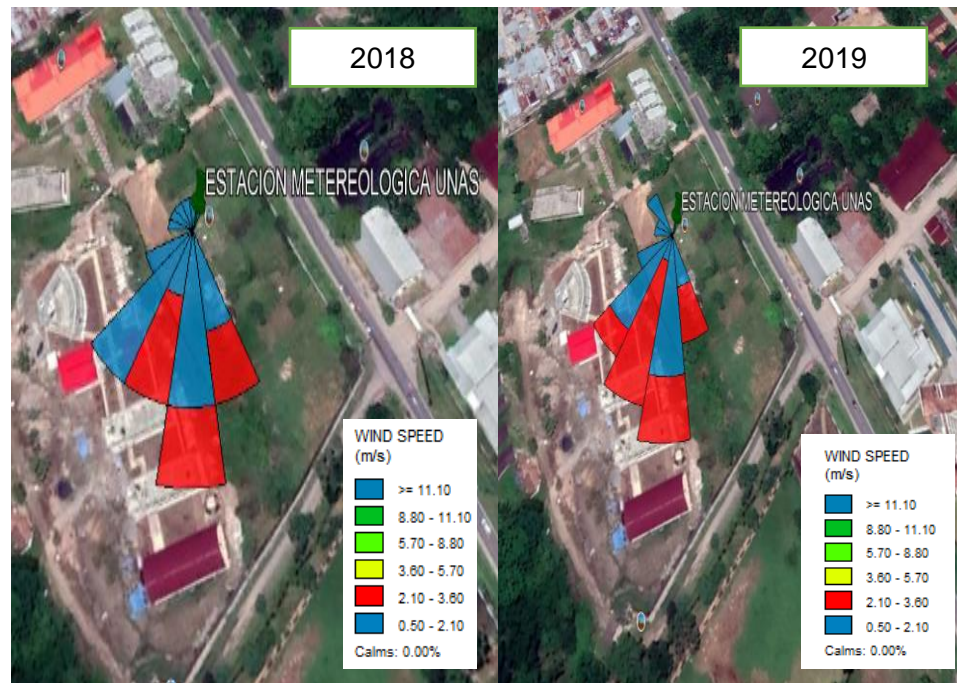


Figura 20. Vista satelital de la Rosa de viento perteneciente al mes de diciembre 2018 y 2019

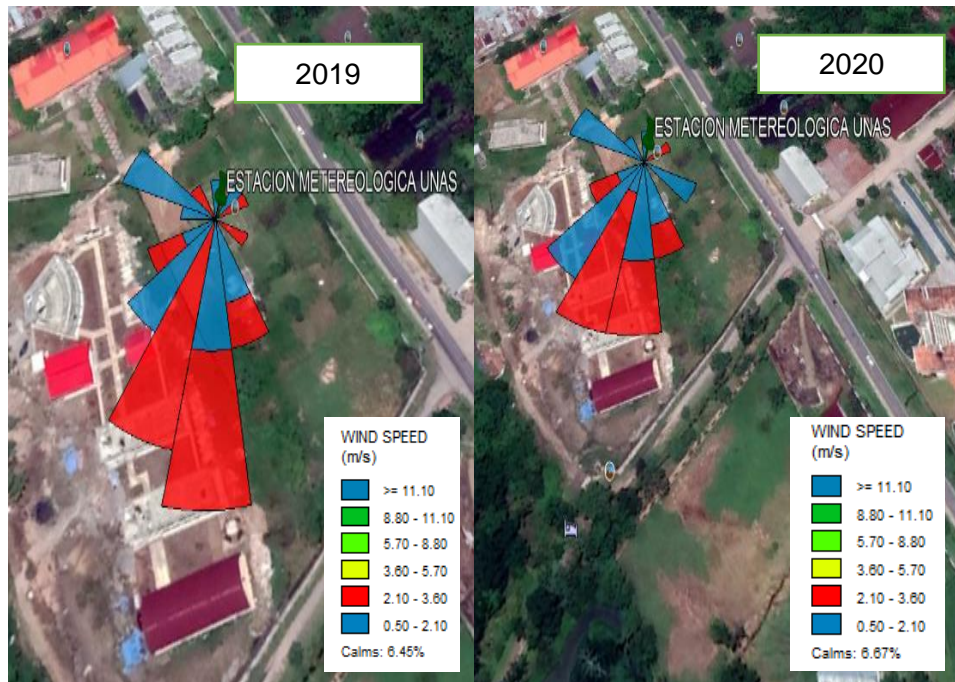
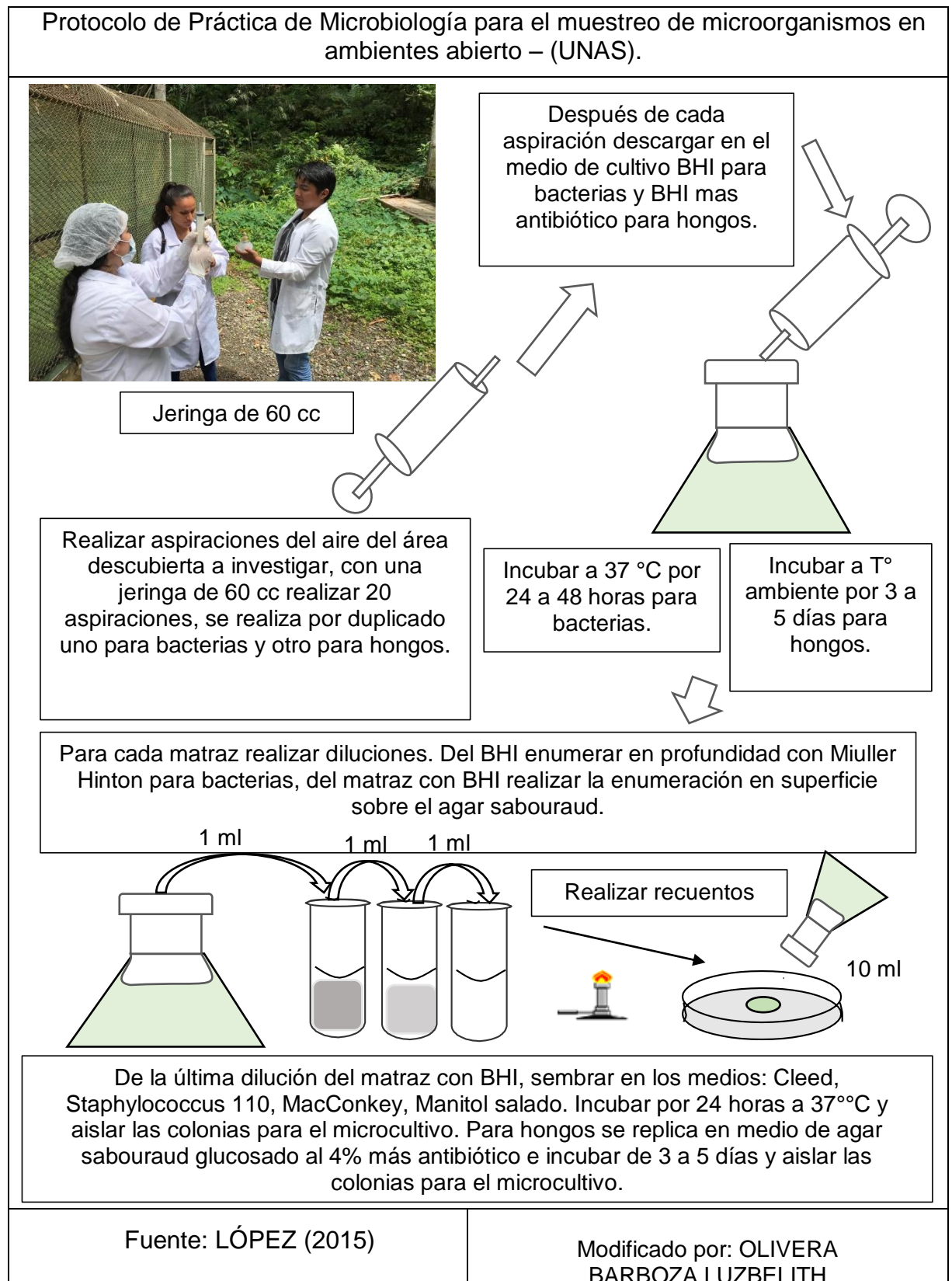


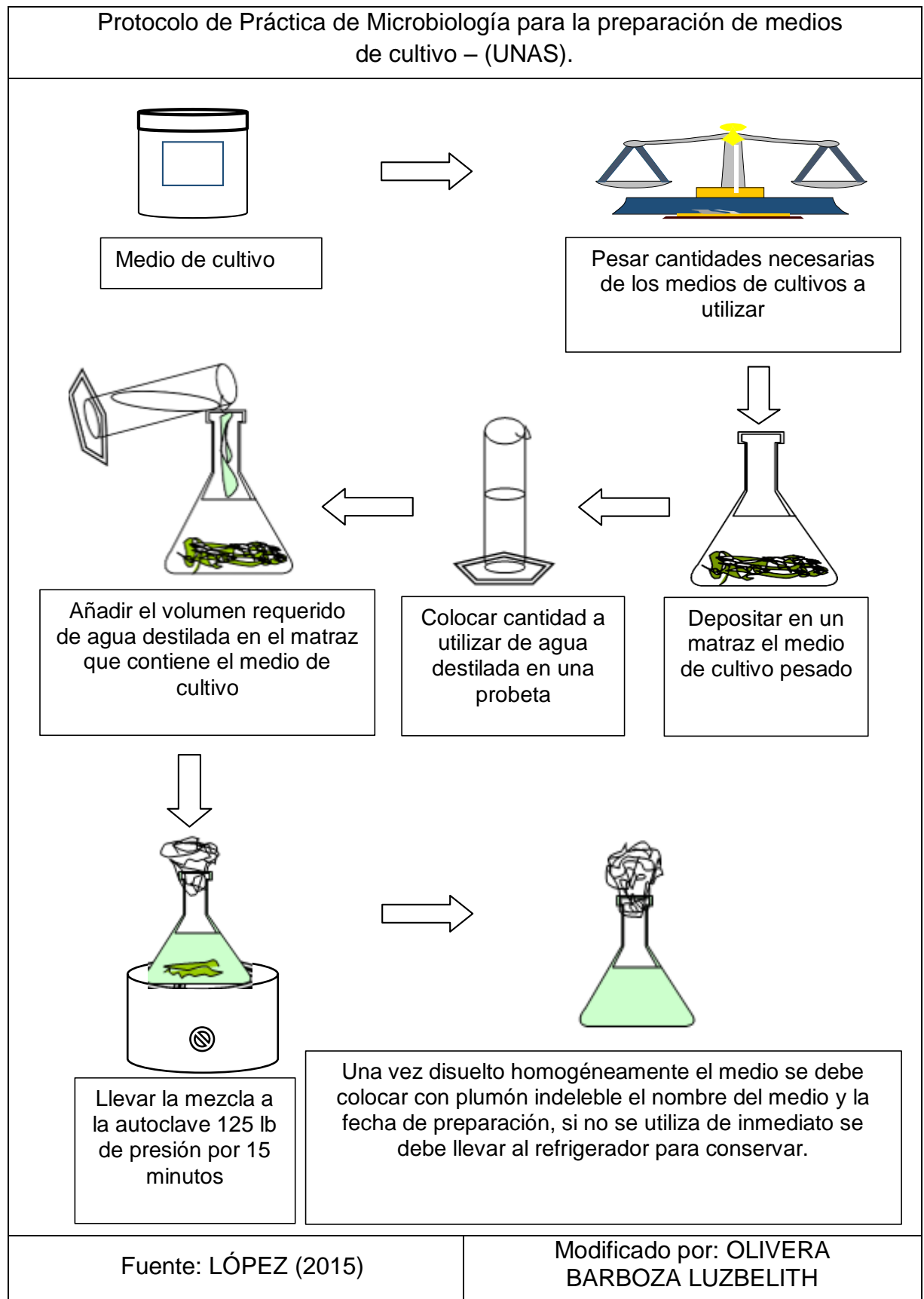
Figura 21. Vista satelital de la Rosa de viento perteneciente al mes de enero 2019 y 2020

Apéndice 3. Protocolo de laboratorio y de campo

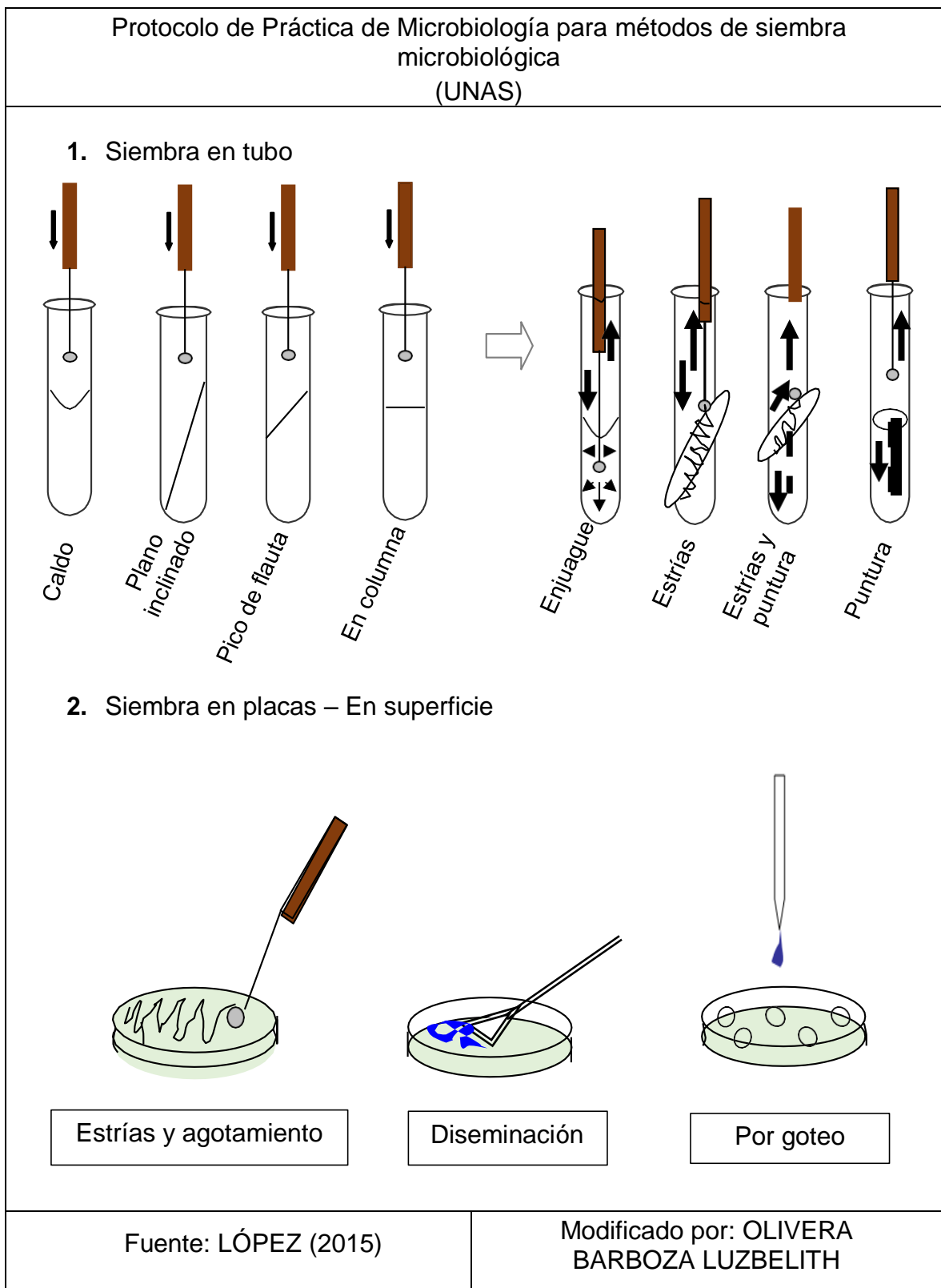
Anexo A. Procedimiento para el muestreo microbiológico del aire – fase campo



Anexo B. Procedimiento para la preparación de los medios de cultivos



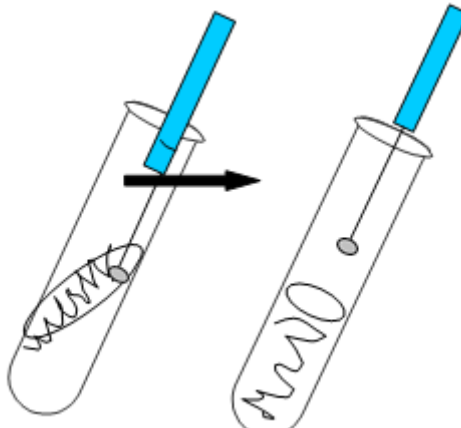
Anexo C: Procedimiento para realizar los métodos de siembra microbiológica



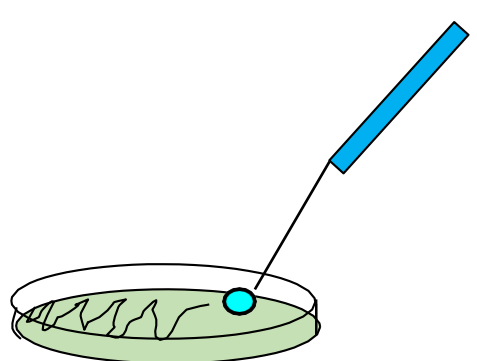
Anexo D: Procedimiento para Diferenciación bioquímica

Protocolos de Práctica de Microbiología para la identificación de microorganismos (Dom. bacteria) – (UNAS)

A partir de una cepa



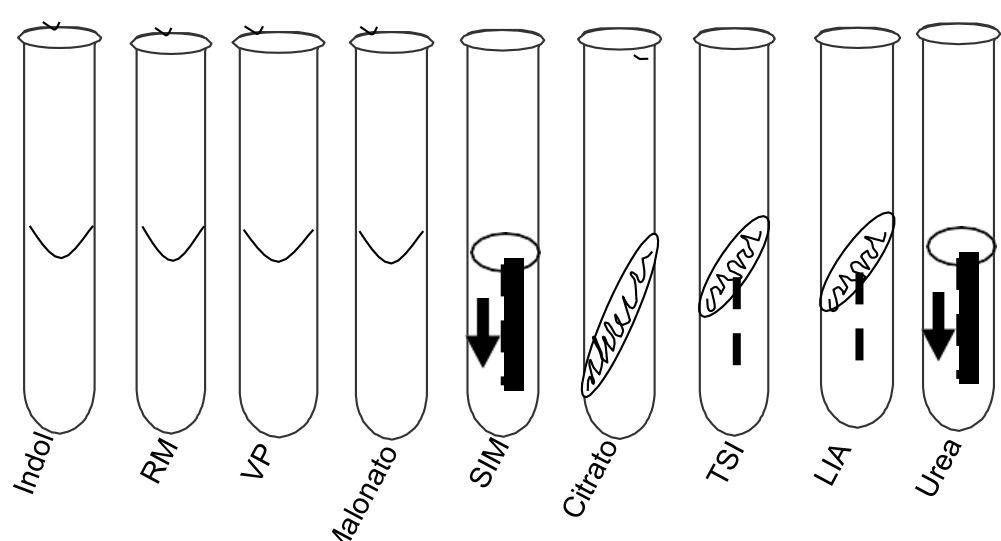
A partir de un cultivo primario



Tubos con cepas de microorganismos

Coger con el asa bacteriológica solo una colonia

Sembrar cada cepa escogida en los tubos con diferentes medios diferenciales, generalmente se siembran las enterobacterias que se observan en las placas con medios de cultivos primarios.



Incubar todos los tubos a 37°C por 48 horas. Luego realizar la lectura de acuerdo a los siguientes reactivos: Reactivo Kovac, KOH 4%, alfa Naftol y rojo metilo.

Reactivos por utilizar:

- **Prueba de Indol**: Agregar 1 a 2 gotas del Reactivo KOVAC al tubo con Caldo Peptona. Si presenta un anillo rojo es Positivo a Indol (metabolito proteico) y se lee Indol (+).
- **Prueba SIM**: Añadir 2 gotas del reactivo KOVAC y agitar suavemente, observar si el anillo formado es gelatinoso indica que es positivo (+), de ser así indica motilidad positiva o por el contrario se lee SIM negativo (-) no presenta motilidad.
- **Prueba del Rojo de Metilo (RM)**: Añadir de 1 a 2 gotas del Colorante Rojo de Metilo a uno de los tubos con caldo RM, si da color rojo o rosado es Positivo a RM o por el contrario no pintara ningún color y es negativo.
- **Prueba de Voges Proskauer (VP)**: Al otro tubo de Caldo VP, añadir de 1 a 2 gotas de KOH al 4 % más añadir 1 a 2 gotas del Alfa Naftol, esperar entre 10 a 20 minutos. Una coloración rosada indica Positivo a VP.

Cambios de color a observar:

- **Prueba de utilización de Citrato**: Según Simmons el medio "Citrato" es positivo si éste cambia a color azul debido a que los microorganismos utilizan el citrato como única fuente de carbono.
- **Medio de TSI (utilización de Glucosa, Sacarosa y Lactosa)**: De manera imaginaria se divide el tubo en dos partes: Una primera parte es la inclinada o superficie(pico) y la del fondo (profundidad). observar si presenta cambios de color en ambas partes. Si del Rojo varía al color amarillo se coloca la letra A (acidez a partir de los carbohidratos) y si queda rojo la letra K (alcalinidad). La variación de color es independiente en el pico y en la profundidad. Además, verificar si hay presencia de coloración negruzca en la zona de la picadura se dice que es H₂S Positivo (Ac. sulfhídrico) colocando cruces, y asimismo observar si hay presencia de burbujas de gas (CO₂), si existe se colocan cruces según la intensidad de estas (1+, 2+, 3+). Los resultados en la prueba de TSI pueden ser:
 - A/K +, ++: esto significa que hay acidez en el pico, alcalinidad en la profundidad, existe H₂S y Gas (2 cruces).
 - A/A, -, +: significa que en todo el tubo hay acidez, no hay H₂S y hay Gas (una cruz).
- **Medio de LIA (Descarboxilación/desaminación de la Lisina)**: De forma similar en este caso si el medio presenta color amarillo indica acidez (A) por desaminación y, el color púrpura o rojo indica alcalinidad (K) por descarboxilación. También es posible la presencia de H₂S.
- **Prueba Malonato**: Si cambia a color azul se dice que la prueba es positiva o por el contrario es negativa.
- **Prueba de Ureasa**: Según Christensen si el medio del color amarillento a grosella o rosado intenso, se dice que es Positivo a ureasa.

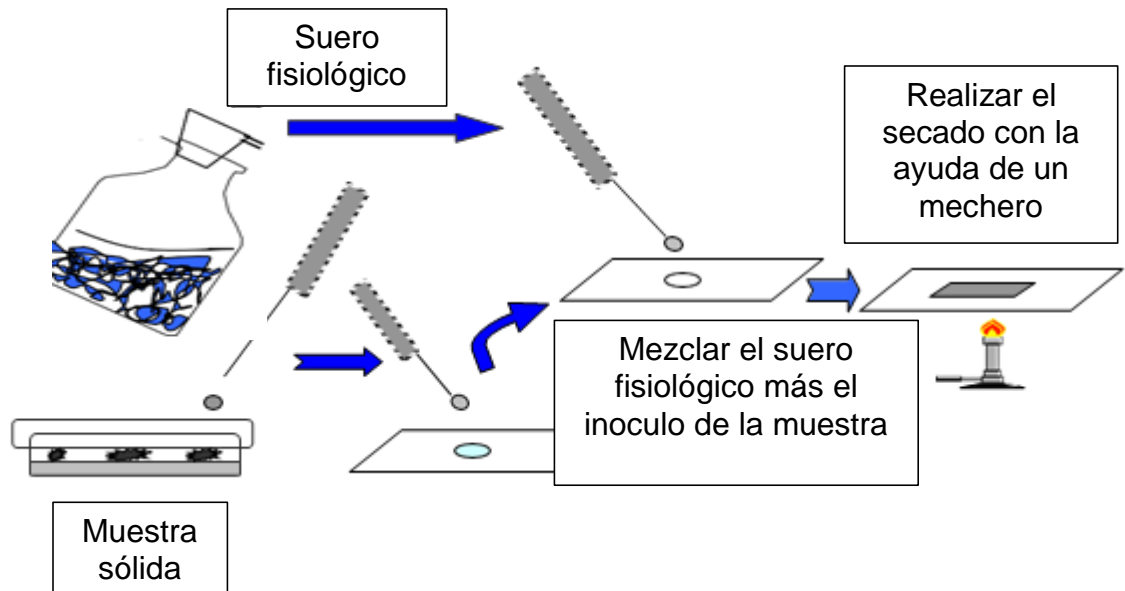
Fuente: LÓPEZ (2015)

Modificado por: OLIVERA
BARBOZA LUZBELITH

Anexo E: Procedimiento para el aislamiento y coloración de bacterias – técnica Gram

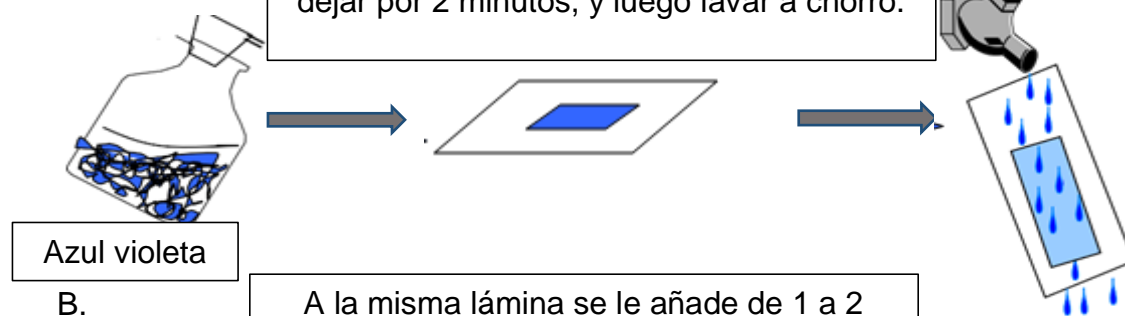
Protocolos de Práctica en Microbiología para el aislamiento y coloración de bacterias (Técnica Gram) - (UNAS)

1. Preparación de la lámina con el frotis a colorear

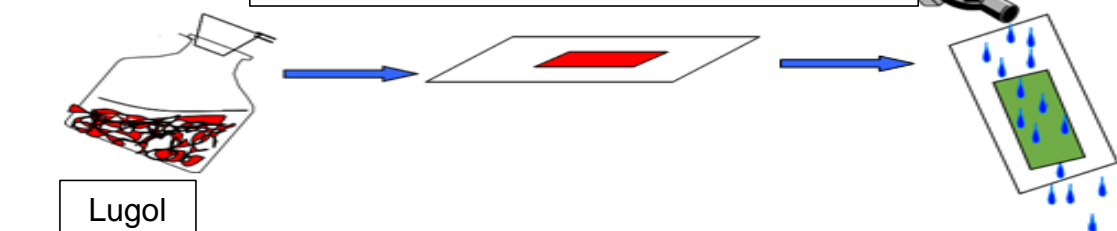


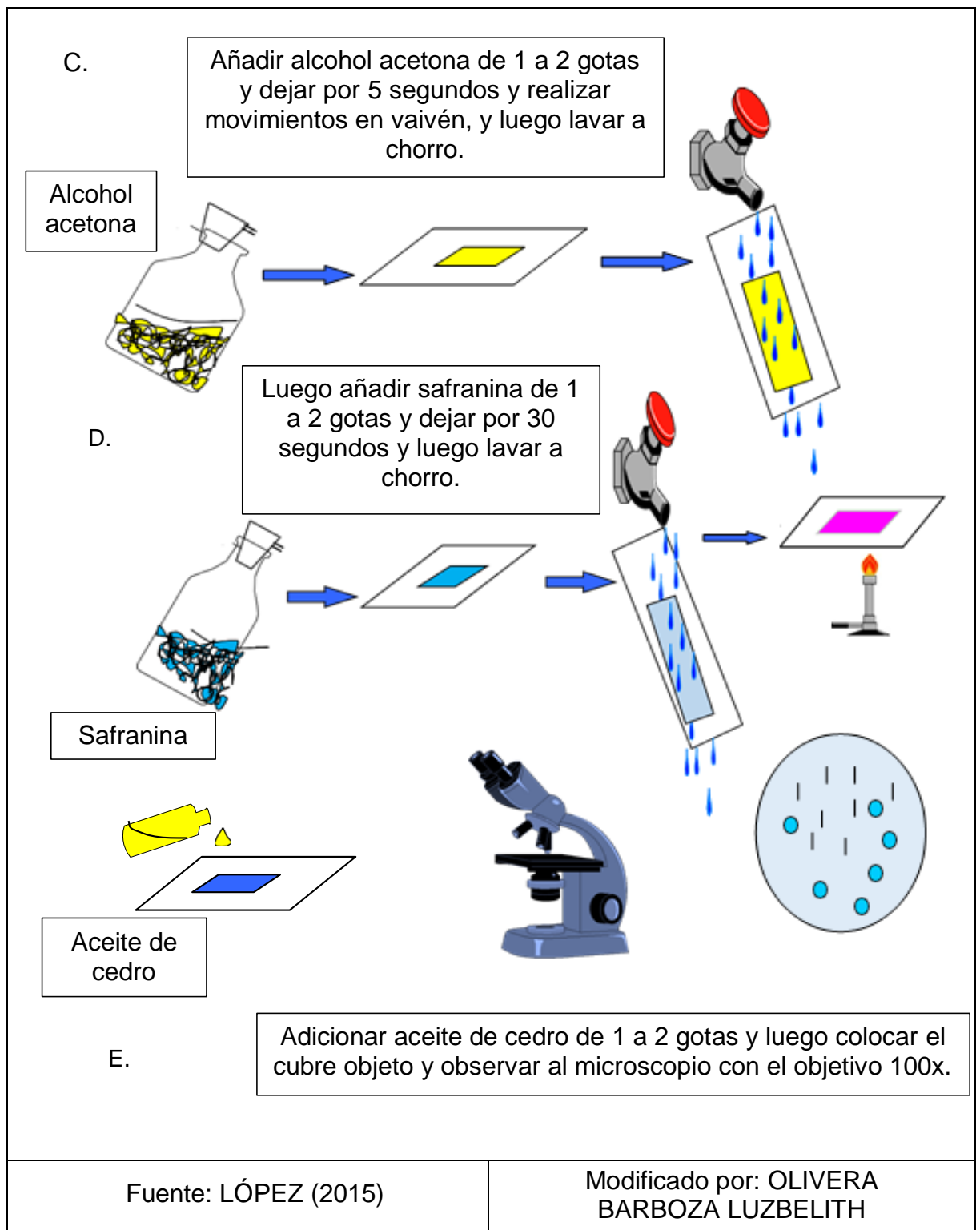
2. Rotular las láminas de acuerdo a las muestras y luego realizar la coloración

A. A la lámina que contiene la muestra se le añade de 2 a 3 gotas de cristal violeta y dejar por 2 minutos, y luego lavar a chorro.



B. A la misma lámina se le añade de 1 a 2 gotas de lugol y dejar por 2 minutos, y luego lavar a chorro.

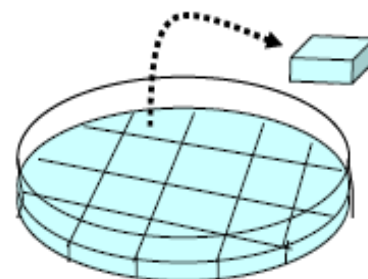
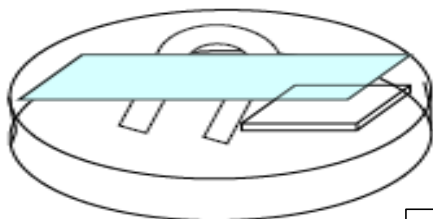




Anexo F: Procedimiento para el microcultivo de hongos

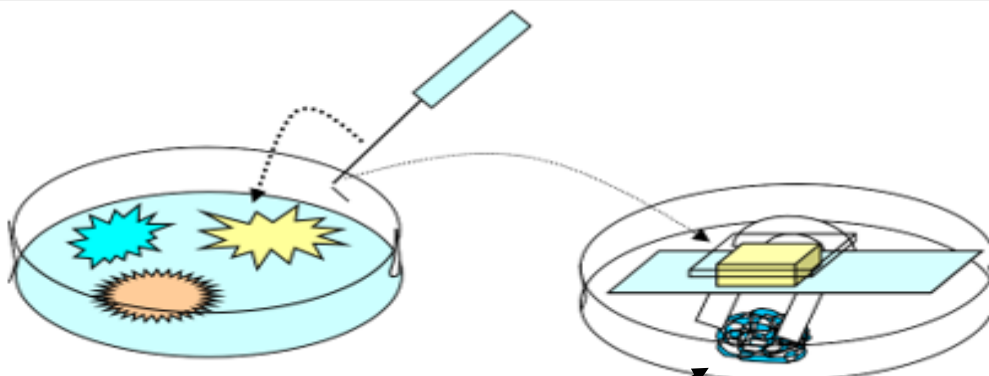
Protocolo de Práctica en Microbiología para el microcultivo de hongos
(UNAS)

Se utiliza una placa Petri, un soporte de vidrio, una lámina, un cubre objeto esterilizados y algodón húmedo.



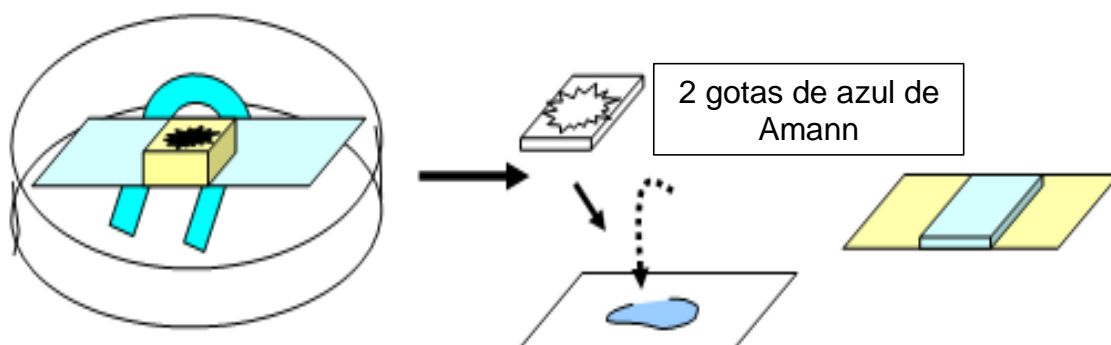
En una placa adicional se prepara agar sabouraud glucosado al 4%, dejar solidificar luego dividirlo en cubitos de 20x20x10mm, estos cubitos se colocarán sobre el microcultivo.

Con la ayuda del anza micológica sacar la muestra del hongo identificado de la placa que contiene la muestra primaria y colocarlo sobre el cubito del medio sabouraud, seguido se coloca el cubre objeto y se le añade algodón húmedo. Dejar a temperatura ambiente por 5 a 8 días y verificar que el algodón se encuentre húmedo.

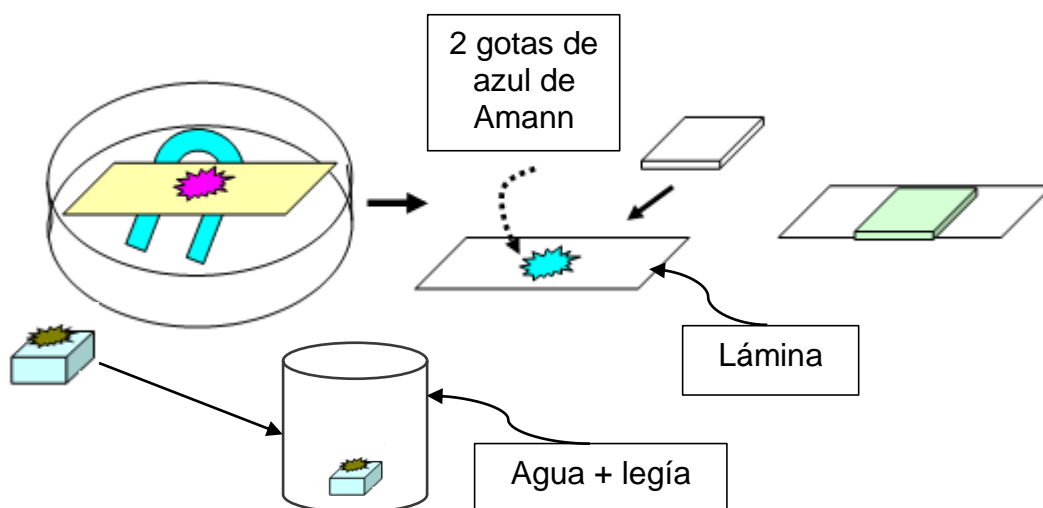


Algodón húmedo

Después de realizar el microcultivo y pasados los 8 días se debe retirar el cubre objeto con la ayuda de una pinza. En una lámina nueva y desengrasado se añade 2 gotas de Azul de Amann o azul de lactofenol y colocar el cubre objeto que fue retirado con la pinza, absorber el exceso de colorante, es decir que no quede ninguna burbuja de aire, luego se sella los cuatro lados con un esmalte de uñas color transparente y rotular la muestra.



Al igual que el anterior procedimiento se retira la lámina que contenía la muestra con la pinza y se añade 2 gotas de Azul de Amann, luego se coloca un cubre objeto nuevo y desengrasado y sellar los cuatro lados con el esmalte y observar al microscopio. El cubito con el medio sabouraud se le desecha en un recipiente que contiene agua con legía.



Fuente: LÓPEZ (2015)

Modificado por: OLIVERA
BARBOZA LUZBELITH

Apéndice 4. Metodología para la preparación de las placas colectoras de PAS, medios de cultivos microbiológico, caracterización y siembra

Anexo A. Preparación de las placas colectoras de Partículas Atmosféricas Sedimentables

La preparación de las placas colectoras de Partículas atmosféricas sedimentables consistió en esterilizar 6 placas Petri, asimismo, se diluyó con la ayuda del baño maría vaselina pura sin olor, esta vaselina diluida se agregó a cada placa una cantidad determinada de manera uniforme de tal manera que cubra el área de la placa, seguidamente se rotulo de acuerdo a cada área de muestreo.

Anexo B. Preparación de medios de cultivo microbiológico

1. Metodología para la preparación del caldo BHI

La preparación del BHI consistió en mezclar 3.7 g de BHI granulado en 100 ml de agua destilada en cada uno de los 6 matraces que se usaran para el muestreo de bacterias, la dilución se realizó con el apoyo del equipo de baño maría el cual se sometió a todos los matraces por un tiempo de 30 minutos a 100°C, luego se le llevo a la autoclave a una presión de 15 PSI durante 15 minutos. Para los 6 matraces destinados para muestreo de hongos se añadió 0.5 g de antibiótico Ceftriaxona.

2. Preparación de medios de crecimiento para bacterias

- a. Agar Manitol Salado: en un matraz de 500 ml se preparó 22.2 g del agar manitol salado en 200ml de agua destilada adicionándolo 1 g de agar agar (*)

- b. Agar CLED: en un matraz de 500 ml se diluyo 7.2 g de agar CLED en 200ml de agua destilada adicionándolo 1 g de agar agar (*).
 - c. Agar MacConkey: en un matraz de 500ml se diluyo 10006 g de agar MacConkey y 1 g de agar agar en 200 ml de agua destilada (*).
 - d. Agar M77: Se suspendió en un matraz de 500 ml 1 g de peptona, K₂HPO₄ (0,15 g), MaSO₄ (0,06 g), NaCLO (0,06 g), MgSO₄ (0,06 g), FeCl (0,03 g), D'Manitol (4,5 g), extracto de levadura (1,5 g), agar agar (4,5 g) en 200 ml de agua destilada (*).
3. Preparación de medios de crecimiento para hongos
- a. Agar Sabouraud: se mezcló 19.5 g de agar sabouraud y 1 g de agar agar en 300 ml de agua destilada (*).
4. Preparación de medios para la diferenciación bioquímica
- a. SIM: En un matraz se suspendió 6 g de SIM en 200 ml de agua destilada (*).
 - b. Indol: En un matraz se diluyo 1 g de peptona en 200 ml de agua destilada (*).
 - c. Rojo Metilo: En un matraz se suspendió 3.4 g de RMVP en 200ml e agua destilada (*).
 - d. Voges-Proskauer (VP): En un matraz se diluyo 3.4 g de RMVP en 200ml de agua destilada (*).
 - e. TSI: Se preparó 13 g de agar TSI en 200 ml de agua destilada en un matraz de 500ml (*).
 - f. Agar Lisina-Hierro(LIA): En un matraz de 500ml se diluyo 6.4 g de agar LIA en 200 ml de agua destilada (*).

- g. Citrato de Simmons (CS): Se suspendió en un matraz de 500ml 5 g de agar Simmons en 200ml de agua destilada (*).
- h. Caldo Malonato (M): En un matraz se suspendió 1.6 g de Malonate Borth en 200 ml de agua destilada (*).
- i. Urea: en un matraz se preparó 5.05 g de agar urea en 200ml de agua destilada (*).

(*) todos los matraces se mezclaron uniformemente y se llevaron a baño maría por 30 min a temperatura de 100°C, luego se le llevo a esterilizar a la autoclave a una presión de 15 PSI por 15 minutos, se dejó enfriar hasta 45°C y luego se plaqueó.

5. Preparación de los tubos de ensayo para la prueba bioquímica

Para las pruebas bioquímicas se utilizó los medios mencionados anteriormente el cual se le añadió en tubos de ensayos colocándose para el caso de caldos un promedio de 9ml de caldo Indol, SIM, RM, VP, Malonato y Urea, para el caso de TSI y LIA se vertió el medio a 45° hasta la tercera parte de los tubos obteniéndose una forma de pico de flauta, el Citrato de Simmons se vertió en forma inclinada, las cantidad de los tubos a usar dependerá de la cantidad de colonias crecidas en las placas que contienen agar Manitol Salado, MacConkey, Cled y M77.

Apéndice 5. Detalle de los resultados

Anexo A: Detalle de los parámetros temperatura y humedad relativa

Cuadro 24. Detalle de las Temperaturas diarias obtenidas durante el muestreo

Áreas	Meses de muestreo / Temperatura (°C)			T (°C) Promedio por área	Coeficiente de variación
	Noviembre	Diciembre	Enero		
Boletería	31.1	30.4	25.5	29.0	11
Caseta gallito de las rocas	30.7	30.5	28.7	30.0	4
Caseta de las tortugas	28.9	28.7	27	28.7	4
Caseta del otorongo	29.8	29.5	25	28.0	10
Caseta de monos	30	27	29.6	28.5	6
Cocina	33.4	31.9	29.8	31.7	6
Promedio por mes de muestreo	30.7	29.7	27.6	29.3	--

En la figura 29 se muestra las variaciones de la temperatura de acuerdo a los meses muestreados por área, se puede observar que la temperatura promedio se mantiene durante los meses de muestreo.

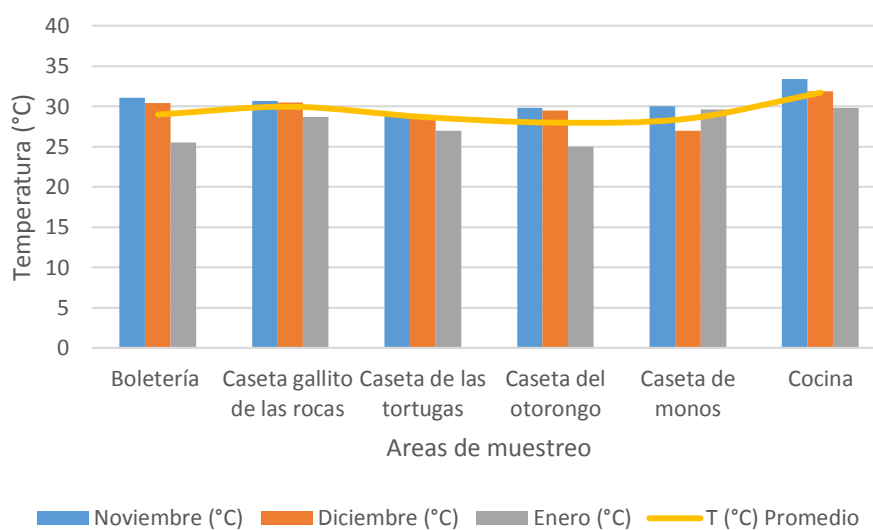


Figura 22. Variación de la temperatura diaria obtenida durante los muestreos

Cuadro 25. Detalle de la humedad relativa diarias obtenidas durante el muestreo

Áreas	Meses de muestreo / Humedad Relativa (%)			(HR%) Promedio por área	Coeficiente de variación
	Noviembre	Diciembre	Enero		
Boletería	52%	50%	54%	52%	4
Caseta gallito de las rocas	60%	70%	70%	67%	9
Caseta de las tortugas	60%	80%	85%	75%	18
Caseta del otorongo	70%	75%	78%	74%	4
Caseta de monos	78%	74%	80%	77%	5
Cocina	60%	52%	52%	55%	8
Promedio por mes de muestreo	63.3%	66.8%	69.8%	66.7%	--

En la figura 30 se muestra las variaciones de la humedad relativa de acuerdo a cada área de muestreo, siendo la humedad más elevada según la figura en las áreas de caseta de las tortugas, caseta de los monos y la caseta del otorongo.

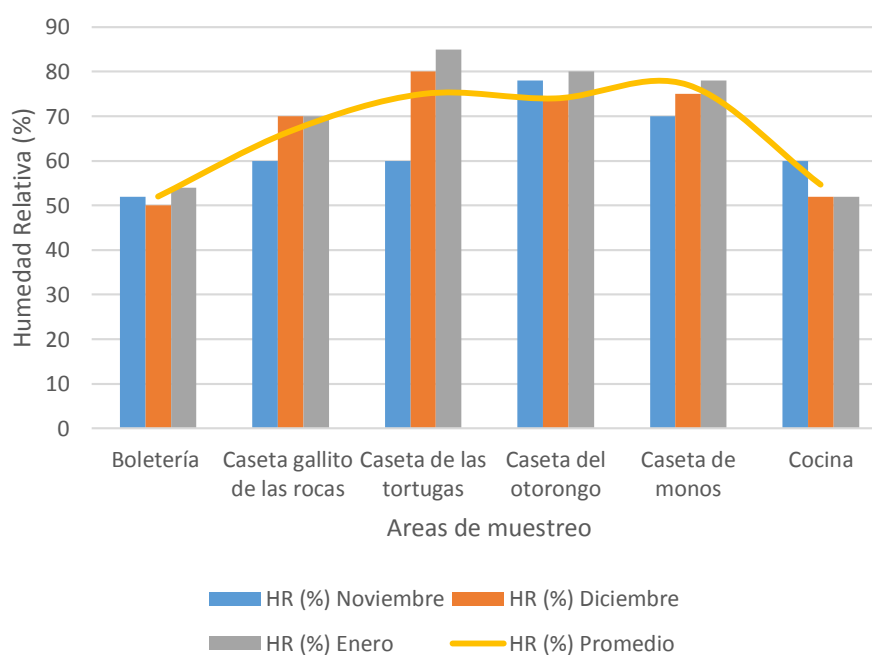


Figura 23. Variación de la humedad relativa obtenidas durante el muestreo

Cuadro 26. Detalle de la precipitación obtenidas para los 3 meses de muestreo

Áreas	Meses de muestreo / precipitación (mm)				Coeficiente de variación
	Noviembre	Diciembre	Enero	promedio	
Boletería	22.40	11.20	33.50	22	50
Caseta gallito de las rocas	22.40	11.20	33.50	22	50
Caseta de las tortugas	22.40	11.20	33.50	22	50
Caseta del otorongo	22.40	11.20	33.50	22	50
Caseta de monos	22.40	11.20	33.50	22	50
Cocina	22.40	11.20	33.50	22	50

Anexo B: Detalle de la concentración de las Partículas Atmosféricas Sedimentables

Cuadro 27. Detalle de los cálculos realizados para Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de noviembre.

Área	Estación	Código	Peso inicial (mg)	Peso final (mg)	Wf - Wi (mg)	PAS (mg/cm ² /mes)	PAS (t/km ² /mes)
Boletería	E1	E1R1	9466	9565	99	1.26	12.61
Caseta gallito de las rocas	E1	E1R1	8866	8962	96	1.22	12.22
Caseta de las tortugas	E1	E1R1	8669	8698	29	0.37	3.69
Caseta del otorongo	E1	E1R1	8673	8709	36	0.46	4.58
Caseta de monos	E1	E1R1	6598	6620	22	0.28	2.80
Cocina	E1	E1R1	9467	9532	65	0.83	8.28

Cuadro 28. Detalle de la concentración de Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de noviembre.

Área	Estación	Concentración			
		PAS (mg/cm ² /mes)	PAS (t/km ² /mes)	Máx.(t/km ² /mes)	Min(t/km ² /mes)
Boletería	E1	1.26	12.61		
Caseta gallito de las rocas	E1	1.22	12.22		
Caseta de las tortugas	E1	0.37	3.69		
Caseta del otorongo	E1	0.46	4.58	12.61	2.8
Caseta de monos	E1	0.28	2.80		
Cocina	E1	0.83	8.28		

Cuadro 29. Detalle de los cálculos realizados de la concentración de Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de diciembre.

Área	Estación	Código	Peso inicial (mg)	Peso final (mg)	Wf - Wi (mg)	PAS (mg/cm ² /mes)	PAS (t/km ² /mes)
Boletería	E1	E1R2	110895	110982	87	1.11	11.08
Caseta gallito de las rocas	E1	E1R2	101799	101879	80	1.02	10.19
Caseta de las tortugas	E1	E1R2	71897	71920	23	0.29	2.93
Caseta del otorongo	E1	E1R2	72894	72931	37	0.47	4.71
Caseta de monos	E1	E1R2	82268	82290	22	0.28	2.80
Cocina	E1	E1R2	68493	68568	75	0.95	9.55

Cuadro 30. Detalle de la concentración de las Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de diciembre.

Área	Estación	Concentración			
		PAS (mg/cm ² /mes)	PAS (t/km ² /mes)	Máx.(t/km ² /mes)	Min(t/km ² /mes)
Boletería	E1	1.11	11.08		
Caseta gallito de las rocas	E1	1.02	10.19		
Caseta de las tortugas	E1	0.29	2.93	11.08	2.8
Caseta del otorongo	E1	0.47	4.71		
Caseta de monos	E1	0.28	2.80		
Cocina	E1	0.95	9.55		

Cuadro 31. Detalle de los cálculos realizados de la concentración de Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de enero.

Área	Estación	Código	Peso inicial (mg)	Peso final (mg)	Wf - Wi (mg)	PAS (mg/cm ² /mes)	PAS (t/km ² /mes)
Boletería	E1	E1R3	62942	63008	66	0.84	8.4
Caseta gallito de las rocas	E1	E1R3	62895	62956	61	0.78	7.8
Caseta de las tortugas	E1	E1R3	68180	68199	19	0.24	2.4
Caseta del otorongo	E1	E1R3	65915	65943	28	0.36	3.6
Caseta de monos	E1	E1R3	84535	84560	25	0.32	3.2
Cocina	E1	E1R3	84638	84695	57	0.73	7.3

Cuadro 32. Detalle de la concentración de las Partículas Atmosféricas Sedimentables pertenecientes al mes de enero.

Área	Estación	Concentración			
		PAS (mg/cm ² /mes)	PAS (t/km ² /mes)	Máx.(t/km ² /mes)	Min(t/km ² /mes)
Boletería	E1	0.84	8.4		
Caseta gallito de las rocas	E1	0.78	7.8		
Caseta de las tortugas	E1	0.24	2.4	8.4	2.4
Caseta del otorongo	E1	0.36	3.6		
Caseta de monos	E1	0.32	3.2		
Cocina	E1	0.73	7.3		

Anexo C: Detalle del recuento del Numero de Microorganismos Aerobios Viables (NMAV) y Numero de Mohos y Levaduras (NML)

Cuadro 33. Detalle del recuento de Numero de Microorganismos Aerobios Viables (NMAV)

Área	Concentración de Numero de Microorganismos Aerobios Viables (NMAV)						Promedio (NMAV) UFC/m ³
	Noviembre		Diciembre		Enero		
	Colonias	$UFC/m^3 = (\#colonias \times inoculo \times factor \ de \ dilución)$	Colonias	$UFC/m^3 = (\#colonias \times inoculo \times factor \ de \ dilución)$	Colonias	$UFC/m^3 = (\#colonias \times inoculo \times factor \ de \ dilución)$	
Boletería (A1)	4	400	3	300	2	200	300
Caseta gallito de las rocas (A2)	8	800	10	1000	12	1200	1000
Caseta de las tortugas (A3)	5	500	5	500	9	900	633
Caseta del otorongo (A4)	10	1000	52	5200	25	2500	2900
Caseta de monos (A5)	12	1200	53	5300	30	30	2177
Cocina (A6)	5	500	9	900	7	700	700

Cuadro 34. Detalle del recuento de Numero de Mohos y Levaduras (NML)

Área	Concentración de Numero de Mohos y Levaduras (NML)						Promedio UFC/m ³
	Noviembre		Diciembre		Enero		
	Colonias	$UFC/m^3 = (\#colonias \times \text{factor de dilución})$	Colonias	$UFC/m^3 = (\#colonias \times \text{factor de dilución})$	Colonias	$UFC/m^3 = (\#colonias \times \text{factor de dilución})$	
Boletería (A1)	1	100	3	300	1	100	167
Caseta gallito de las rocas (A2)	4	400	5	500	5	500	467
Caseta de las tortugas (A3)	2	200	5	500	7	700	467
Caseta del otorongo (A4)	9	900	4	400	11	1100	800
Caseta de monos (A5)	3	300	6	600	4	400	433
Cocina (A6)	8	800	5	500	7	700	667

Anexo D: Detalle de la identificación de bacterias por el método de coloración Gram.

Cuadro 35. Detalle de las bacterias identificadas en seis áreas de la Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de noviembre.

Área	Medios de cultivo			
	Agar Manitol Salado	Agar MacConkey	Agar Cleed	Agar M77
Boletería (A1)	<i>Bacillus sp (+)</i>	-	<i>Bacillus sp (+)</i>	<i>Bacillus sp (+)</i>
	<i>Lactobacillus sp (+)</i>		<i>Bacillus Cereus (+)</i>	
Caseta del gallito de las rocas (A2)	<i>Lactobacillus sp (+)</i>	-	<i>Streptobacillus sp (-)</i>	<i>Streptococcus sp (Gram +)</i>
			<i>Bacillus sp (+)</i>	
Caseta de las tortugas (A3)	-	-	<i>Streptobacillus sp (-)</i>	<i>Streptobacillus sp (-)</i>
Caseta del otorongo (A4)	<i>Bacillus sp (+)</i>	<i>Bacillus sp (+)</i>	<i>Bacillus anthracis (+)</i>	<i>Bacillus sp (+)</i>
Caseta de los monos (A5)	<i>Staphylococcus sp (+)</i>	-	<i>Staphylococcus sp (+)</i>	<i>Staphylococcus sp (+)</i>
Cocina (A6)	<i>Bacillus sp (+)</i>	-	<i>Streptobacillus sp (-)</i>	<i>Bacillus sp (+)</i>

Cuadro 36. Detalle de las bacterias identificadas en seis áreas de la Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de diciembre.

Área	Medios de cultivo			
	Agar Manitol Salado	Agar MacConkey	Agar Cleed	Agar M77
Boletería (A1)	<i>Bacillus sp (+)</i>	-	<i>Bacillus sp (+)</i>	<i>Streptobacillus sp (-)</i>
Caseta del gallito de las rocas (A2)	<i>Staphylococcus sp (+)</i>	<i>Streptobacillus sp (-)</i>	<i>Bacillus sp (+)</i>	<i>Streptobacillus sp (-)</i>
Caseta de las tortugas (A3)	<i>Staphylococcus sp (+)</i>	<i>Staphylococcus sp (+)</i>	<i>Staphylococcus sp (+)</i>	<i>Staphylococcus sp (+)</i>
Caseta del otorongo (A4)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	-	<i>Bacillus sp (+)</i>	<i>Bacillus sp (+)</i>
Caseta de los monos (A5)	-	-	-	<i>Clostridium perfringens (+)</i>
Cocina (A6)	<i>Staphylococcus sp (+)</i>	-	-	<i>Streptobacillus sp (-)</i>

Cuadro 37. Detalle de las bacterias identificadas en seis áreas de la Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de enero.

Área	Medios de cultivo			
	Agar Manitol Salado	Agar MacConkey	Agar Cleed	Agar M77
Boletería (A1)	<i>Cocobacillus (+)</i>			<i>Streptobacillus sp (-)</i>
	<i>Staphylococcus sp (+)</i>	-	<i>Bacillus sp (+)</i>	
	<i>Bacillus sp (+)</i>			<i>Bacillus sp (+)</i>
Caseta del gallito de las rocas (A2)	<i>Bacillus sp (+)</i>	<i>Staphylococcus sp (+)</i>	<i>Streptobacillus sp (-)</i>	<i>Bacillus sp (+)</i>
			<i>Lactobacillus sp (+)</i>	
Caseta de las tortugas (A3)		-	<i>Streptobacillus sp (-)</i>	<i>Streptobacillus sp (-)</i>
Caseta del otorongo (A4)	<i>Bacillus sp (+)</i>		<i>Bacillus sp (+)</i>	<i>Bacillus sp (+)</i>
Caseta de los monos (A5)	-	-	<i>Staphylococcus sp (+)</i>	<i>Staphylococcus sp (+)</i>
Cocina (A6)	<i>Bacillus sp (+)</i>	-	<i>Streptobacillus sp (-)</i>	<i>Bacillus sp (+)</i>

Anexo E: Detalle de la identificación de bacterias por el método de Diferenciación Bioquímica.

Cuadro 38. Detalle de las bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en seis áreas de la Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de noviembre.

Pruebas Bioquímicas	Área/ Medios de cultivo				
	Boletería (A1)		Caseta gallito de las rocas (A2)	caseta de las tortugas (A3)	caseta del otorongo (A4)
	Cleed	Manitol	Cleed	Manitol	MacConkey
Indol	+	-	-	-	-
SIM (Motilidad)	-	+	+	-	-
RM	+	-	+	+	-
VP	-	+	-	-	+
Citrato Simmos	-	+	+	-	+
TSI (Lactosa)	+	+	+	-	+
TSI (Sacarosa)	-	+	+	-	+
TSI (Glucosa)	+	+	-	-	+
TSI (H ₂ S)	-	-	-	-	-
TSI (Gas)	-	-	-	-	-
LIA	-	-	+	-	+
Malonato	-	-	-	-	+
Urea	+	+	+	-	+
Género	<i>Escherichia sp</i>	<i>Enterobacter Cloaceae</i>	<i>Serratia liquefaciens</i>	<i>Shigella sp</i>	<i>Klepsiella pneumoniae</i>

Cuadro 39. Detalle de las bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en seis áreas de la Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de diciembre.

Pruebas Bioquímicas	Área/ Medios de cultivo										
	Boletería (A1)			Caseta Gallito de las rocas (A2)		caseta de las tortugas (A3)		Caseta del otorongo (A4)	cocina (A6)		
	Cled 1	Cled 2	M77	Cleed	MacConkey	M77	Cleed A	M77	Cled 1	Cled 2	M77
Indol	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
SIM (Motilidad)	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+
RM	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
VP	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+
Citrato Simmos	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-
TSI (Lactosa)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TSI (Sacarosa)	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-
TSI (Glucosa)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TSI (H2S)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
TSI (Gas)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
LIA	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+
Malonato	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Urea	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-
Género	<i>Enterobacter agglomerans</i>	<i>Serratia marcescens</i>	<i>Escherichia sp.</i>	<i>Escherichia sp.</i>	<i>klebsiella pneumoniae</i>	<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Enterobacter hafniae</i>	<i>Enterobacter hafniae</i>	<i>Serratia rubideae</i>	<i>Serratia liquefaciens</i>	<i>Enterobacter hafniae</i>

Cuadro 40. Detalle de las bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en seis áreas de la Microestación Biológica - zocriadero pertenecientes al mes de enero.

Pruebas Bioquímicas	Área/ Medios de cultivo							
	Boletería (A1)		Caseta Gallito de las rocas (A2)		Caseta del otorongo (A4)	Caseta de los monos (A5)	cocina (A6)	
	Cleed	Cleed	Cleed	MacConkey	MacConkey	M77	Cleed	M77
Indol	+	-	-	-	-	-	+	-
SIM (Motilidad)	-	-	-	-	-	+	-	-
RM	+	-	-	-	-	-	+	-
VP	-	+	+	+	+	+	-	+
Citrato Simmos	-	-	+	+	+	-	-	-
TSI (Lactosa)	+	-	+	+	+	+	-	-
TSI (Sacarosa)	-	-	+	+	+	-	-	-
TSI (Glucosa)	+	+	-	+	+	+	-	+
TSI (H ₂ S)	-	-	-	-	-	-	-	-
TSI (Gas)	-	-	-	-	-	-	-	-
LIA	-	-	+	+	+	+	-	-
Malonato	-	-	+	+	+	-	-	-
Urea	+	+	+	+	+	-	-	+
Género	<i>Escherichia</i> <i>sp</i>	<i>Enterobacter</i> <i>agglomerans</i>	<i>Serratia</i> <i>rubideae</i>	<i>klepsiella</i> <i>pneumoniae</i>	<i>klepsiella</i> <i>pneumoniae</i>	<i>Enterobacter</i> <i>hafniae</i>	<i>Shigella</i> <i>sp</i>	<i>Enterobacter</i> <i>agglomerans</i>

Anexo F: Detalle de la identificación de bacterias y hongos patógenos para el hombre, grupo de riesgo y riesgo infeccioso y enfermedad producida según la Norma Europea del Decreto Real 664/97 (2014)

Cuadro 41. Detalle de la identificación de la diversidad de bacterias patógenas para el hombre

Agente Biológico Identificado	Patogenicidad	Grupo de riesgo según el Real Decreto 664/97	Riesgo infeccioso según el Real Decreto 664/97	Riesgo de propagación a la colectividad según el Real Decreto 664/97	Enfermedad
<i>Bacillus sp.</i>	Toxoinfección	1	Poco probable que cause enfermedad	No	Disentería hemorrágica.
<i>Lactobacillus sp.</i>	No patógeno	1	Poco probable que cause enfermedad	No	No produce enfermedad
<i>Bacillus Cereus</i>	Patógeno	1	Poco probable que cause enfermedad	No	Intoxicaciones diarreica, pulmón del humidificador.
<i>Enterobacter Cloaceae</i>	Patógeno	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Infección del tracto urinario y del tracto respiratorio.
<i>Streptobacillus sp.</i>	Patógeno	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Infecciones cutáneas, fiebre.
<i>Escherichia sp.</i>	Patógeno	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Infección del tracto urinario, y enfermedad gastrointestinal que, disentería.

Continuación del cuadro 41

Agente Biológico Identificado	Patogenicidad	Grupo de riesgo según el Real Decreto 664/97	Riesgo infeccioso según el Real Decreto 664/97	Riesgo de propagación a la colectividad según el Real Decreto 664/97	Enfermedad
<i>Shigella sp.</i>	Patógeno entérico	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Disentería, afecciones gastrointestinales.
<i>Bacillus anthracis</i>	Patógeno	3	Pueden provocar una enfermedad grave y constituir un serio peligro para los trabajadores	Probable	Carbunco cutáneo (de la piel), pulmonar (pulmón) y digestivo (estómago y demás órganos digestivos).
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Patógeno	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Infecciones del tracto urinario, neumonía, sepsis, malestar en vías respiratorias.
<i>Staphylococcus sp.</i>	Patógeno	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Infecciones cutáneas o mucosas, foliculitis abscesos profundos, meningitis, neumonía, etc.
<i>Enterobacter agglomerans</i>	Oportunista*	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Artritis, sinovitis, infecciones nosocomiales
<i>Cocobacillus sp.</i>	Patógeno oportunista*	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Se observa en la enfermedad de transmisión sexual, chancroide

*oportunista en personas inmunocomprometidas

Continuación del cuadro 41

Agente Biológico Identificado	Patogenicidad	Grupo de riesgo según el Real Decreto 664/97	Riesgo infeccioso según el Real Decreto 664/97	Riesgo de propagación a la colectividad según el Real Decreto 664/97	Enfermedad
<i>Streptococcus sp.</i>	Patógeno	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	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	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Gangrena gaseosa, toxiinfecciones alimentarias, enteritis necrosante, celulitis e infecciones inespecíficas.
<i>Citrobacter freundii</i>	Patógeno oportunista*	1	Poco probable que cause enfermedad	No	Infecciones urinarias, del tracto respiratorio y de heridas.
<i>Enterobacter hafniae</i>	Oportunista*	1	Poco probable que cause enfermedad	No	Gastroenteritis, neumonía, entre otros.
<i>Serratia liquefaciens</i>	Patógeno oportunista*	1	Poco probable que cause enfermedad	No	Infecciones en la sangre, pulmones y vías urinarias.
<i>Serratia marcescens</i>	Patógeno	2	Infecciones nosocomiales y urinarias.	Poco Probable	Infecciones nosocomiales y urinarias.
<i>Serratia rubideae</i>	Oportunista*	1	Poco probable que cause enfermedad	No	Agente causal de infecciones del tracto respiratorio.

*oportunista en personas inmunocomprometidas

Cuadro 42. Detalle de la identificación de la diversidad de hongos patógenas para el hombre

Agentes biológicos identificados	Patogenicidad	Clasificación de riesgo según real decreto 664/1997	Riesgo infeccioso según el Real Decreto 664/97	Riesgo de propagación a la colectividad según el Real Decreto 664/97	Enfermedad
<i>Geotrichum sp.</i>	Oportunista *	1	Poco probable que cause enfermedad	No	Geotricosis
<i>Epirophyton sp.</i>	Patógeno	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Micosis superficiales y cutáneas
<i>Fusarium sp.</i>	Fitopatógeno	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Rinitis, Asma alérgico
<i>Aspergillus sp.</i>	Oportunista *	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	neumonitis hipersensitiva (NH); asma y rinitis alérgicas.
<i>Penicillium sp.</i>	Oportunista *	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Rinitis, Asma alérgico, Neumonitis hipertensiva (NH)
<i>Cándida sp.</i>	Oportunista *	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Paroniquia por Cándida (Candidiasis)
<i>Microsporum sp.</i>	Patógeno	2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Dermatofitosis zoofílica (tiña)

*oportunista en personas inmunocomprometidas

Anexo G: Detalle de las encuestas aplicadas a visitantes del zocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

A. Información general

En la figura 24 se muestra a la población visitante clasificados por género, siendo el 53% de los visitantes encuestados del género femenino y el 47 % masculino.

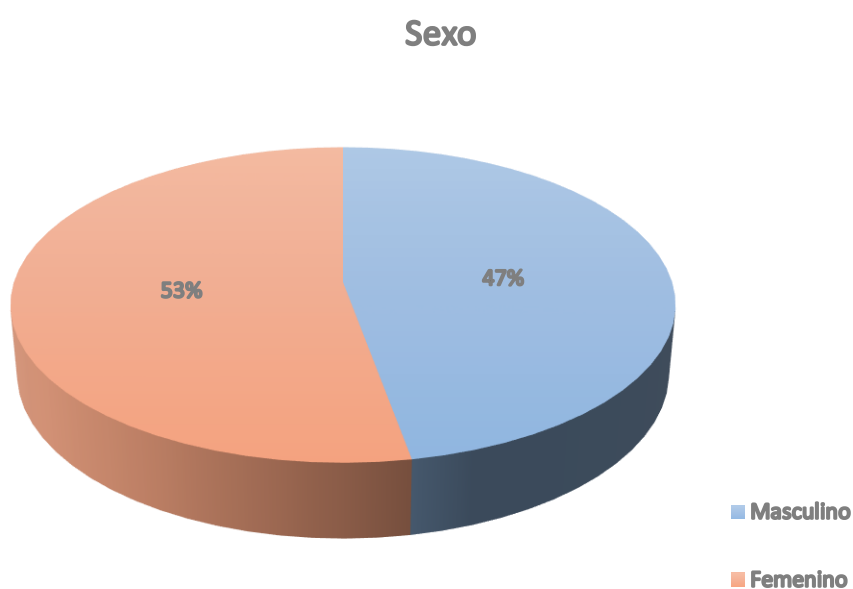


Figura 24. Género

En la figura 25 se muestra que el 46 % de las personas encuestadas tienen una edad de 18 a 25 años, el 26% de las personas encuestadas tienen edades de 26 a 35 años, el 23% representa a personas cuyas edades son de 36 a 45 años.

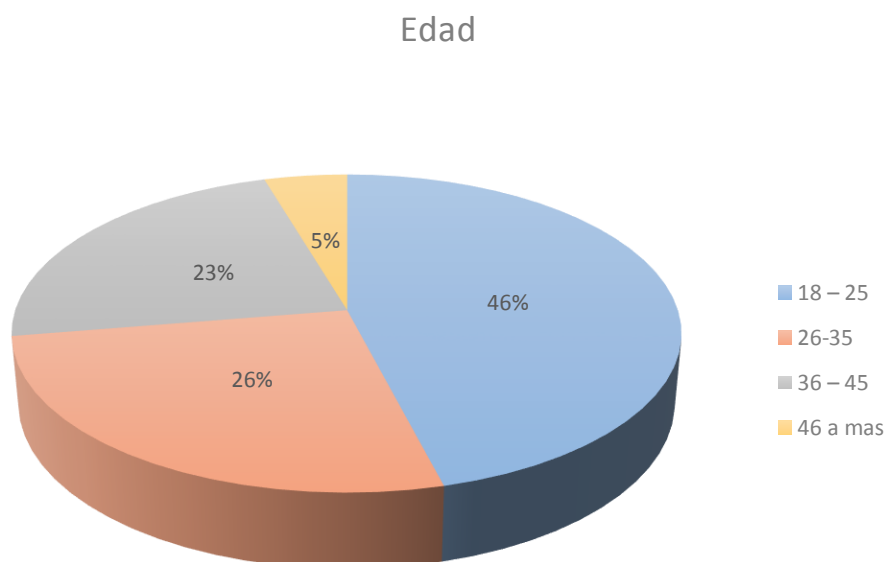


Figura 25. Edad

Se puede observar en la figura 26 que el 46 % de la población encuestada tienen un nivel de educación secundaria, el 28% tienen educación superior y el 19% tienen primaria completa.

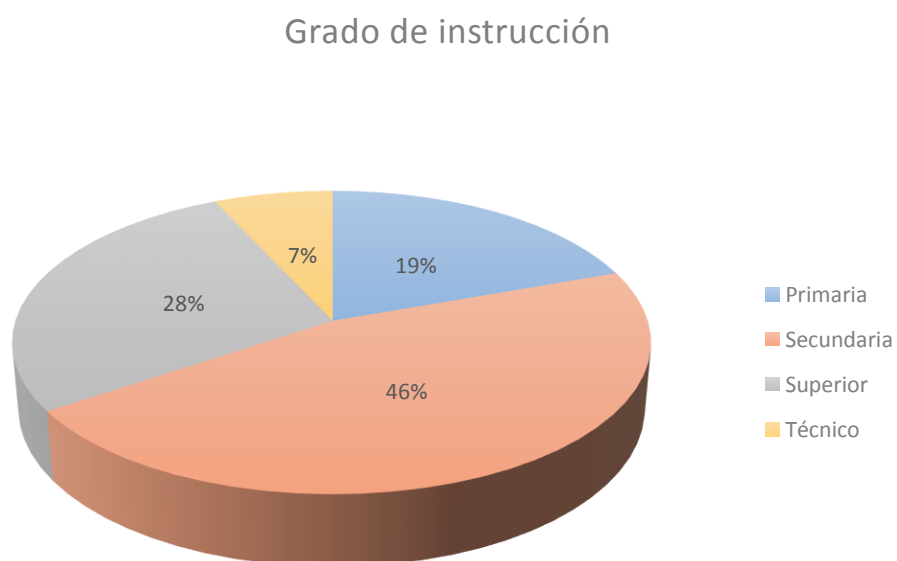


Figura 26. Grado de instrucción

B. Información específica

A la población visitante se les preguntó cuál es el motivo de su visita al zoológico de la Universidad Nacional Agraria de la selva en donde el 43% respondió que su visita se debe a observar la flora y fauna de la selva, el 29 % visita para recrearse, tal como se observa en la figura 27.

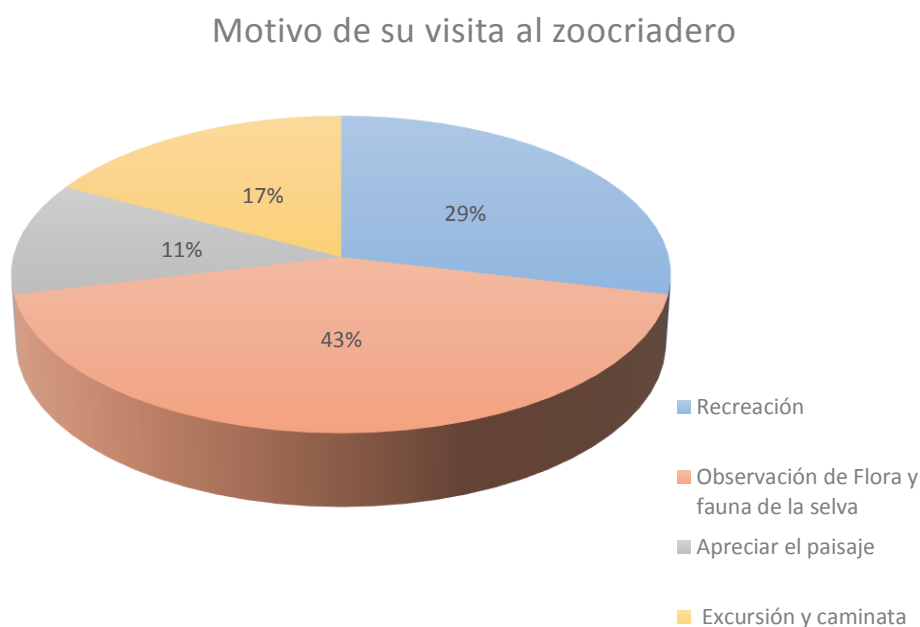


Figura 27. Motivo de su visita al zoológico

Asimismo, a estas personas se les preguntó qué tiempo demoran en realizar dicha actividad, en donde el 44% se tarda una hora para recorrer toda la micro estación biológica y el 36% lo realiza en menos de una hora y el 18% de las personas encuestadas tardan entre dos a tres horas, ver figura 28.

Tiempo que tarda su recorrido en el
zoo criadero

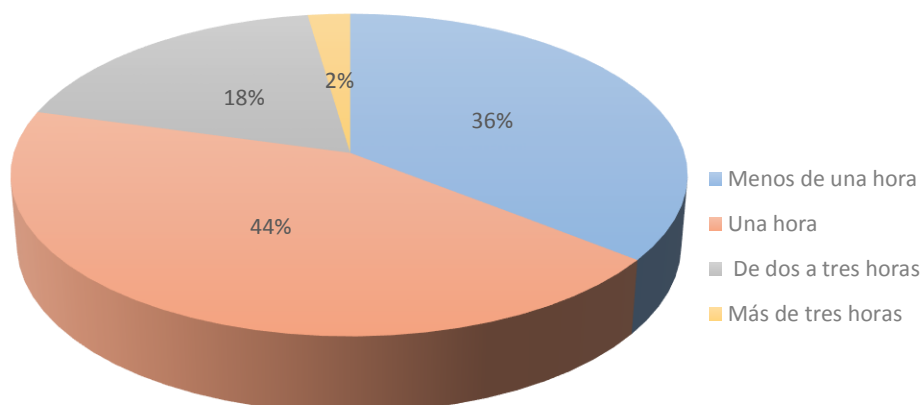


Figura 28. Tiempo que tarda en recorrer el zoo criadero

En la figura 29 se muestra la frecuencia con la que visita al zoo criadero respondiendo el 75% de los encuestados visita solo una vez al año, el 21% de la población lo realiza una vez al mes y el 4% una vez a la semana.

Frecuencia de su visita al zoo criadero

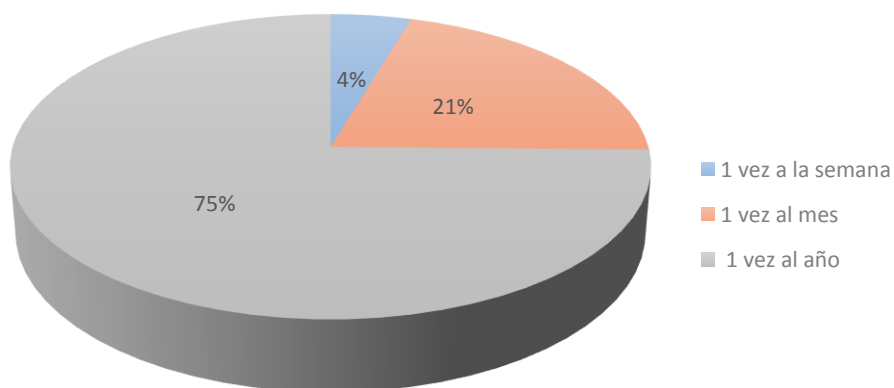


Figura 29. Frecuencia de su visita al zoo criadero.

En la figura 30 se muestra la opinión de la población encuestada sobre calidad microbiológica del aire en donde el 23% considera que la calidad microbiológica del aire está relacionada por aire apto para respirar, el 22% cree que es aire sin contaminación por microorganismos y el 29% menciona que todas las alternativas están relacionadas a la calidad microbiológica del aire.

Opinion sobre calidad microbiologica del aire

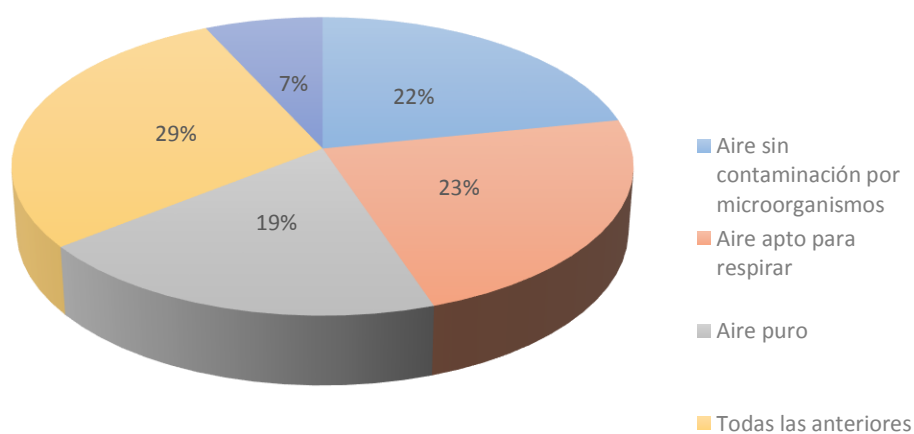


Figura 30. Opinión sobre calidad microbiológica del aire

Asimismo, se les pregunto sobre la importancia que tiene el tema de calidad microbiológica del aire para ellos, el 49% afirma que el tema es importante, el 45% considera que es muy importante, ver figura 31.

Importancia del tema

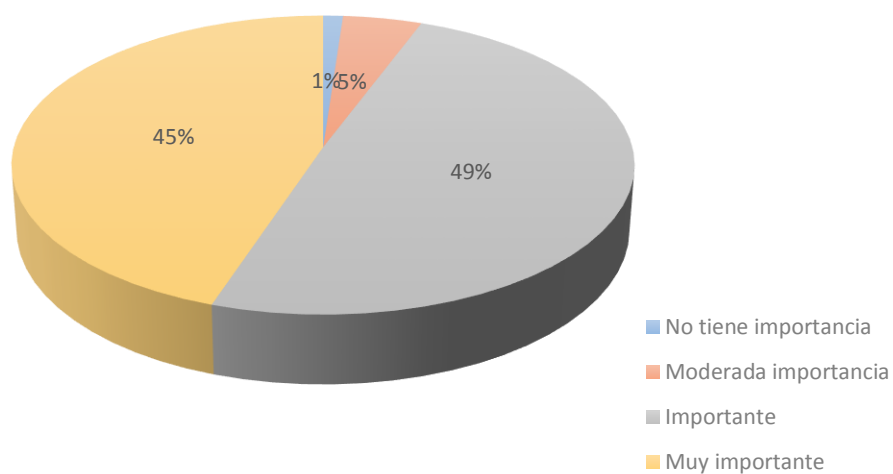


Figura 31. Importancia del tema calidad microbiológica del aire

En la figura 32 se muestra que el 90 % de las personas encuestadas considera que la mala calidad microbiológica del aire puede afectar a su salud.

Opinión sobre el grado de afectación a la salud por la contaminación microbiológica del aire

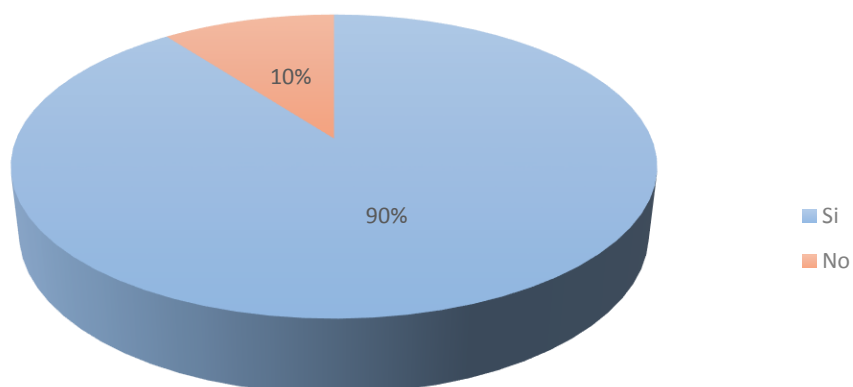


Figura 32. Opinión sobre el grado de afectación a la salud

En la figura 33 se muestra que el 79 % de las personas entrevistadas no consume alimentos al momento de su visita al zoológico, el 21% si consume alimentos preparados al momento durante su visita.

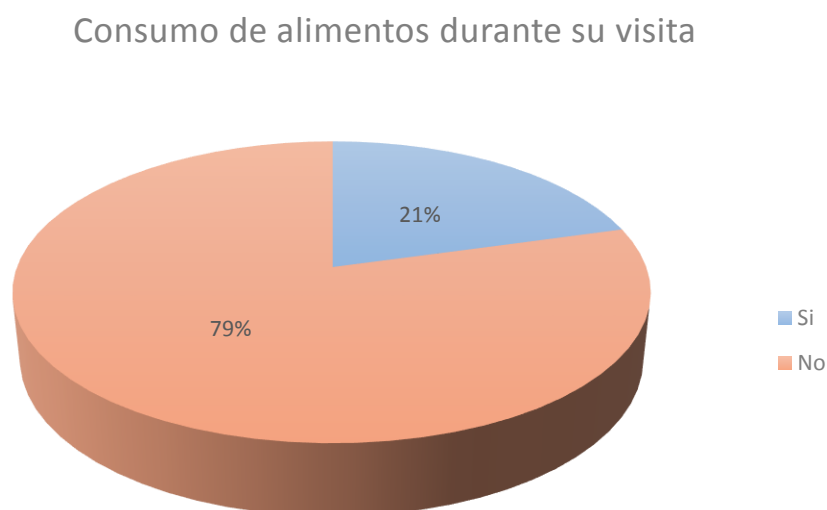


Figura 33. Consume alimentos durante la visita al zoológico

Asimismo, el 77% de la población encuestada tiene conocimiento que, si puede contraer enfermedades en lugares como estos, ver figura 34

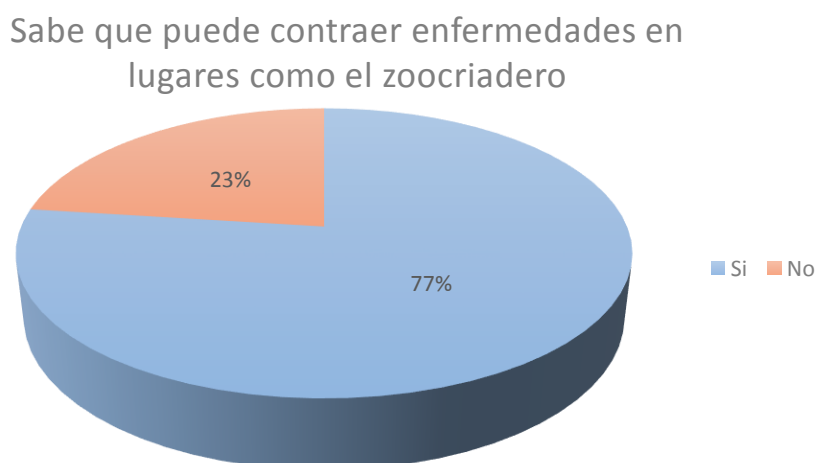


Figura 34. Conocimiento de contraer enfermedades en lugares recreativos

En la figura 35 se muestra que el 76% de la población encuestada no presenta ningún síntoma o afectación a su salud al salir del zoológico, el 24% de la población afirma que, si presenta afectaciones, asimismo, en la figura 36 se muestra que del 24% de la población el 48% afirma tener dolores de cabeza y fiebre, el 24% afirma presentar irritaciones a la piel, el 9% presenta irritación de los ojos y garganta irritada y 5% mareos y resequead y sangrado de la nariz.

Presenta molestias durante o después de su visita al zoológico

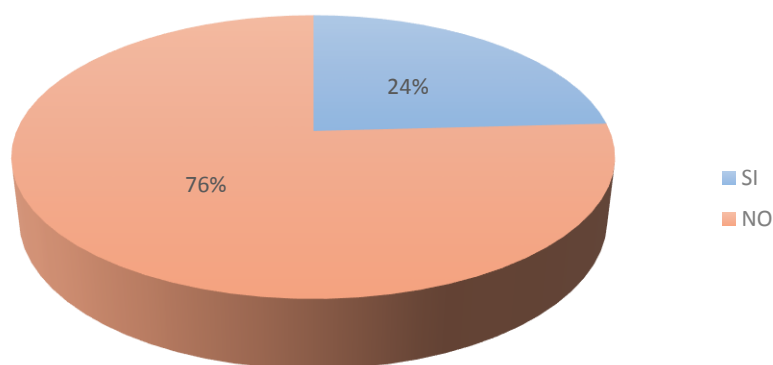


Figura 35. Presenta molestias durante o después de su visita al zoológico

Molestias presentadas

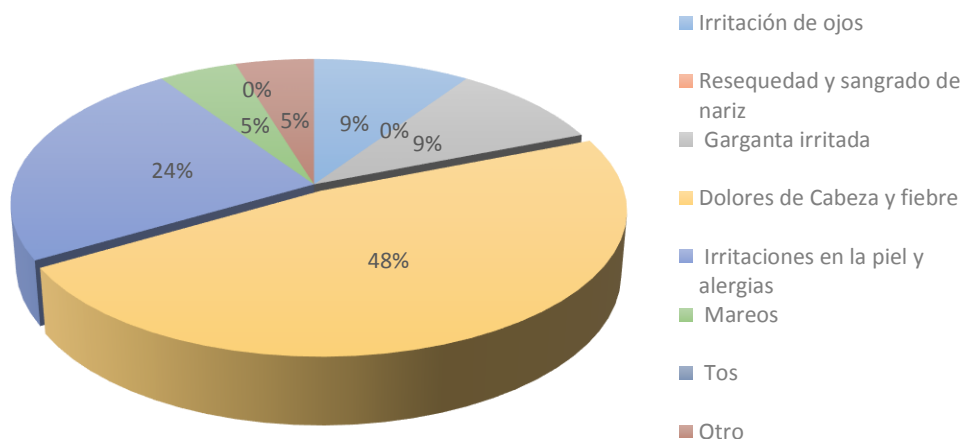


Figura 36. Molestias presentadas durante o después de su visita al zoológico

El 100% de la población encuestada afirman que sus malestares se deben a la contaminación microbiológica del aire. Ver figura 37

Considera que estos malestares se deben a la contaminación microbiológica del aire

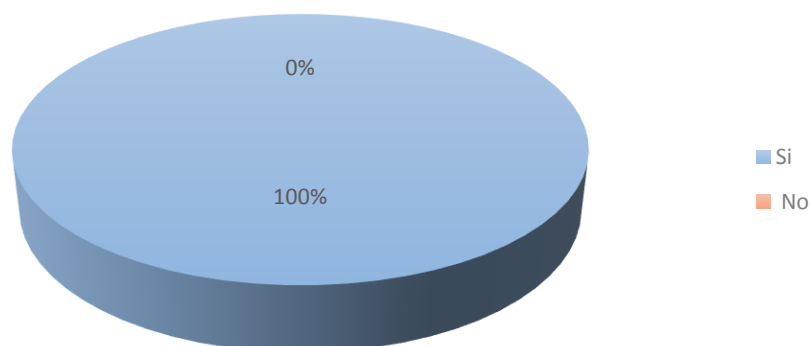


Figura 37. Opinión sobre las molestias presentadas

Asimismo, el 37% de la población considera que la causa de la contaminación microbiológica del aire en el zoológico se debe a la inadecuada limpieza del área, el 21% considera que las instalaciones son antiguas y en mal estado y el 18% considera que todas las alternativas presentadas causan la contaminación microbiológica del aire en el zoológico. Ver figura 38

Causa de la contaminación microbiológica del aire en el zoológico

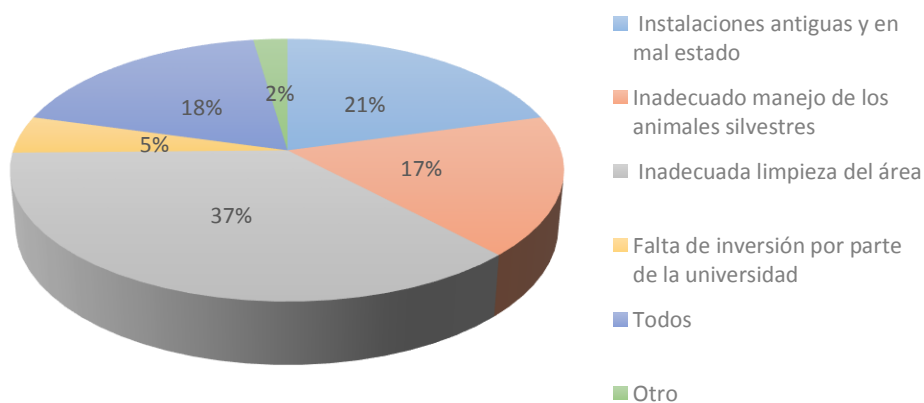


Figura 38. Causa de la contaminación microbiológica del aire en el zoológico

En la figura 39 se muestra que el 48% de la población califica que la calidad microbiológica del zocriadero es regular, el 36% afirma que es buena y un 10% opina que es mala.

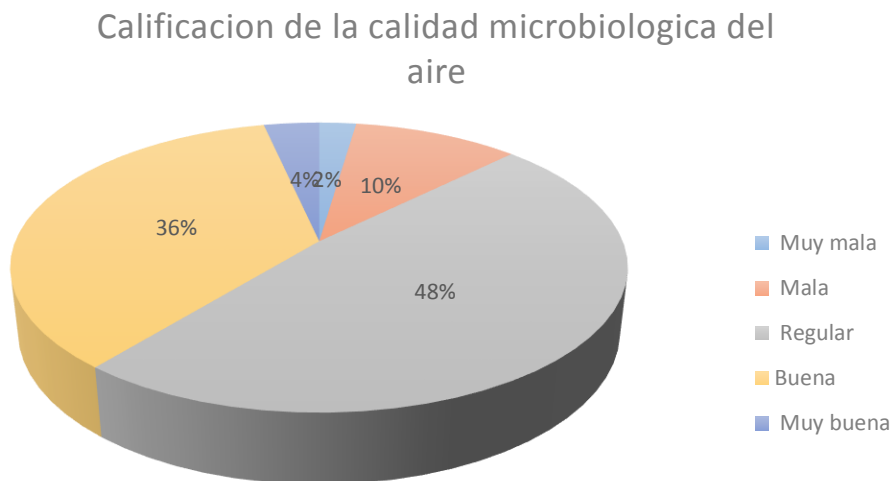


Figura 39. Percepción de la calidad microbiológica del aire

Asimismo, en la figura 40 se muestra que el 38% de la población encuestada opina que debería haber mayor limpieza de las instalaciones y del área, el 39% opina que se debería de renovar y mejorar las instalaciones.

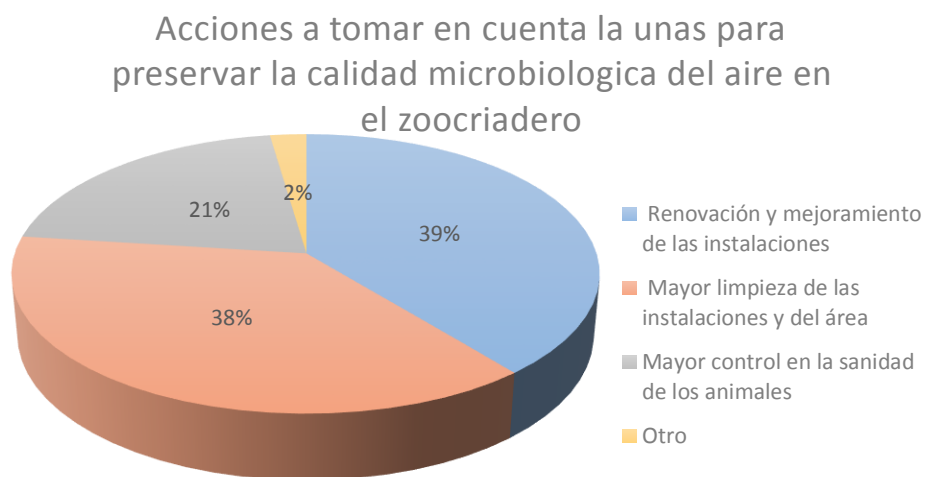


Figura 40. Acciones para mejorar la calidad microbiológica del aire del zocriadero

En la figura 41 se observa que el 49% de la población encuestada afirman que en los hospitales y centros de salud son los lugares donde se puede contraer enfermedades al respirar aire contaminado por microorganismos, el 35% afirma que el mercado modelo es un lugar donde corren más riesgo de respirar aire contaminado por microorganismos y el 6% afirma que se puede contraer enfermedades en centros y parques de recreación.

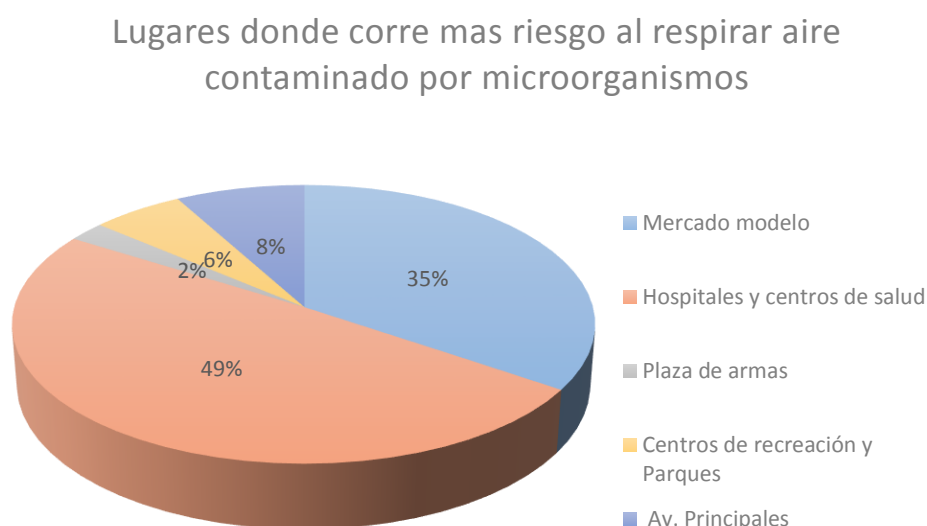


Figura 41. Lugares donde se corre más riesgo de respirar aire contaminado por microorganismos

Asimismo, el 23% de la población encuestada afirma que reportaría un caso de contaminación mediante la página web del MINAM y en la Municipalidad de Tingo María, el 15% lo reportaría en la UNAS. Ver figura 42

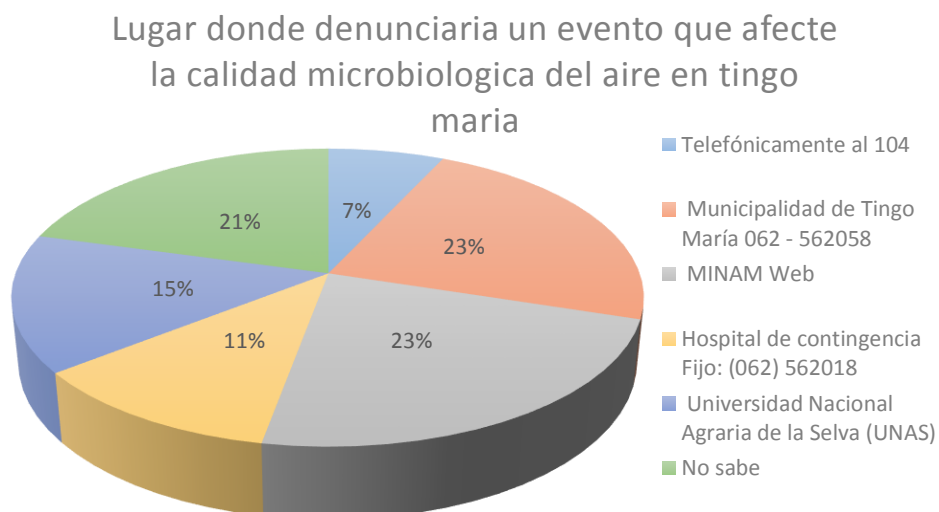


Figura 42. Lugares donde reportaría un caso de contaminación del aire

Anexo H: Detalle de las encuestas aplicadas a los trabajadores del zocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

A. Información general

En la figura 43 se muestra la clasificación de los trabajadores del zocriadero de acuerdo al género, en donde el 80% de los trabajadores son de sexo masculino y el 20% femenino.

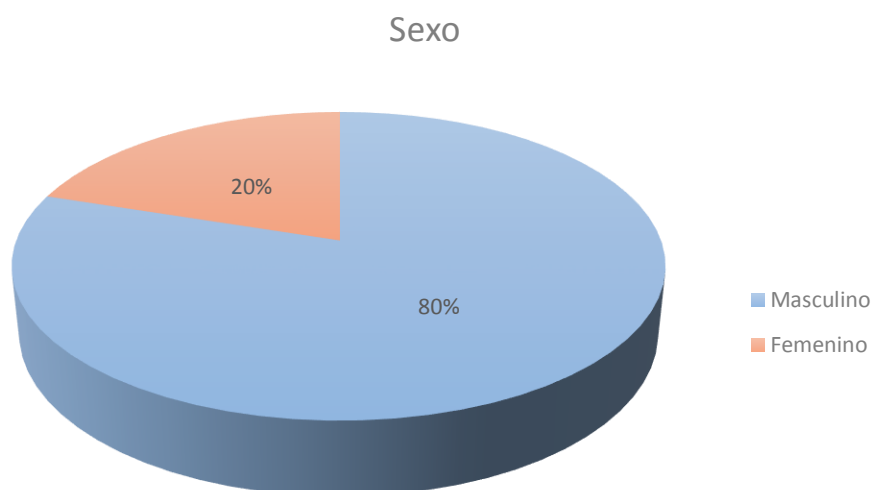


Figura 43. Clasificación de los trabajadores por genero

Asimismo, el 40% de los trabajadores tienen entre 26 a 40 años de edad y más de 40 años de edad. Ver figura 44

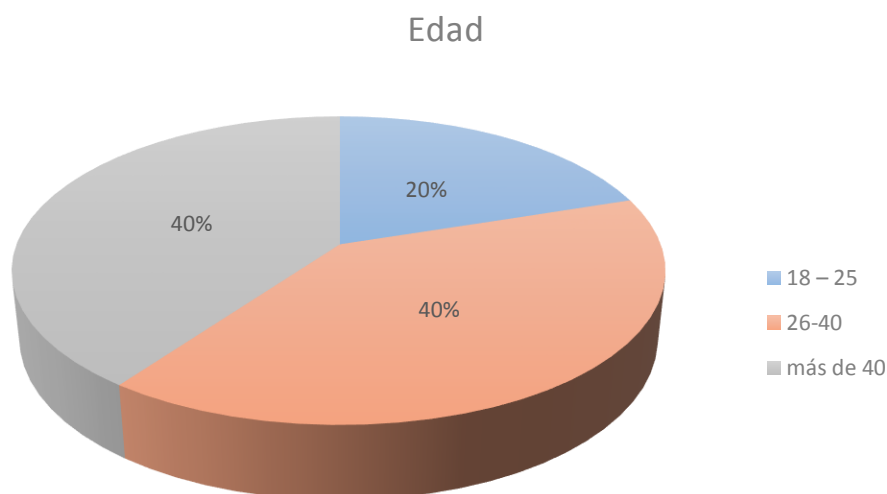


Figura 44. Clasificación de los trabajadores por edad

En la figura 45 se muestra que el 40% de los trabajadores encuestados tienen secundaria completa y tienen educación superior y el 20% afirma que son técnicos.

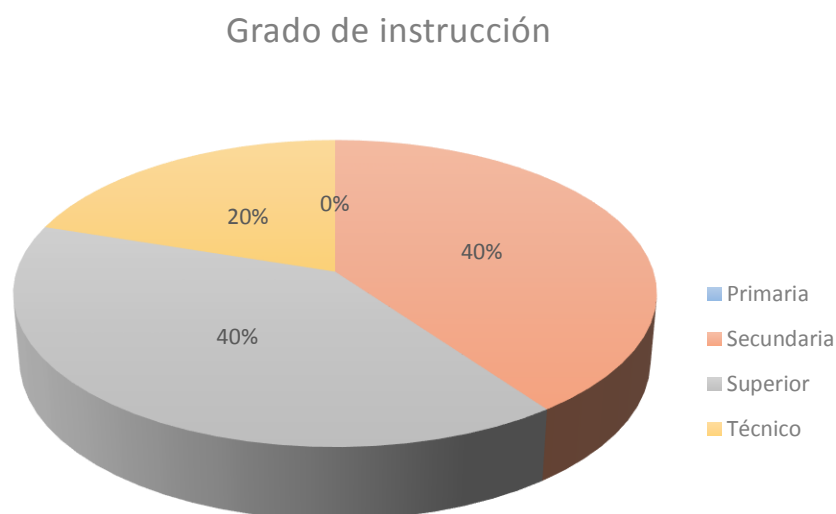


Figura 45. Grado de instrucción de los trabajadores del zocriadero

Asimismo, el 40% de los trabajadores del zoológico son ayudantes y veterinario, el 20% afirman que son cuidadores. Ver figura 46.

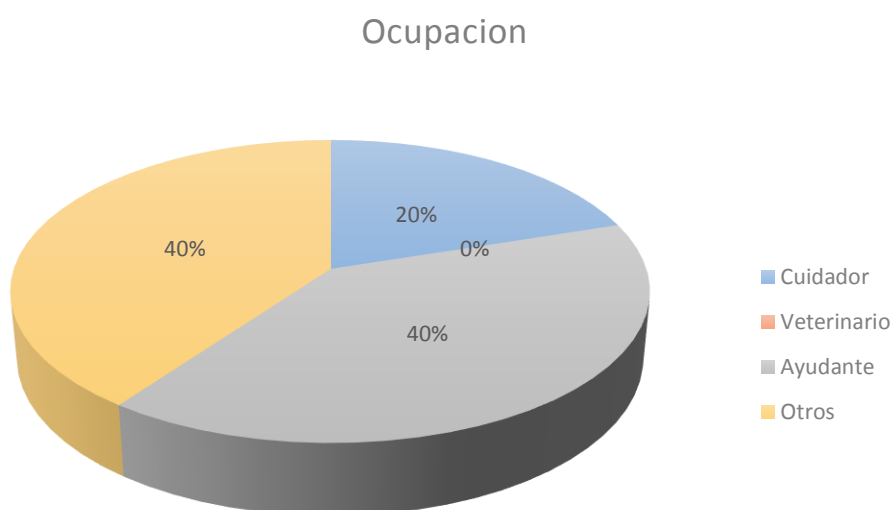


Figura 46. Ocupación de los trabajadores del zoológico

En la figura 47 se muestra el tiempo que se encuentran laborando en el zoológico en donde se observa que el 60% afirma que se encuentran trabajando de 0 a 5 años, el 40% afirma que tienen un tiempo de trabajo de más de 10 años.

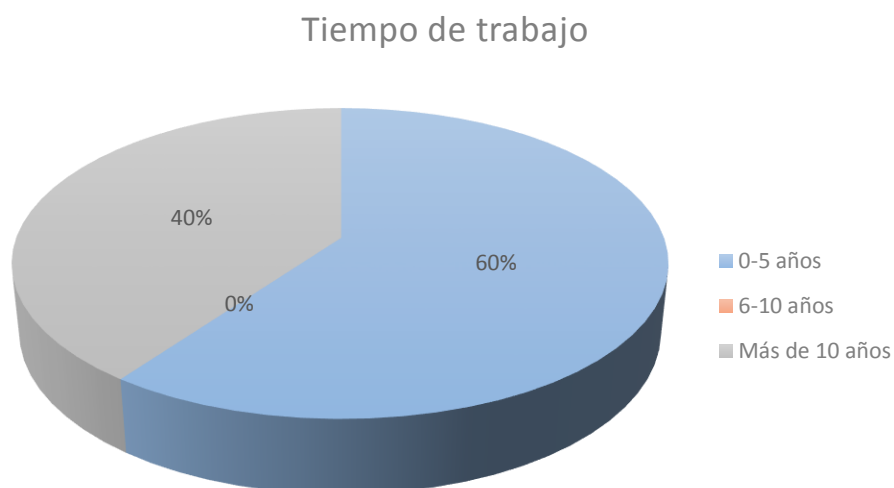


Figura 47. Tiempo de prestación de servicio al zoológico

Asimismo, se puede observar que el 60% de los trabajadores prestan servicios de trabajo en tiempo completo y el 40% solo trabaja medio tiempo. Ver figura 48

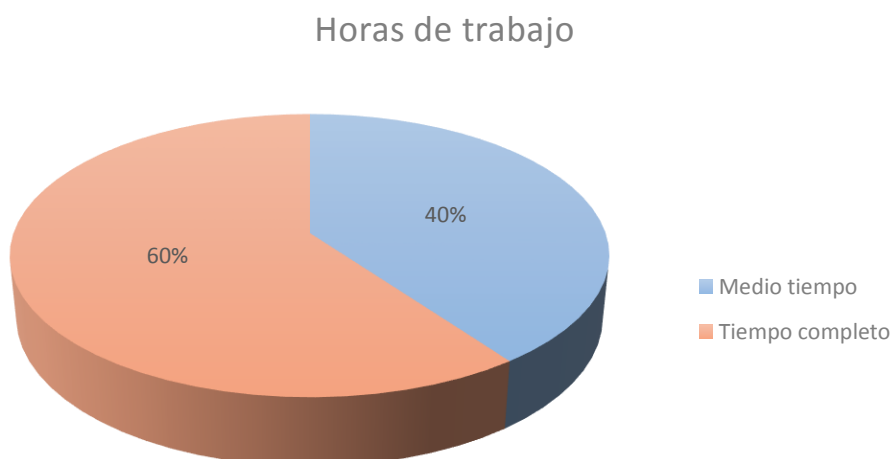


Figura 48. Horas de trabajo prestado al zocriadero

A. Información específica

En la figura 49 se observa que el 40% de los trabajadores opina que la calidad microbiológica del aire se relaciona con aire puro, el 20% opina que es un aire apto para respirar.

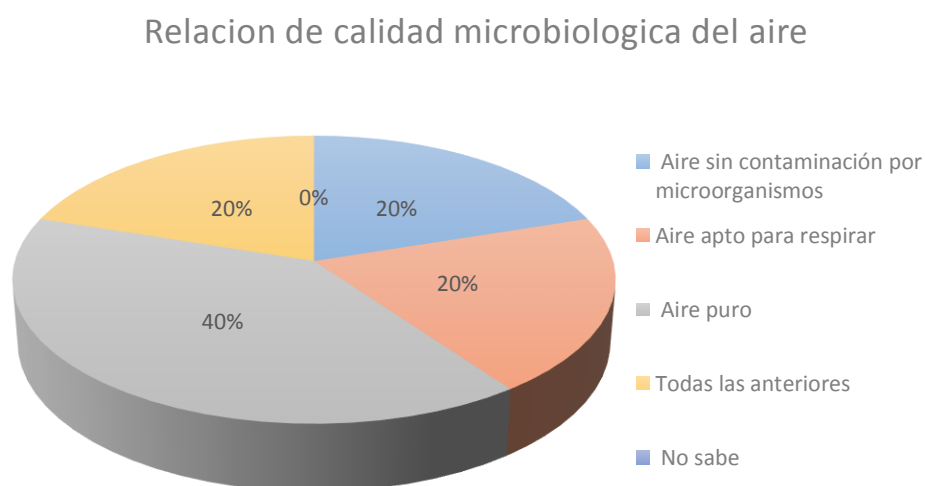


Figura 49. Percepción sobre la calidad microbiológica del aire

Asimismo, se les pregunto cuál es la importancia del tema en donde el 80% afirma que es muy importante, el 20% afirma que es importante. Ver figura 50

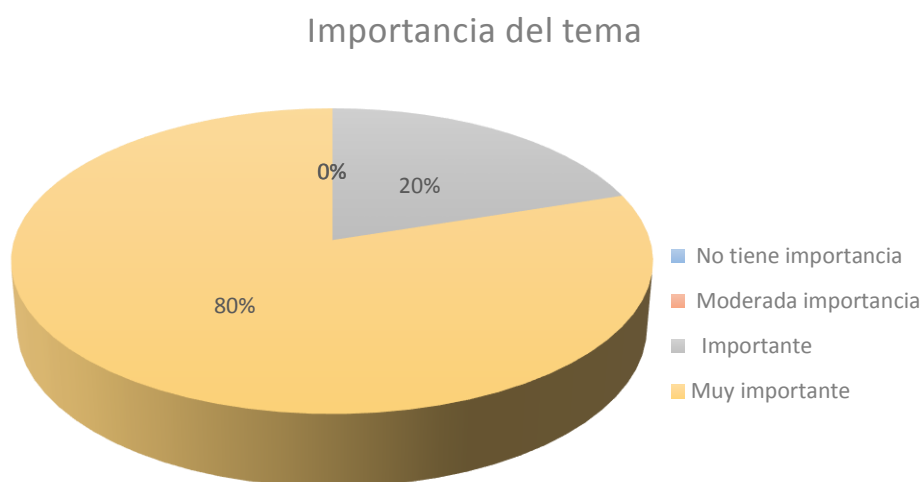


Figura 50. Opinión sobre la importancia del tema

En la figura 51 se muestra que el 100% de los trabajadores del zoológico afirman que la mala calidad del aire afecta a la salud.

Opinion sobre la calidad del aire y su grado de afectacion a la salud

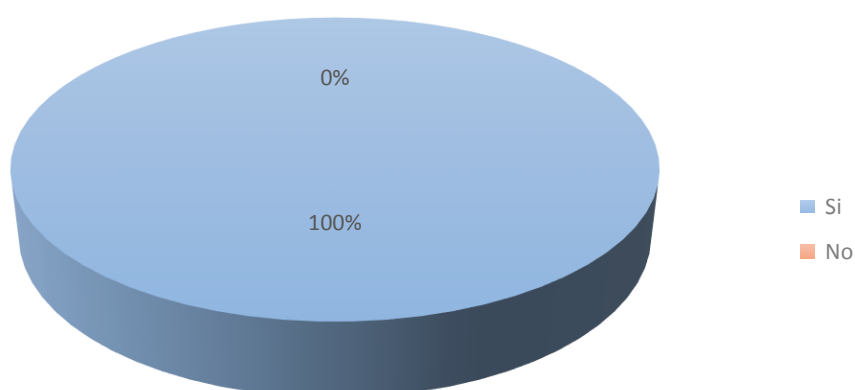


Figura 51. Afectación a la salud la mala calidad del aire

Asimismo, el 60% de los trabajadores afirman que la calidad microbiológica del aire en el zocriadero es regular, el 20% afirma que es muy mala. Ver figura 52

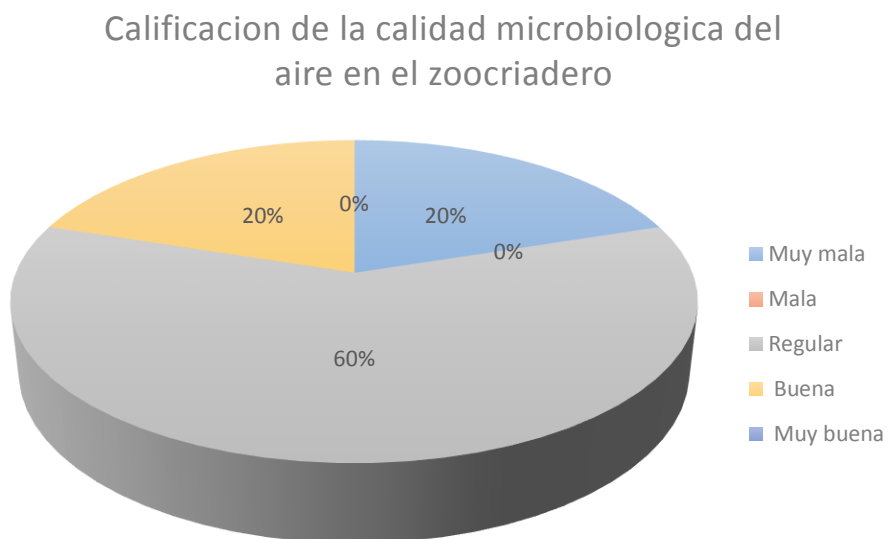


Figura 52. Percepción sobre la calidad microbiológica del aire

En la figura 53 se muestra que el 60% de los trabajadores del zocriadero si cuentan con un seguro médico.

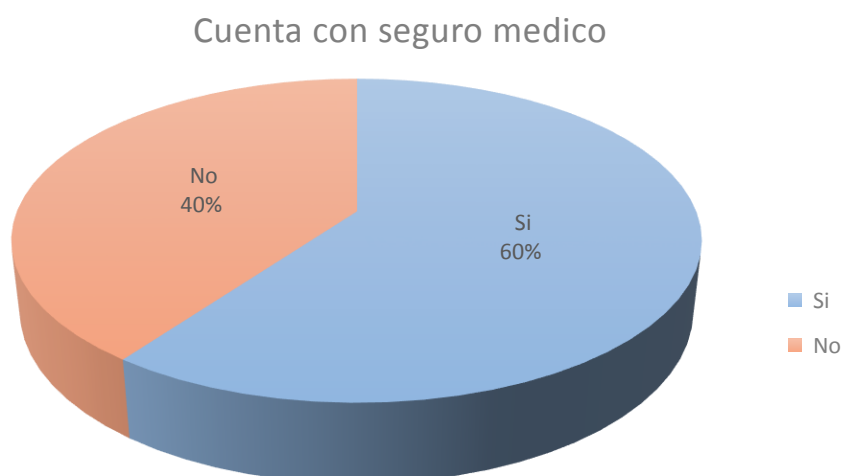


Figura 53. Cuenta con seguro medico

Asimismo, se les pregunto sobre la frecuencia con la visitan a un médico, el 60% de los trabajadores respondió que visita al médico anualmente, el 40% lo visita cuando se enferma. Ver figura 54

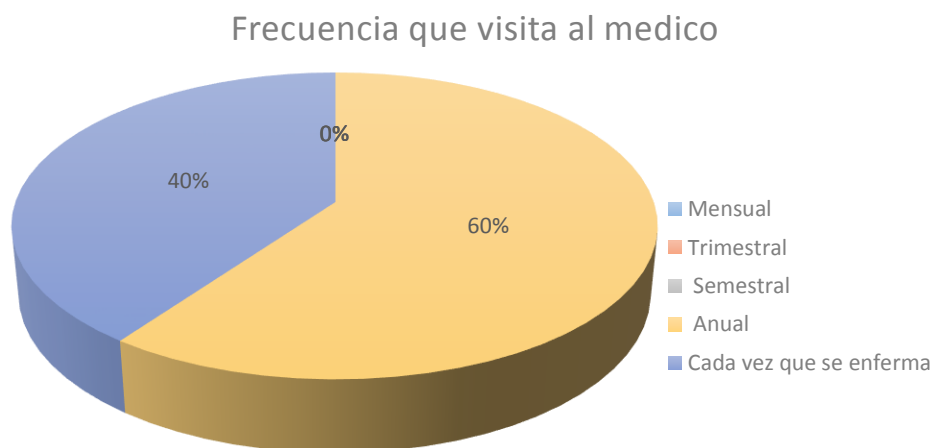


Figura 54. Frecuencia con la visita al medico

En la figura 55 se muestra los accidentes que pueden sufrir por instrumentos y equipos en donde el 40% de los trabajadores afirman que sufren lesiones con las jaulas de contención, otro 40% sufre cortes con bisturí, cuchillo, rasuradoras y el 20% sufre caídas y golpes con jaulas.

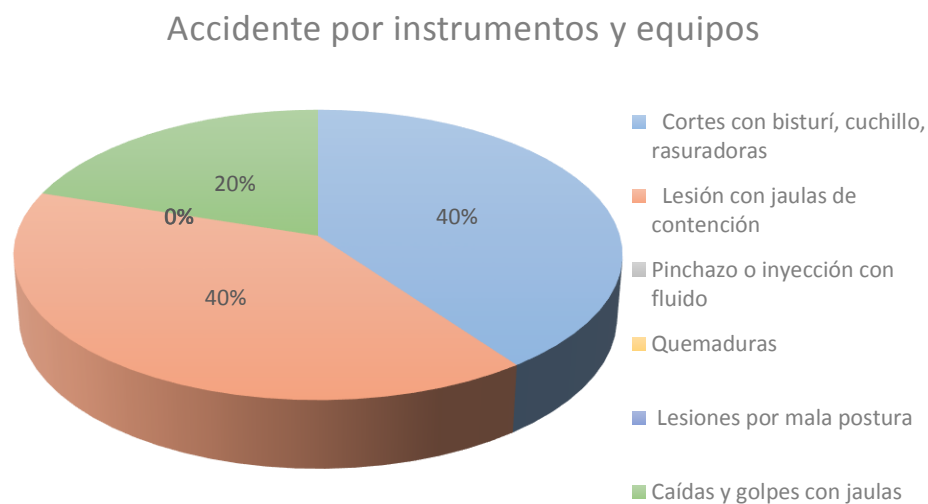


Figura 55. Accidentes ocasionados por instrumentos y equipos

Asimismo, el 60% de los trabajadores afirman que sufren accidentes por mordidas de los animales y el 40% sufren rasguños y arañazos ocasionados por los animales. Ver figura 56

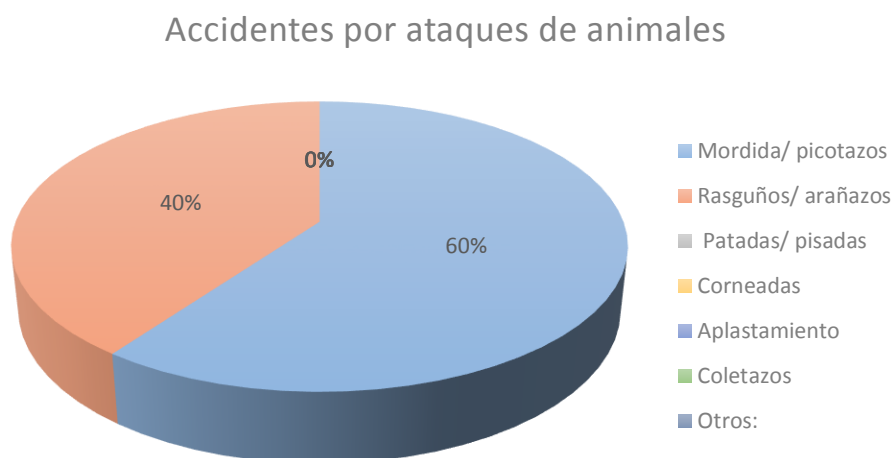


Figura 56. Accidentes ocasionados por ataques de animales

En la figura 57 se muestra las zonas del cuerpo más afectadas al sufrir ataques por animales en donde el 29% de los trabajadores afirman que las zonas más afectadas son brazos y manos respectivamente, y el 14% afirman que son el cuello, espalda pies respectivamente.

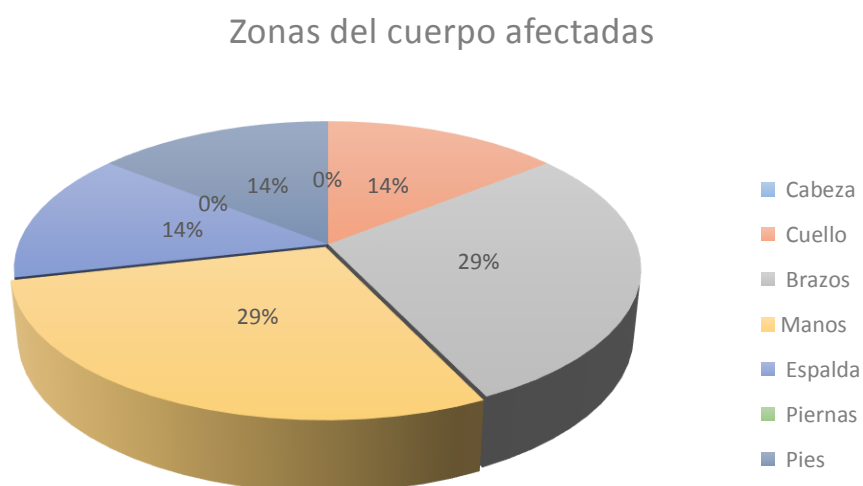


Figura 57. Zonas del cuerpo más afectadas

Asimismo, el 43% los trabajadores del zoológico afirman que durante su estancia en el zoológico presentan alergias a la piel y el 29% presentan garganta irritada. Ver figura 58

Síntomas presentados durante su estancia como trabajador

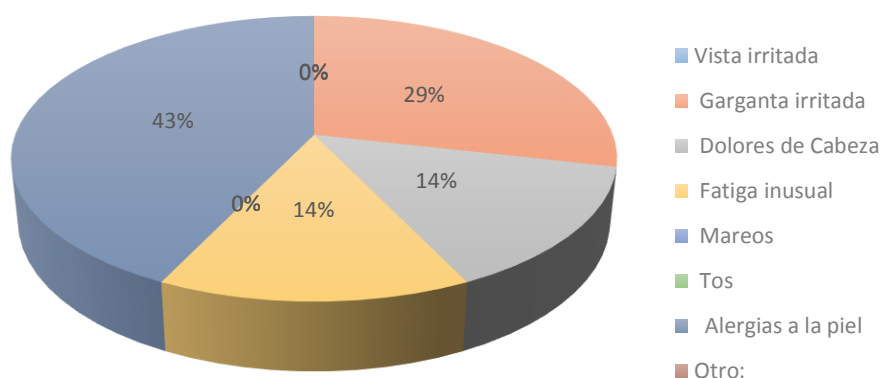


Figura 58. Síntomas presentados durante su estancia en el zoológico

En la figura 59 se muestra que el 80% de los trabajadores afirman que los malestares que presentan se debe a la contaminación microbiológica del aire.

Percepción sobre los malestares presentados

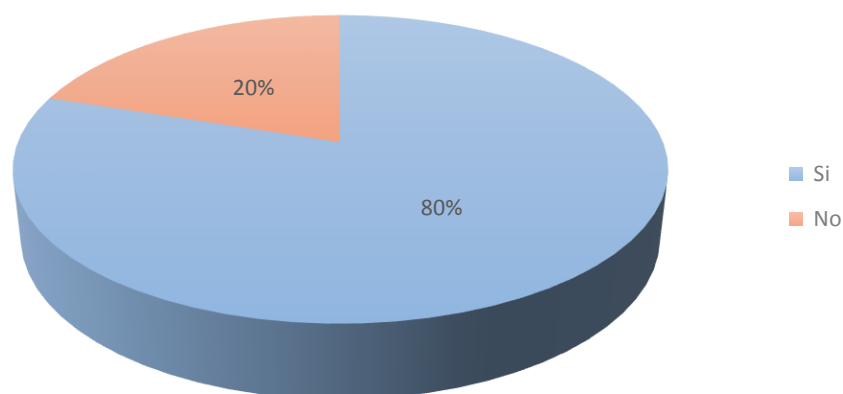


Figura 59. Percepción sobre los malestares presentados

Asimismo, sabiendo que uno de los exámenes que se les realiza a las personas que tienen alguna enfermedad producida por un microorganismo se les pregunto a los trabajadores si en alguna oportunidad durante su estancia como trabajador del zocriadero le suministraron oxigeno artificial el cual el 100% afirmaron que no. Ver figura 60

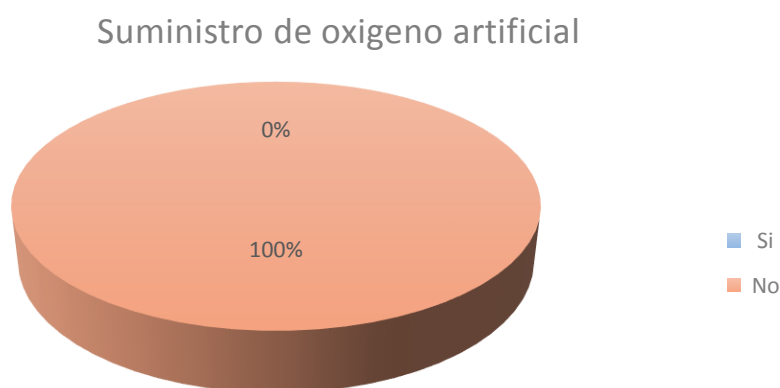


Figura 60. Suministro de oxígeno artificial

Por otro lado, siendo uno de los exámenes principales cuando un trabajador presenta enfermedades por microorganismos es el examen radiológico en donde se les pregunto a los trabajadores si alguna vez le realizaron un examen radiológico el cual el 100% afirmaron que no. Ver figura 61

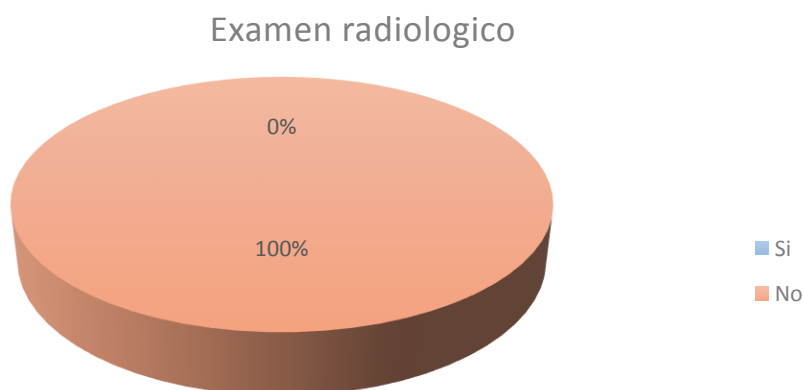


Figura 61. Se ha realizado examen radiológico

En la figura 62 se muestra que el 80% de los trabajadores considera que las instalaciones donde trabaja no son seguras ni bien diseñadas.

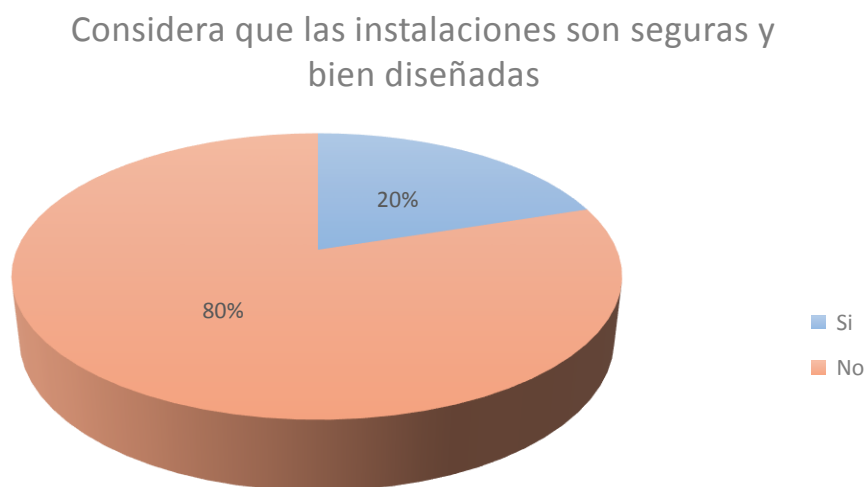


Figura 62. Opinión sobre las instalaciones donde trabaja

En la figura 63 se muestra que el 60% de los trabajadores afirman que la causa de la contaminación microbiológica del aire en el zoológico se debe a las instalaciones inadecuadas, el 20% afirma que se debe a la inadecuada limpieza del área.

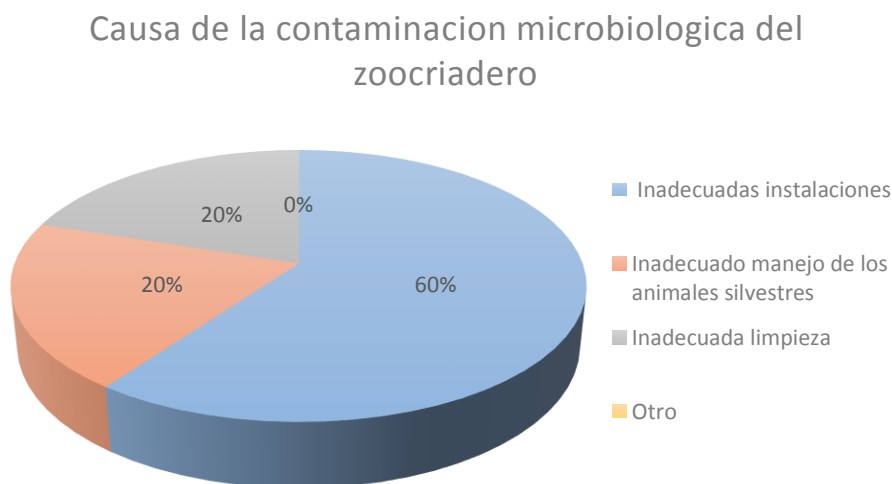


Figura 63. Opinión sobre las causas de la contaminación microbiológica del aire

Asimismo, el 60% de los trabajadores considera que se debe de remodelar y mejorar las instalaciones, el 40% afirma que se debe brindar los equipos de protección personal para evitar contraer enfermedades. Ver figura 64

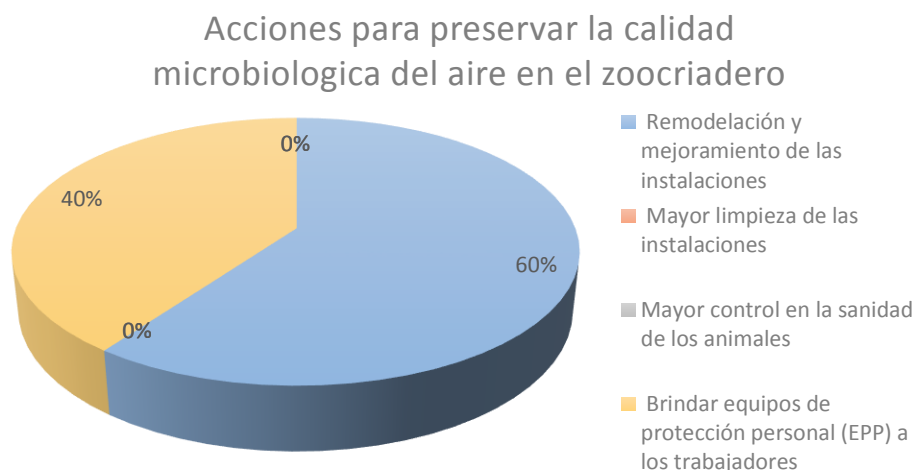


Figura 64. Acciones a tomar en cuenta para preservar la calidad microbiológica del aire en el zocriadero

En la figura 65 se muestra que el 60% de los trabajadores afirman que corren más riesgo de respirar aire contaminado en el mercado modelo de Tingo María y el 40% afirma en hospitales y centros de salud.

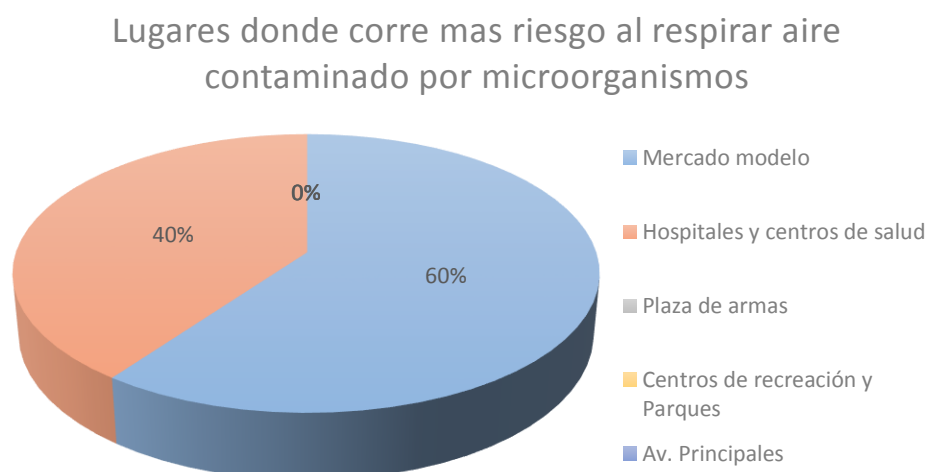


Figura 65. Lugares donde se corre más riesgo de respirar aire contaminado por microorganismos

Asimismo, el 40% de los trabajadores afirman que reportarían un evento de contaminación del aire en la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a través de la página web del MINAM. Ver figura 66

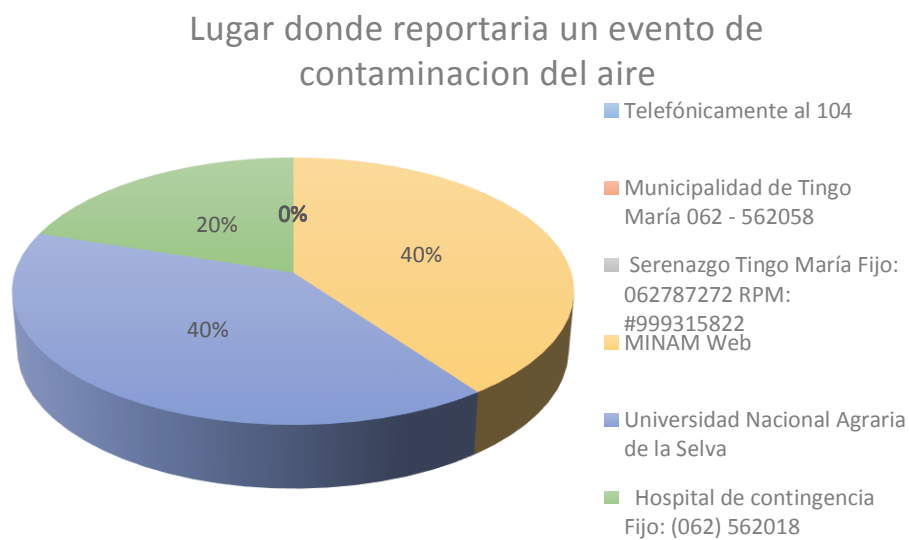
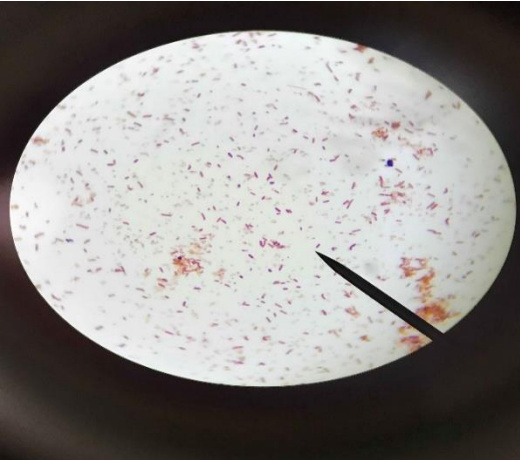
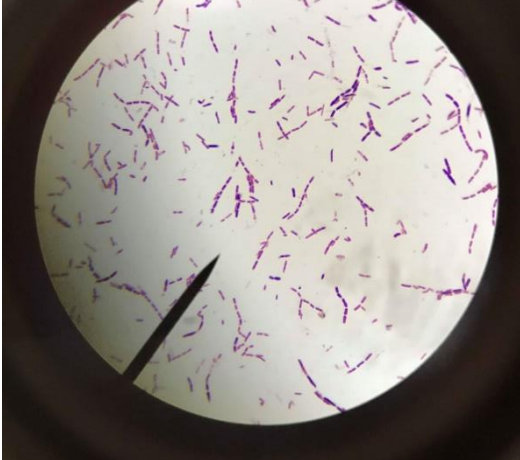

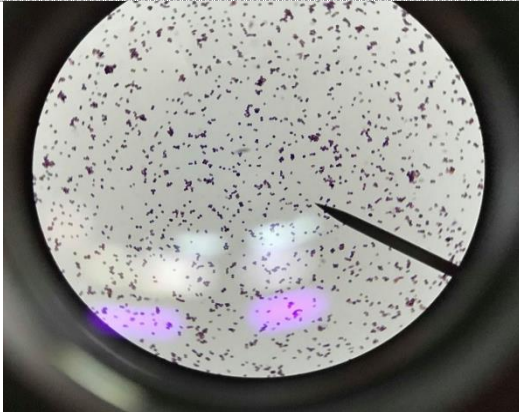


Figura 66. Lugares donde reportaría un evento de contaminación del aire

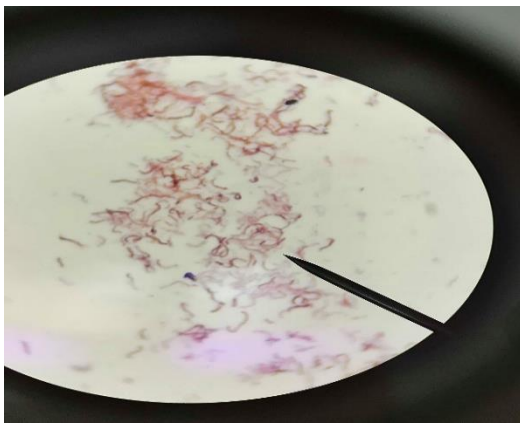
Apéndice 6: Registro de microorganismos caracterizados

Cuadro 43: Bacterias identificadas en el microscopio de las seis áreas de muestreo

Imágen	Bacterias identificadas
	<i>Bacillus sp.</i>
	<i>Streptobacillus sp.</i>
	<i>Staphylococcus sp.</i>



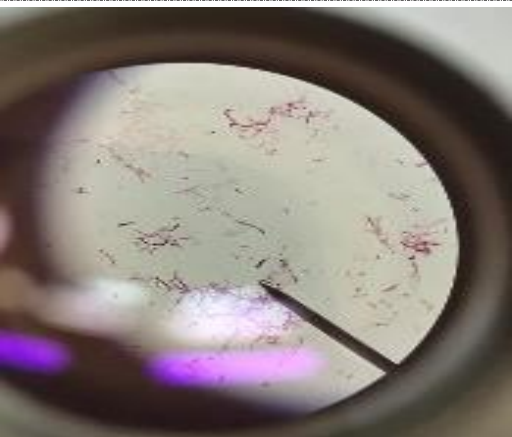
Cocobacillus sp.



Bacillus anthracis

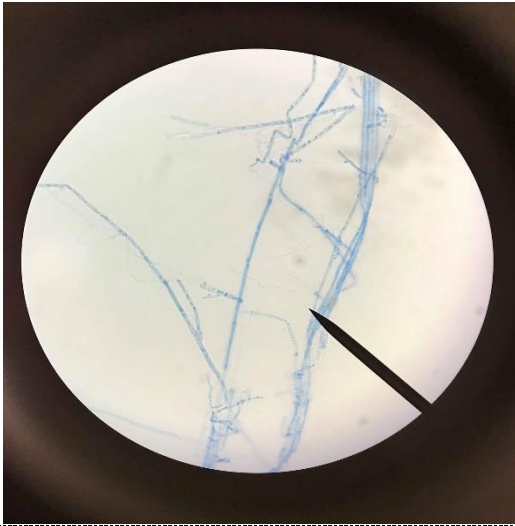
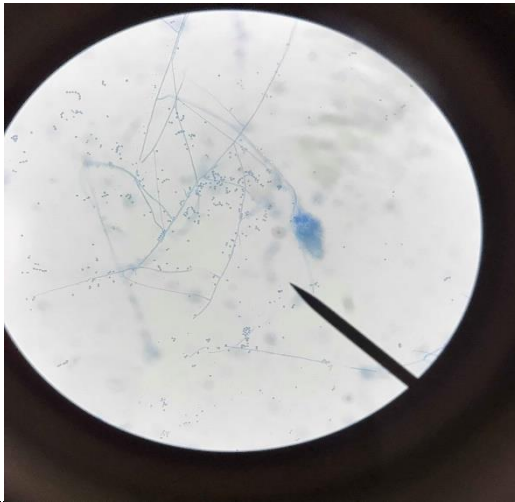
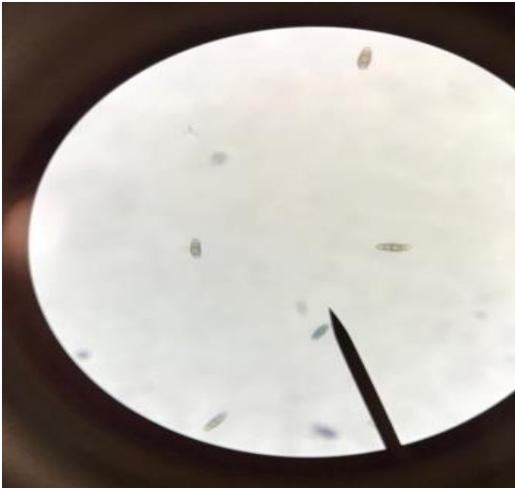


Lactobacillus sp



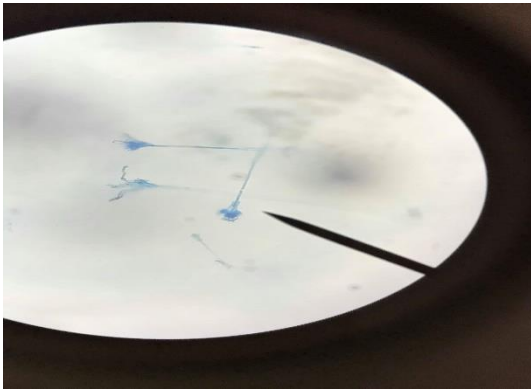
Bacillus Cereus

Cuadro 44: Hongos identificados en el microscopio de las seis áreas de muestreo

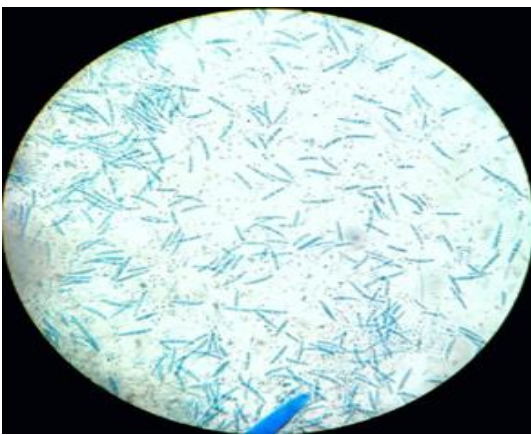
Imágen	Hongo identificado
	<i>Candida sp.</i>
	<i>Aspergillus sp.</i>
	<i>Microsporum sp.</i>



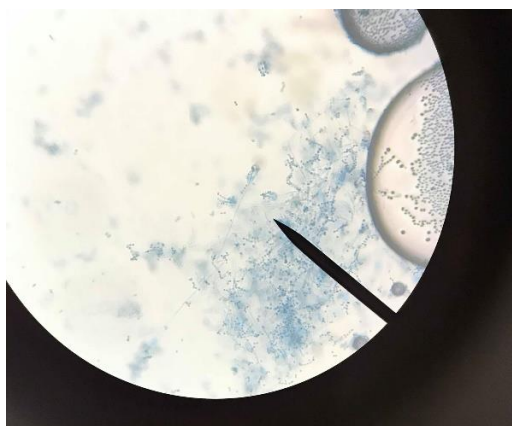
Epirophyton sp.



Penicillium sp.



Fusarium sp



Geotrichum sp.

Apéndice 7: Panel fotográfico

Anexo A. Principales fuentes de contaminación en la Microestación Biológica –

Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva



Figura 67. Presencia de heces de aves



Figura 68. Presencia de aguas estancadas



Figura 69. Presencia de alimentos en descomposición



Figura 70. Presencia de heces y residuos solidos

Anexo B. Muestreo de las partículas atmosféricas sedimentables



Figura 71. Pesado de placas para el monitoreo de las PAS



Figura 72. Instalación de los soportes para el monitoreo de PAS



Figura 73. Recolección de las placas de monitoreo de las PAS



Figura 74. Pesado de las placas de monitoreo de las PAS

Anexo C: Áreas de muestreo en la Microestación Biológica - zocriadero de la
Universidad Nacional Agraria de la Selva



Figura 75. Área 1– Boletería



Figura 76. Área 2– Caseta Gallito de las rocas



Figura 77. Área 3– Caseta de las tortugas



Figura 78. Área 4– Caseta del otorongo



Figura 79. Área 5– Caseta de los monos



Figura 80. Área 6– Cocina

Anexo D. Toma de los parámetros físicos temperatura y humedad relativa por área de muestreo



Figura 81. Medición de la Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)



Figura 82. Medición de la Humedad Relativa (%)

Anexo E: identificación de microorganismos (Bacterias y Hongos).

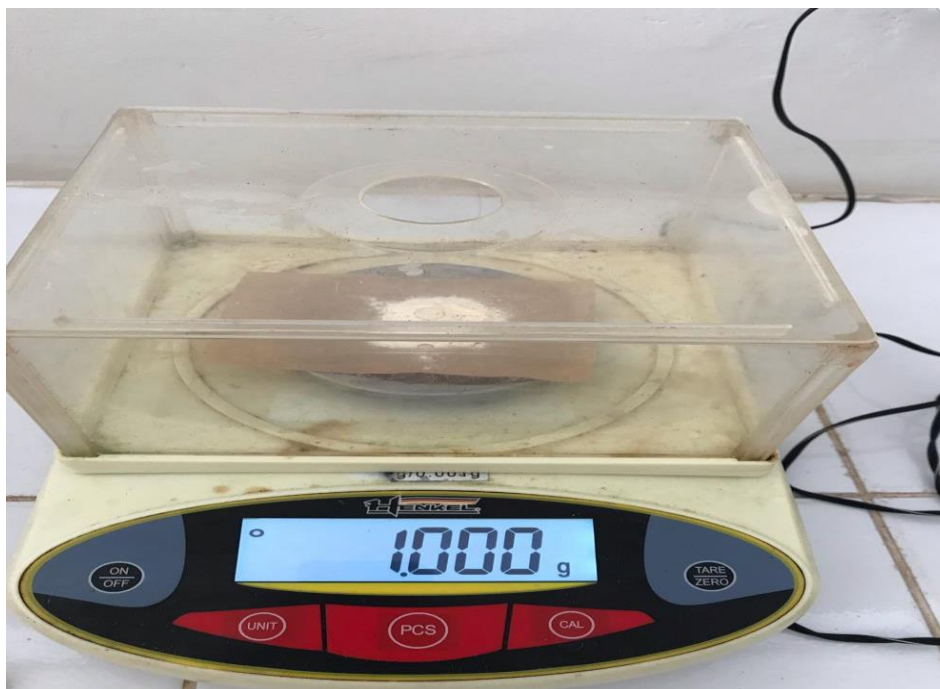


Figura 83: Pesado del agar BHI para el muestra microbiológico



Figura 84: Solución de agar BHI para el muestra microbiológico



Figura 85: Materiales usados para realizar el muestreo microbiológico



Figura 86. Medios de cultivos utilizados para la identificación de microorganismos



Figura 87. Muestreo microbiológico en el área 1



Figura 88. Muestreo microbiológico en el área 2



Figura 89. Muestreo microbiológico en el área 3



Figura 90. Muestreo microbiológico en el área 4



Figura 91. Muestreo microbiológico en el área 5



Figura 92. Muestreo microbiológico en el área 6



Figura 93. Medios de agar para crecimiento de microorganismos

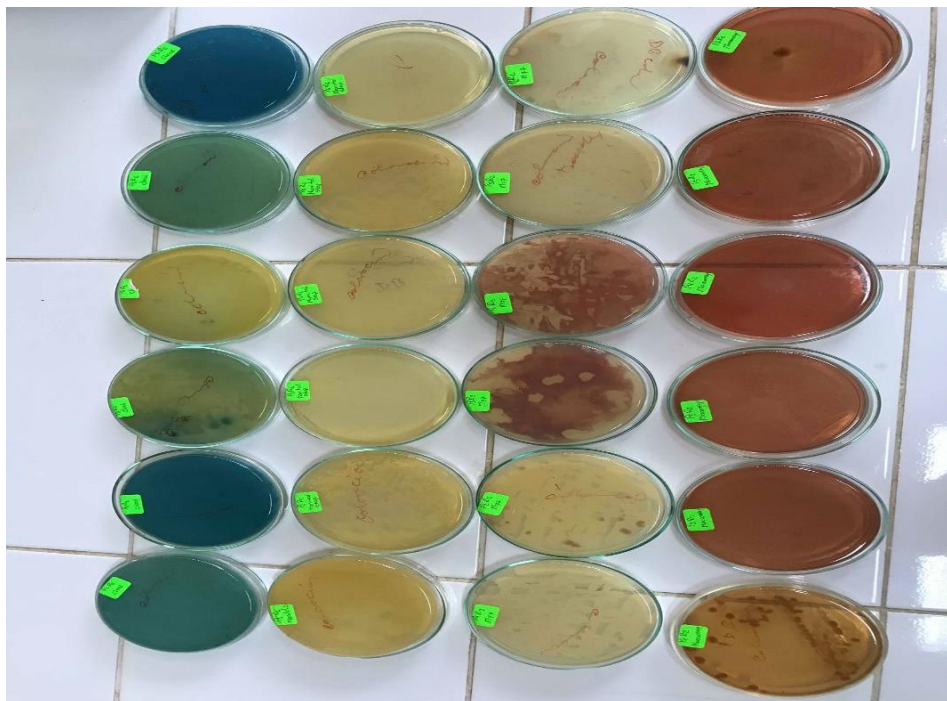


Figura 94. Crecimiento de bacterias en los diferentes medios de cultivos



Figura 95. Siembra de hongos en agar sabouraud



Figura 96. Medios de crecimiento para la diferenciación bioquímica



Figura 97. Reactivos y colorantes utilizados para la identificación de bacterias y hongos



Figura 98. Siembra de las bacterias para la diferenciación bioquímica



Figura 99. Realización de las pruebas bioquímicas



Figura 100. Lectura de pruebas bioquímicas



Figura 101. Crecimiento y siembra de hongos en Agar Sabouraud



Figura 102. Crecimiento e identificación de hongos en Agar Sabouraud



Figura 103. Crecimiento e identificación de bacterias



Figura 104. Observación de bacterias y hongos en el microscopio electrónico



Figura 105. Equipo técnico de apoyo de monitoreo microbiológico

Anexo F: Aplicación de encuestas.



Figura 106. Aplicación de la encuesta piloto



Figura 107. Aplicación de la encuesta general



Figura 108. Aplicación de la encuesta para visitantes



Figura 109. Aplicación de la encuesta para visitantes

Apéndice 8: Modelo de la etiqueta para la estación de monitoreo de PAS



A1



TESIS:
**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN SEIS
 ÁREAS DE LA MICROESTACION BIOLÓGICA -
 ZOOCRIADERO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
 AGRARIA DE LA SELVA – TINGO MARIA – PERÚ**

AREA DE ESTUDIO: Microestación Biológica -
 Zoocriadero

COORDENADAS: X: 390664 m, Y: 8970400 m.

TESISTA: OLIVERA BARBOZA, Luzbelith.

ASESOR: Dr. Luis Eduardo, ORE CIERTO.

“NO TOCAR – TESIS”

Apéndice 9: Modelo de las encuestas aplicadas a los visitantes y trabajadores del zocriadero

Anexo A. Modelo de la encuesta piloto



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



N° de Encuesta

ENCUESTA PILOTO

1


Esta encuesta piloto está dirigida a la población visitante cuyo objetivo es recoger información sobre la calidad microbiológica del aire en las seis áreas del zocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María – Perú – 2019.

Indicaciones: Lea cuidadosamente cada una de las preguntas y marque con un aspa (X) la respuesta que considere correcta.


1. ¿A escuchado hablar sobre calidad del aire?
SI (X) NO ()
2. ¿Sabe usted que es calidad microbiológica del aire?
SI (X) NO ()
3. ¿Sabe usted que en lugares como estos existe contaminación microbiológica del aire?
SI (X) NO ()
4. ¿Sabe usted que puede contraer enfermedades al respirar aire contaminado por microorganismos?
SI (X) NO ()
5. ¿Alguna vez asistió a alguna charla, taller, cursos de capacitación donde se tocaban temas sobre calidad microbiológica del aire?

SI () NO (X)

Anexo B. Modelo de la encuesta general para visitantes de la Microestación Biológica – Zoolocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



N° de Encuesta:

Encuesta para la evaluación de la calidad microbiológica del aire en las seis áreas del zoolocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva-Tingo María-Perú-2019.

Indicaciones: Estimado colaborador, agradecemos su cooperación en responder este cuestionario cuyo objetivo es determinar la calidad microbiológica del aire en las seis áreas del zoolocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y el grado de satisfacción de la población visitante, 2019., como material de investigación, para la elaboración de mi tesis. Por favor lea cuidadosamente cada una de las alternativas y elija la respuesta que crea conveniente y encierre o marque con un aspa (X).

Su respuesta será tratada en forma confidencial y no será utilizada para ningún otro propósito distinto a la investigación. Cerciórese en responder todas las preguntas.

1. ¿Cuál es el motivo de su visita al zoolocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?
 - a. Recreación
 - b. Observación de Flora y fauna de la selva
 - c. Apreciar el paisaje
 - d. Excursión y caminata
2. ¿Aproximadamente cuánto tiempo tarda en realizar dicha actividad?
 - a. Menos de una hora
 - b. Una hora
 - c. De dos a tres horas
 - d. Más de tres horas
3. ¿Con que frecuencia visita usted al zoolocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?
 - a. 1 vez a la semana
 - b. 1 vez al mes
 - c. 1 vez al año
4. ¿Cuál de las siguientes opciones relaciona con "calidad microbiológica del aire"?
 - a. Aire sin contaminación por microorganismos
 - b. Aire apto para respirar
 - c. Aire puro
 - d. Todas las anteriores
 - e. No sabe
5. ¿Qué nivel de importancia tiene el tema para usted?
 - a. No tiene importancia
 - b. Moderada importancia
 - c. Importante
 - d. Muy importante
6. ¿Cree que la mala calidad microbiológica del aire puede afectar a su salud?
 - a. Si
 - b. No

INSTITUCIÓN EDUCATIVA "UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA"
 C. R. P. 45174-R.N.E. - CALOCHA
 HOSPITALIDAD TAMPONADA B.A.
RESERVA

SIAS BAYLON DELIA YOLANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 183280

J. Alejandra Echarra Solano
C. N. P. 128
R. MEDICINA INTERNA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



7. Durante su visita al zoológico, ¿Consumo alimentos preparados al momento?
 - a. Si
 - b. No

8. ¿Sabe usted que puede contraer enfermedades al permanecer por un tiempo prolongado en estos tipos de lugares?
 - a. Si
 - b. No

9. ¿Durante o después de su visita al zoológico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, presenta algunas de las siguientes molestias?

Si () No () ¿Cuál? Si la respuesta es No pasara a la pregunta 11

 - a. Irritación de ojos
 - b. Resequedad y sangrado de nariz
 - c. Garganta irritada
 - d. Dolores de Cabeza y fiebre
 - e. Irritaciones en la piel y alergias
 - f. Mareos
 - g. Tos
 - h. Otro: _____

10. ¿Considera que estos malestares pueden deberse a la contaminación microbiológica del aire?
 - a. Si
 - b. No

11. En su opinión, ¿Cuál cree que sería la causa de la contaminación microbiológica del aire en el zoológico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?
 - a. Instalaciones antiguas y en mal estado
 - b. Inadecuado manejo de los animales silvestres
 - c. Inadecuada limpieza del área
 - d. Falta de inversión por parte de la universidad
 - e. Todos
 - f. Otro: _____

12. Después de su visita, ¿Cómo calificaría la calidad microbiológica del aire del "zoológico" de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?
 - a. Muy mala
 - b. Mala
 - c. Regular
 - d. Buena
 - e. Muy buena

13. ¿Qué acciones cree que debería tomar en cuenta la Universidad Nacional Agraria de la Selva para ayudar a preservar la calidad microbiológica del aire en el zoológico?
 - a. Renovación y mejoramiento de las instalaciones
 - b. Mayor limpieza de las instalaciones y del área
 - c. Mayor control en la sanidad de los animales

UNIV. NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL
 MEDICINA INTERNA
 REP. ASTA...
 REPUBLICA...


 SIAS BAYLON NEI YA YOLANDA
 INGENIERO
 Reg. del Colegio...


 J. Alexander...
 R. MEDICINA INTERNA


 J. Alexander...
 C.M. 128
 R. MEDICINA INTERNA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



d. Otro: _____

14. ¿En cuál de los siguientes lugares cree usted que se corre más riesgo de respirar aire contaminado por microorganismos?
- Mercado modelo
 - Hospitales y centros de salud
 - Plaza de armas
 - Centros de recreación y Parques
 - Av. Principales
15. ¿Dónde denunciaría un evento que afecte la calidad del aire en Tingo María?
- Telefónicamente al 104
 - Municipalidad de Tingo María 062 - 562058
 - MINAM Web
 - Hospital de contingencia Fijo: (062) 562018
 - No sabe
 - Universidad Nacional Agraria de la Selva

INFORMACIÓN GENERAL

Sexo:	a. Masculino	b. Femenino	c. 36 – 45	d. 46 a mas
Edad:	a. 16 – 25	b. 26-35	c. Superior	d. Técnico
Grado de Instrucción:	a. Primaria	b. Secundaria	c. Superior	d. Técnico

Muchas Gracias.....



E.P. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL
MEDICO REGISTRADO EN PERU
C.M.P. 45174 - R.N.E. 04410
HOSPITAL NACIONAL "RAMÓN PROALÉ PRALÉ" S.A.S.
EsSalud


SIAS BAYLON DELIA YOLANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. d. 183280



M. TROPICAL Y AMBIENTAL
CARE 00003


J. Alexander Córdova Solano
C.M.P. 61125
R. MEDICINA INTERNA

Anexo C. Modelo de la encuesta general para trabajadores de la Microestación
 Biológica - zocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



N° de Encuesta:


Encuesta para la evaluación de la calidad microbiológica del aire en las seis áreas del zocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva-Tingo María-Perú-2019.

Indicaciones: Estimado colaborador, agradecemos su cooperación en responder este cuestionario cuyo objetivo es determinar la calidad microbiológica del aire en las seis áreas del zocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y el grado de satisfacción de los trabajadores, 2019., como material de investigación, para la elaboración de mi tesis. Por favor lea cuidadosamente cada una de las alternativas y elija la respuesta que crea conveniente y encierre o marque con un aspa (X).


Su respuesta será tratada en forma confidencial y no será utilizada para ningún otro propósito distinto a la investigación. Cerciórese en responder todas las preguntas.

1. ¿Cuál de las siguientes opciones relaciona con "calidad microbiológica del aire"?
 - a. Aire sin contaminación por microorganismos
 - b. Aire apto para respirar
 - c. Aire puro
 - d. Todas las anteriores
 - e. No sabe
2. ¿Qué nivel de importancia tiene el tema para usted?
 - a. No tiene importancia
 - b. Moderada importancia
 - c. Importante
 - d. Muy importante
3. ¿Cree que la mala calidad microbiológica del aire puede afectar a su salud?
 - a. Si
 - b. No
4. Usted como trabajador, ¿Cómo calificaría la calidad microbiológica del aire del "zocriadero" de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?
 - a. Muy mala
 - b. Mala
 - c. Regular
 - d. Buena
 - e. Muy buena
5. ¿Cuenta con seguro médico?
 - a. Si
 - b. No
6. ¿Con que frecuencia realiza usted su exámen médico?
 - a. Mensual
 - b. Trimestral
 - c. Semestral
 - d. Anual
 - e. Cada vez que se enferma
7. ¿Ha sufrido algún accidente laboral durante su estancia como trabajador en el zocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva? ¿Cuál?
 - 7.1. Por instrumentos y equipos
 - a. Cortes con bisturí, cuchillo, rasuradoras

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 MEDIO AMBIENTE Y SALUD
 C.M.P. TINGO MARÍA
 HOSPITAL GENERAL TINGO MARÍA
 R. MEDICINA INTERNA



SIAS BAYLON DELIA YOLANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. del Colegio de Ingeniería del Perú N° 183280



J. Alexander Solano
 C.M.P. TINGO MARÍA
 R. MEDICINA INTERNA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



- b. Lesión con jaulas de contención
- c. Pinchazo o inyección con fluido
- d. Quemaduras
- e. Lesiones por mala postura
- f. Caídas y golpes con jaulas

7.2. Por ataques de animales

- a. Mordida/ picotazos
- b. Rasguños/ arañazos
- c. Patadas/ pisadas
- d. Corneadas
- e. Aplastamiento
- f. Coletazos
- g. Otros: _____

7.3. ¿Qué zonas del cuerpo son las más afectadas?

- a. Cabeza
- b. Cuello
- c. Brazos
- d. Manos
- e. Espalda
- f. Piernas
- g. Pies

[Signature]
SIAS BAYLON DELIA YOLANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 183280

8. Marque a continuación si padeció uno o varios de los siguientes síntomas durante su estancia en el Zocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva:

- a. Vista irritada
- b. Garganta irritada
- c. Dolores de Cabeza
- d. Fatiga inusual
- e. Mareos
- f. Tos
- g. Alergias a la piel
- h. Otro: _____

9. ¿Considera que estos malestares pueden deberse a la contaminación microbiológica del aire?

- a. Si
- b. No

10. Durante su estancia como trabajador del zocriadero, ¿Alguna vez le han suministrado oxígeno artificial?

- a. Si
- b. No

11. Durante su estancia como trabajador del zocriadero, ¿Alguna vez le han realizado un examen radiológico?

- a. Si
- b. No

12. ¿Considera usted que las instalaciones donde labora son seguras y bien diseñadas?

- a. Si
- b. No

[Signature]
 UNICIÓN DE SERVICIOS DE SALUD
 MEDIO ENTORNO - TROPICALISTA
 C.M.P. 45174 - R.N.E. 342290
 HOSPITAL GENERAL TROPICALISTA "RAJ"
FASE Salud

[Signature]
 DR. Alexander Solano
 C.M.P. 45174 - R.N.E. 342290
 R. MEDICINA INTERNA

[Signature]
J. Alexander Solano
 C.M.P. 45174 - R.N.E. 342290
 R. MEDICINA INTERNA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



13. En su opinión, ¿Cuál cree que sería la causa de la contaminación microbiológica del aire en el zoológico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?
- Inadecuadas instalaciones
 - Inadecuado manejo de los animales silvestres
 - Inadecuada limpieza
 - Otro: _____
14. ¿Qué acciones debería tomar en cuenta la Universidad Nacional Agraria de la Selva para ayudar a preservar la calidad microbiológica del aire en el zoológico?
- Remodelación y mejoramiento de las instalaciones
 - Mayor limpieza de las instalaciones
 - Mayor control en la sanidad de los animales
 - Brindar equipos de protección personal (EPP) a los trabajadores
 - Todos
 - Otro: _____
15. ¿En cuál de los siguientes lugares cree usted que se corre más riesgo de respirar aire contaminado por microorganismos?
- Mercado modelo
 - Hospitales y centros de salud
 - Plaza de armas
 - Centros de recreación y Parques
 - Av. Principales
16. ¿Dónde denunciaría un evento que afecte la calidad microbiológica del aire en Tingo María?
- Telefónicamente al 104
 - Municipalidad de Tingo María 062 - 562058
 - Serenazgo Tingo María Fijo: 062787272 RPM: #999315822
 - MINAM Web
 - Hospital de contingencia Fijo: (062) 562018
 - No sabe
 - Universidad Nacional Agraria de la Selva


SIAS BAYLON DELIA YOLANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 183280

INFORMACIÓN GENERAL

Sexo:	a. Masculino	b. Femenino		
Edad:	a. 18 - 25	b. 26-40	c. más de 40	
Grado de Instrucción:	a. Primaria	b. Secundaria	c. Superior	d. Técnico
Ocupación:	a. Cuidador	b. Veterinario	c. Ayudante	d. Otros
Tiempo de trabajo:	a. 0-5 años	b. 6-10 años	c. Más de 10 años	
Horas de trabajo:	a. Medio tiempo	b. Tiempo completo		



Muchas Gracias.....


C.M.P. 45174 - R.N. 128
HOSPITAL NACIONAL "RAMIRO PRAL" PRALE B.A.J.
R.N. Es Salud


J. Alexander Cabana Solano
C.M. 45174-128
R. MEDICINA INTERNA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
Unidad Académica Micro estación de
Biología – Zocriadero



CONSTANCIA N° 30

LA JEFA DE LA UNIDAD ACADÉMICA MICROESTACIÓN DE BIOLOGÍA - ZOCRIADERO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, HACE CONSTAR QUE:

La egresada Srta. OLIVERA BARBOZA, Luzbelith se le concedió permiso para la instalación de soportes para el muestreo y evaluación de las partículas atmosféricas sedimentables en diferentes puntos de esta unidad académica, labores que inició el 23 de octubre 2019 y culminó en enero 2020. El conjunto de estas acciones se encuentra enmarcadas en su tesis “Calidad Microbiológica del aire en las seis áreas de la Microestación Biológica- Zocriadero de la Universidad Nacional Agraria De La Selva – Tingo María – Perú”.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines académicos que le fueran necesarios.

Tingo María, 18 de setiembre del 2020



Mariela Morillo Alva
Ing. Mariela Morillo Alva
Jefe
UAMEB-Zocriadero

Carretera Central km 1,21, Tingo María
 UNAS teléfono (062) 562342 / FRNR anexo 35 / DACAM (062)406000
 Correo electrónico: marielamorilloa@gmail.com

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

Tingo María 18 de noviembre de 2019

Dr. Cesar López López

Jefe del Laboratorio de Microbiología – UNAS

Mediante el presente lo saludo muy cordialmente y a la vez dirigirme a usted para hacer de su conocimiento que, encontrándome en ejecución de mi tesis de pre grado en el Zoológico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, y teniendo en mi proyecto, dentro de mis objetivos Identificar las especies microbiológicas en las seis áreas del zoológico, solicito a usted me brinde las facilidades para hacer uso del laboratorio a su cargo a fin de cumplir con mis objetivos. es necesario resaltar que los materiales para la identificación serán cubiertos por mi persona.

Ante lo expuesto, solicito a usted acceda a mi petición y agradeciendo de antemano por su atención prestada, me suscribo de usted no sin antes manifestarle mi estima personal.

Atentamente

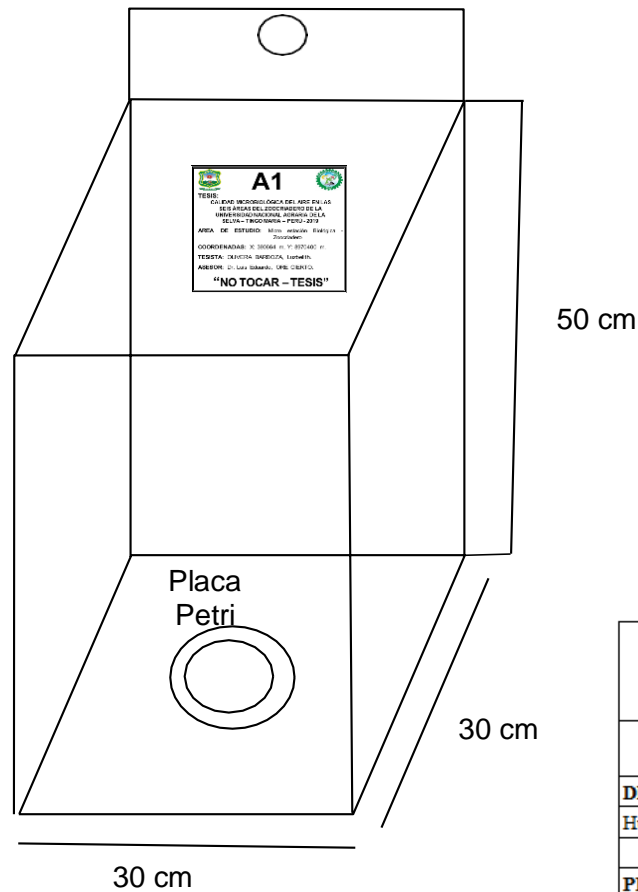




LUZBELITH OLIVERA BARBOZA
TESISTA DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

*Ing. Richard Torres R.
Coordinador con la DTA
para la transacción de
plais en el laboratorio.
E. S. L. M.
21/11/19*



SOPORTE PARA MONITOREO DE PARTICULAS ATMÓSFERICAS SEDIMENTABLES



 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES INGENIERIA AMBIENTAL 		
Soporte para monitoreo de Particulas Atmosfericas Sedimentables (PAS)		
DEPARTAMENTO:	ASESOR:	LUGAR DE EJECUCION
Huanuco	Dr. LUIS EDUARDO ORE CIERTO	Microestacion biologica- Zoocriadero
PROVINCIA:	TESISTA:	
Leoncio Prado	OLIVERA BARBOZA, LUZBELITH	
DISRITO:	FECHA:	
Rupa Rupa	28/06/2020	