

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



**MICROORGANISMOS PATÓGENOS DEL AIRE PRESENTES EN LAS
PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS SEDIMENTABLES DE LAS ÁREAS
VERDES DE TINGO MARÍA (ABRIL–JUNIO 2018)**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

LEONCIO RAMOS ESTELA

Tingo María - Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 15 de Enero de 2019, a horas 10:00 a.m. en la Sala de Sesiones del Departamento Académico de Ciencias Ambientales, para calificar la Tesis titulada:

“MICROORGANISMOS PATÓGENOS DEL AIRE PRESENTES EN LAS PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS SEDIMENTABLES DE LAS AREAS VERDES DE TINGO MARIA (ABRIL – JUNIO 2018)”

Presentado por el Bachiller, **LEONCIO RAMOS ESTELA**, 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, 7 de Mayo de 2019


Dr. JOSÉ KALIÓN GUERRA LU
PRESIDENTE


Ing. MSc. FRANKLIN DIONISIO MONTALVO
MIEMBRO




Blga. MSc. MARGARITA ALCEDO ROMERO
MIEMBRO


Ing. MSc. VICTOR M. BETETA ALVARADO
ASESOR

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



**MICROORGANISMOS PATÓGENOS DEL AIRE PRESENTES EN LAS
PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS SEDIMENTABLES DE LAS ÁREAS
VERDES DE TINGO MARÍA (ABRIL–JUNIO 2018)**

| | |
|--------------------------------------|--|
| Autor | : RAMOS ESTELA, Leoncio |
| Asesor | : MSc. Ing. BETETA ALVARADO, Víctor M |
| Programa de Investigación | : Ciencia y Tecnologías Ambientales |
| Línea de Investigación | : Niveles de contaminación ambiental |
| Eje temático de Investigación | : Contaminación del aire |
| Lugar de Ejecución | : Laboratorio de Calidad de Aire-UNAS : Laboratorio de Microbiología-UNAS |
| Duración | : Inicio : 10 de enero del 2018 Fin : 10 de Julio del 2018 |
| Financiamiento | : Laboratorios de Calidad de Aire y Microbiología-UNAS |
| FDEU | : S./ 20,828.40 |

DEDICATORIA

A Dios Por permitirme llegar hasta este punto de la vida, por darme sabiduría, salud y las fuerzas necesarias para lograr mis objetivos.

A mis queridos padres SEGUNDO MANUEL RAMOS CAMPOS y MARÍA YOLANDA ESTELA ALARCÓN por ser el pilar fundamental de todo lo que soy, por la educación tanto personal como académica y su apoyo incondicional a través del tiempo.

A mis familiares JUAN RAMOS ESTELA por ser ejemplo de hermano mayor a CRISTIAN MAX RAMOS ESTELA hermano menor por su apoyo incondicional y demás hermanos por alentarme a seguir adelante a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en el desarrollo de esta tesis. ¡Gracias a ustedes!

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la bendición de cada día y permitirme tener y disfrutar de mi familia durante mi formación profesional, a todas aquellas personas que contribuyeron en todo lo posible para el desarrollo de la presente tesis.

A mi UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, por la formación recibida en ella, mi reconocimiento al MSc. Ing. Víctor Manuel Beteta Alvarado, asesor del presente trabajo a los señores miembros del jurado calificador: MSc. Blgo. José Kalión Guerra Lu, MSc. Blga. Margarita Alcedo Romero y al MSc. Ing. Franklin Dionisio Montalvo por sus oportunas sugerencias.

A los laboratorios de Calidad de Aire, de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en especial, al Ing. Richard Sias Rodríguez por su orientación en el desarrollo de los análisis microbiológicos, importante objetivo en la presente tesis.

A mis familiares, en especial a mi hermano Cristian Max Ramos Estela por su apoyo en los trabajos de campo a mi tío Alexander Estela Alarcón por el apoyo incondicional en el momento requerido.

A mis amigos (Elvis Medina, Cristhian Yacha, Kevin Ruiz, Ader Abundo, Yeshua Lijarza, Bryan Santillán) por su apoyo en los monitoreos microbiológicos, a las Ingenieras (Adriana Condor y Karina Ruiz) por su leal amistad durante el tiempo compartido.

ÍNDICE

| | Página |
|--|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Objetivo general | 2 |
| 1.2. Objetivos específicos | 2 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1. Antecedentes de investigación | 3 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 9 |
| 2.2.1. Contaminación atmosférica | 9 |
| 2.2.2. Fuentes de contaminación atmosférica..... | 10 |
| 2.2.3. Partículas atmosféricas sedimentables (PAS) | 12 |
| 2.2.4. Transporte de contaminantes | 12 |
| 2.2.5. Los contaminantes y su efecto sobre la salud..... | 13 |
| 2.2.6. Microorganismos | 14 |
| 2.3. Determinación del flujo vehicular..... | 19 |
| 2.3.1. Tasa de flujo o flujo (q) | 19 |
| 2.4. Determinación la concentración de PAS | 20 |
| 2.4.1. Diseño y construcción de soportes para monitoreo..... | 20 |
| 2.4.2. Método pasivo de monitoreo de partículas..... | 21 |
| 2.5. Caracterización de los microorganismos presentes en las PAS | 21 |
| 2.5.1. Técnica de muestreo por borboteo en líquidos | 22 |
| 2.5.2. Métodos de identificación microbiana | 22 |
| 2.5.3. Enfermedades transmitidas por el aire..... | 22 |
| 2.6. Marco normativo | 24 |
| 2.6.1. Normas nacionales | 25 |
| 2.6.2. Normas a nivel internacional..... | 26 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 27 |
| 3.1. Descripción de las zonas de trabajo..... | 27 |
| 3.1.1. Ubicación política de los lugares de ejecución..... | 27 |
| 3.1.2. Ubicación geográfica | 28 |
| 3.1.3. Aspectos climatológicos..... | 28 |
| 3.1.4. Hidrografía y Unidades Hidrográficas | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.5. Fisiografía..... | 29 |
| 3.1.6. Actividades socioeconómicas en Tingo María | 29 |
| 3.2. Equipos y Materiales | 30 |
| 3.2.1. Equipos de muestreo | 30 |
| 3.2.2. Equipos de laboratorio | 31 |
| 3.2.3. Materiales de muestreo | 31 |
| 3.2.4. Materiales de laboratorio | 31 |
| 3.2.5. Medios de cultivo | 32 |
| 3.2.6. Medios de cultivo para pruebas bioquímicas | 32 |
| 3.2.7. Reactivos..... | 33 |
| 3.2.8. Softwares..... | 33 |
| 3.3. Tipo y nivel de investigación..... | 34 |
| 3.3.1. Tipo de investigación | 34 |
| 3.3.2. Nivel de investigación | 34 |
| 3.3.3. Unidad experimental | 34 |
| 3.3.4. Variable dependiente | 34 |
| 3.3.5. Variable independiente | 34 |
| 3.3.6. Variables intervinientes..... | 34 |
| 3.3.7. Población y muestra | 35 |
| 3.3.8. Tipo de muestreo..... | 35 |
| 3.4. Diseño de investigación | 35 |
| 3.4.1. Tipo de diseño | 36 |
| 3.5. Técnicas de recolección de información..... | 36 |
| 3.5.1. Técnicas bibliográficas..... | 36 |
| 3.5.2. Técnicas de campo..... | 36 |
| 3.5.3. Técnicas estadísticas | 37 |
| 3.5.4. Ubicación en el espacio | 37 |
| 3.5.5. Ubicación en el tiempo..... | 37 |
| 3.6. Metodología | 37 |
| 3.6.1. Fase de precampo..... | 38 |
| 3.6.2. Fase de campo | 40 |
| 3.6.3. Fase de gabinete y laboratorio | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 3.7. Análisis estadístico | 46 |
| IV. RESULTADOS..... | 50 |
| 4.1. Fuentes de contaminación microbiológica y de partículas atmosféricas sedimentables | 50 |
| 4.2. Flujo vehicular en las principales áreas verdes de Tingo María..... | 52 |
| 4.3. Concentración de partículas atmosféricas sedimentables | 57 |
| 4.4. Caracterización de microorganismos patógenos presentes en las partículas atmosféricas sedimentables..... | 61 |
| 4.4.1. Caracterización de bacterias..... | 61 |
| 4.4.2. Caracterización de hongos | 64 |
| 4.4.3. Microorganismos patógenos | 66 |
| 4.5. Nivel de correlación entre las partículas atmosféricas sedimentables y los microorganismos patógenos del aire | 69 |
| V. DISCUSIÓN | 70 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 75 |
| VII. RECOMENDACIONES | 77 |
| VIII. ABSTRACT..... | 78 |
| IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 79 |
| X. ANEXOS | 87 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | Página |
|---|--------|
| 01. Sustancias contaminantes y efectos sobre la salud | 14 |
| 02. Enfermedades bacterianas transmitidas por el aire | 23 |
| 03. Enfermedades fúngicas Transmitidas por el aire | 24 |
| 04. Límite máximo permisible sobre la concentración de partículas atmosféricas sedimentables para diferentes métodos de muestreo | 25 |
| 05. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos | 26 |
| 06. Estándares de calidad de aire para PAS en diferentes países | 26 |
| 07. Coordenadas geográficas de las áreas verdes de Tingo María | 28 |
| 08. Diseño de análisis de varianza (ANVA)..... | 48 |
| 09. Diseño de prueba Tukey | 48 |
| 10. Correlación de Pearson para microorganismos patógenos y PAS. | 49 |
| 11. Escala de índice de correlación de Pearson | 49 |
| 12. Fuentes de contaminación en las 07 áreas verdes de Tingo María | 50 |
| 13. Flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María en el mes de abril | 53 |
| 14. Flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María en el mes de mayo ... | 54 |
| 15. Flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María en el mes de junio | 55 |
| 16. Concentración de partículas atmosféricas sedimentables de las 07 áreas verdes de Tingo María en el mes de abril | 57 |
| 17. Concentración de partículas atmosféricas sedimentables de las 07 áreas verdes de Tingo María en el mes de mayo | 58 |
| 18. Concentración de partículas atmosféricas sedimentables de las 07 áreas verdes de Tingo María en el mes de junio..... | 59 |
| 19. Diversidad de bacterias caracterizadas en el mes de abril..... | 61 |
| 20. Diversidad de bacterias caracterizadas en el mes de mayo..... | 62 |
| 21. Diversidad de bacterias caracterizadas en el mes de junio..... | 63 |
| 22. Diversidad de género de hongos en las 07 áreas verdes de Tingo María en el mes de abril..... | 64 |
| 23. Diversidad de género de hongos en las 07 áreas verdes de Tingo María en el mes de mayo | 65 |

| | |
|---|-----|
| 24. Diversidad de género de hongos en las 07 áreas verdes de Tingo María en el mes de junio | 65 |
| 25. Diversidad de Bacterias patógenas para el hombre | 66 |
| 26. Diversidad de hongos patógenos para el hombre | 67 |
| 27. Correlación de Pearson entre PAS y diversidad de microorganismos patógenos | 69 |
| 28. Temperatura en las 07 áreas verdes y 03 meses de evaluación | 90 |
| 29. Humedad relativa en las 07 áreas verdes y 03 meses de evaluación | 90 |
| 30. Detalle de flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María del mes de abril | 112 |
| 31. Detalle de flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María del mes de mayo | 113 |
| 32. Detalle de flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María del mes de junio | 114 |
| 33. Detalle de concentración de partículas atmosféricas sedimentables del mes de abril | 115 |
| 34. Detalle de concentración de partículas atmosféricas sedimentables del mes de mayo..... | 117 |
| 35. Detalle de concentración de partículas atmosféricas sedimentables del mes de junio | 119 |
| 36. Bacterias identificadas en el primer muestro del mes de abril..... | 121 |
| 37. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de abril | 121 |
| 38. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de abril..... | 122 |
| 39. Bacterias identificadas en el primer muestreo del mes de mayo..... | 122 |
| 40. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de mayo | 123 |
| 41. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de mayo..... | 123 |
| 42. Bacterias identificadas en el primer muestreo del mes de junio | 124 |
| 43. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de junio | 124 |
| 44. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de junio | 125 |
| 45. Bacterias identificadas en el primer muestreo del mes de abril..... | 126 |
| 46. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de abril | 127 |
| 47. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de abril..... | 128 |

| | |
|--|-----|
| 48. Bacterias identificadas en el primer muestreo del mes de mayo..... | 129 |
| 49. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de mayo | 130 |
| 50. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de mayo..... | 131 |
| 51. Bacterias identificadas en el primer muestreo del mes de junio | 132 |
| 52. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de junio | 133 |
| 53. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de junio | 134 |
| 54. Detalle de hongos identificados en los 03 muestreos del mes de abril ... | 135 |
| 55. Detalle de hongos identificados en los 03 muestreos del mes de mayo . | 136 |
| 56. Detalle de hongos identificados en los 03 muestreos del mes de junio... | 137 |
| 57. Distribución normal de partículas atmosféricas sedimentables | 138 |
| 58. Distribución normal de diversidad de microorganismos patógenos | 139 |
| 59. Homogenidad de varianza de partículas atmosféricas sedimentables | 140 |
| 60. Homogenidad de varianza diversidad de microorganismos patógenos... | 140 |
| 61. Análisis de varianza de partículas atmosféricas sedimentables | 141 |
| 62. Análisis de varianza de diversidad de microorganismos patógenos..... | 142 |
| 63. Prueba Tukey de partículas atmosféricas sedimentables | 143 |
| 64. Prueba Tukey de diversidad de microorganismos patógenos | 143 |
| 65. Bacterias identificadas microscópicamente | 144 |
| 66. Hongos identificados microscópicamente | 145 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Página |
|---|--------|
| 01. Soporte para monitoreo de contaminantes atmosféricos | 20 |
| 02. Ubicación de las áreas verdes en la ciudad Tingo María | 27 |
| 03. Diseño de investigación para la identificación de microorganismos patógenos presentes en las partículas atmosféricas sedimentables | 35 |
| 04. Soporte para monitoreo de partículas atmosféricas sedimentables | 39 |
| 05. Porcentaje de tipo de fuentes de contaminación en las 07 áreas verdes de Tingo María | 52 |
| 06. Variación del flujo vehicular en las 07 áreas de verdes de Tingo María | 56 |
| 07. Variación de concentración de PAS en las 07 áreas verdes respecto al nivel referencial permisible, establecido por la OMS | 60 |
| 08. Diversidad total de microorganismos en cada área verde y mes de evaluación | 68 |
| 09. Tendencia de casos de IRAs en menores de 5 años HTM 2016-2018 | 87 |
| 10. Casos de IRAs según grupo de edad HTM-2018 | 88 |
| 11. Tendencia de neumónicas menores de 5 años por semana – HTM 2016-2018 | 88 |
| 12. Casos de neumonía según grupos de edad HTM-2018 | 89 |
| 13. Casos de neumonía mayores de 5 años según grupos de edad HTM- 2018 | 89 |
| 14. Interacción entre la temperatura y humedad relativa en las 07 áreas verdes – abril..... | 91 |
| 15. Interacción de la temperatura y humedad relativa en las 07 áreas verdes – mayo..... | 91 |
| 16. Interacción de la temperatura y humedad relativa en las 07 áreas verdes – junio..... | 92 |

| | |
|---|-----|
| 17. Rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de abril, 2018 | 97 |
| 18. Rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de mayo, 2018..... | 97 |
| 19. Rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de junio, 2018..... | 98 |
| 20. Rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del periodo abril - junio, 2018 | 98 |
| 21. Vista satelital de la rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de abril, 2018 | 99 |
| 22. Vista satelital de la rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de mayo, 2018 | 99 |
| 23. Vista satelital de la rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de junio, 2018 | 100 |
| 24. Vista satelital de la rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del periodo abril – junio, 2018 | 100 |
| 25. Fuentes de contaminación en el Ecoparque | 149 |
| 26. Fuentes de contaminación en la Plaza de Armas | 150 |
| 27. Fuentes de contaminación en el parque El Colono | 150 |
| 28. Fuentes de contaminación parque Ramón Castilla | 151 |
| 29. Fuentes de contaminación en el parque Ricardo Carrión..... | 151 |
| 30. Fuentes de contaminación en el parque Bella Durmiente | 152 |
| 31. Fuentes de contaminación en el parque Túpac Amaru | 152 |
| 32. Flujo vehicular en el Ecoparque | 153 |
| 33. Flujo vehicular en el parque Ramón Castilla | 153 |
| 34. Pesado de placas de monitoreo de PAS | 154 |
| 35. Instalación de estación de monitoreo de PAS en la Plaza de Armas | 154 |

| | |
|--|-----|
| 36. Recolección de placas con muestra de PAS..... | 155 |
| 37. Muestras de PAS de las 14 estaciones de monitoreo y pesado final | 155 |
| 38. Soluciones de BHI para muestreo microbiológico | 156 |
| 39. Materiales para muestreo microbiológico | 156 |
| 40. Muestreo microbiológico en el parque Bella Durmiente | 157 |
| 41. Toma de parámetros de temperatura y humedad relativa | 157 |
| 42. Medios de agar para crecimiento bacteriológico y de hongos | 158 |
| 43. Crecimiento de colonias de bacterias en los diferentes tipos de agar | 158 |
| 44. Siembra de inóculos de hongos en Agar Sabouraud | 159 |
| 45. Medios de crecimiento para diferenciación bioquímica | 159 |
| 46. Reactivos y colorantes utilizados | 160 |
| 47. Siembra de colonias de bacterias para diferenciación bioquímica | 160 |
| 48. Realización de pruebas bioquímicas | 161 |
| 49. Lectura de pruebas bioquímicas | 161 |
| 50. Siembra y crecimiento de hongos en Agar Sabouraud | 162 |
| 51. Visualización de microorganismos en el microscopio electrónico | 162 |
| 52. Equipo técnico de monitoreo microbiológico | 163 |

RESUMEN

Las partículas atmosféricas sedimentables (PAS) albergan microorganismos patógenos, cuya característica es producir Infecciones Agudas Respiratorias, la importancia de conocer estos patógenos dio lugar a la presente investigación cuyos objetivos son identificar los microorganismos patógenos del aire presentes en las PAS de las áreas verdes de Tingo María, diagnosticar las principales fuentes de contaminación microbiológica y PAS, determinar el flujo vehicular y concentración de PAS, caracterizar los microorganismos patógenos presentes en las PAS y determinar el nivel de correlación entre las PAS y microorganismos patógenos del aire. Para el diagnóstico de fuentes de contaminación se consideró las actividades socioeconómicas de las calles adyacentes a las áreas verdes, el flujo vehicular se determinó en función a los vehículos que circulan cerca de las áreas; el muestreo de PAS fue por el método de placas receptoras y el microbiológico por el método de borboteo, el análisis estadístico consistió en pruebas de distribución normal (DN), homogeneidad de varianzas, ANVA, Tukey y Pearson. Los resultados indican mayor concentración de PAS en junio en el Ecoparque (20,2 t/km²/mes) y menor en el parque Tupac Amaru (5,2 t/km²/mes) esto se relaciona de manera directa con el flujo vehicular. La diversidad de patógenos caracterizados fueron 28 géneros, las bacterias frecuentes: *Staphylococcus sp*, *Bacillus sp*, *Pantoea agglomerans*, los hongos de relevancia: *Cándida sp*, *Rhizopus sp*, *Aspergillus sp*. y algunos fitopatógenos como *Fusarium sp*, *Trichoderma sp*, *Richosporium sp* y *Botritis sp*; Según la prueba Pearson existe buena correlación estadísticamente significativa entre las concentraciones de PAS y los microorganismos patógenos del aire.

I. INTRODUCCIÓN

El aire es el medio de dispersión de partículas atmosféricas sedimentables (PAS) las cuales albergan microorganismos en forma de bioaerosoles. No existen normas que indiquen el nivel permisible de patógenos en el aire pero algunos estudios consideran dicho límite bacteriano entre 300 a 1000 UFC/m³, por lo que es necesario determinar sus fuentes, concentraciones y la transmisión potencial de especies patógenas cuya característica es producir Infecciones Agudas Respiratorias (IRAs), especialmente si las defensas en la persona se debilitan “menores de 5 años o ancianos”; los casos de enfermedades más relacionadas son neumonías, endocarditis, meningitis, faringitis, fiebre, problemas cardiovasculares.

Tingo María no es ajena a esta problemática debido al intenso tránsito vehicular y ubicación de las vías de evitamiento en la zona urbana, siendo así la principal fuente de dispersión de PAS, las actividades de construcción, comercio y parámetros meteorológicos como temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento influyen significativamente. La Unidad de Epidemiología y Saneamiento del Hospital Tingo María (HTM, 2018) reporta la presencia de IRAs y casos de neumonía por grupos etareos, donde los más afectados hasta junio del 2018 son los niños de 1 a 4 años, seguido por los de 2 a 11 meses; en el grupo de mayores de 5 años, los más afectados son

los mayores de 60 seguido por los de 20 a 59 años. En base a esta problemática la presente tesis se enfoca en determinar los microorganismos patógenos presentes en las PAS, para ello se seleccionó las áreas verdes como fuentes receptoras, formulándonos como problema ¿Cuáles son los microorganismos patógenos del aire presentes en las partículas atmosféricas sedimentables de las áreas verdes de Tingo María?, teniendo como hipótesis que: En las partículas atmosféricas sedimentables se tiene la presencia de microorganismos patógenos como hongos y bacterias cuya diversidad depende de las áreas verdes de mayor concentración de PAS, fuentes de contaminación y flujo vehicular.

1.1. Objetivo general

Identificar los microorganismos patógenos del aire presentes en las partículas atmosféricas sedimentables de las áreas verdes de Tingo María.

1.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar las principales fuentes de contaminación microbiológica y de partículas atmosféricas sedimentables.
- Determinar el flujo vehicular en las principales áreas verdes de Tingo María.
- Determinar la concentración de partículas atmosféricas sedimentables.
- Caracterizar los microorganismos patógenos presentes en las partículas atmosféricas sedimentables.
- Determinar el nivel de correlación entre las partículas atmosféricas sedimentables y los microorganismos patógenos del aire.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de investigación

BARAHONA (2010) en la tesis Estudio microbiológico del material particulado atmosférico de Santiago mediante herramientas de biología molecular; concluyó que logró detectar la presencia de bacterias del género *Bacillus*, en los diámetros aerodinámicos 3,2 y 1,0 μm del material particulado (MP); tomando en cuenta que solo el 1% de las bacterias es cultivable y sumado a que el tamaño aerodinámico menor a 2,5 μm penetra fácilmente los alvéolos, la presencia de los microorganismos *Streptococcus pneumoniae* y *Legionella pneumophila* no establece ni descarta patogenicidad, ni efectos adversos para el ser humano, la detección de microorganismos patógenos en muestras de contaminantes atmosféricos mediante las técnicas moleculares descritas es un importante indicador para realizar seguimientos de microorganismos en diferentes sectores con altos índice de contaminación atmosférica con el objetivo de conocer si existe diversidad respecto a éstos.

ROMERO y CASTAÑEDA (2015) en Determinación de bacterias en el aire del laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas asociadas a posibles afecciones en la salud; concluyen que en total se recuperaron 183 colonias de bacterias en los 20 muestreos realizados en el

laboratorio, de las cuales 30 colonias fueron identificadas por medio del Kit BBL Crystal, 20 colonias Gram positivas y 10 Gram Negativas, 6 colonias por pruebas bioquímicas además lograron clasificar las colonias de bacterias recuperadas, encontrando 3 morfologías diferentes; cocos, bacilos y Cocobacilos, notándose una mayor cantidad de cocos en todos los muestreos, así como un mayor número de bacterias Gram positivas, se evidenció la presencia de géneros de bacterias patógenas como *Staphylococcus sp.* con 4 especies diferentes y 5 especies de *Enterobacterias*; en menor variedad *Pseudomonas sp.* con 2 especies diferentes y una sola especie de *Bacillus sp.*, por otro lado se notó alta presencia de *Micrococcus sp.* junto con otras bacterias patógenas en menor cantidad como *Acinetobacter iwoffii* y *Leuconostoc pseudomesenteroides* y una no considerada patógena *Staphylococcus lentus*, no se encontró ninguna colonia de género *Clostridium sp.* así mismo se estableció que los géneros y especies de bacterias identificadas pueden afectar la salud, entre ellos *Staphylococcus sp* y el grupo de Enterobacterias, señalando infecciones y enfermedades como conjuntivitis, linfadenitis, diarreas e infecciones pulmonares.

CRUZ y JIMÉNEZ (2006) en Evaluación de la contaminación del aire por microorganismos oportunistas y su relación con material particulado (PM_{2.5} y PM₁₀) en la localidad de Puente Aranda concluye que logro aislar e identificar 78 especies bacterianas, 13 pertenecen a la familia Bacillaceae, 32 Coccaceae, 17 Corynebactereaceae, 1 Pseudomonaceae, 3 Actynomicetaceae y 12 pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae; de igual forma logró identificar 21 especies del reino micota, que pueden comportarse como oportunista y resultar patógeno cuando las personas presentan inmunodeficiencias en su sistema; la

familia bacteriana de mayor frecuencia fue Coccaceae, Bacillaceae; también se pudo determinar patógenos en el aire como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Streptococcus pyogenes* y *Klebsiella pneumoniae*; de igual forma se identificó microorganismos oportunistas como *Corynebacterium xerosis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella ozonae*, *Proteus mirabilis* y *Serratia marcescens* que pueden ser inhaladas y afectar principalmente a niños y adultos mayores que presenten inmunodeficiencias en su sistema; también lograron identificar hongos como *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *A. níger* y *Penicillium*, los cuales son generadoras de micotoxinas y en altas concentraciones y periodos de exposición pueden llegar a generar enfermedades en los seres humanos como Aspergillosis broncopulmonar, Ontomicosis bronquiectasias, neoplasias bronquiales especialmente en personas inmunodeficientes por inhalación de las esporas además de asma y alergias.

BLANCO (2006) en Caracterización microbiológica del material particulado como factor de riesgo sobre la salud en la localidad de Puente Aranda, Bogotá D.C. Colombia; concluyen que las industrias y comercio son contribuyentes importantes de emisiones para las concentraciones de PAS, sin embargo no son la fuente principal del contaminante de estudio, ya que los vientos que se derivan de los sectores centro y sur occidente de la ciudad contribuyen en gran parte, además indican que mediante los muestreos realizados comprobaron la relación partícula-microorganismo y que la gran diversidad de hongos identificados con antecedentes de patogenicidad, según

trabajos realizados por la Universidad del Estado de Pennsylvania, puede justificar parte de los casos de alergias incluidos dentro de las IRAs.

REY y FULA (2005) en 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 D.C, concluyen que durante el período de muestreo se identificaron 50 especies de bacterias, de las cuales 02 corresponden a especies patógenas de vías respiratorias, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*, aunque su frecuencia es baja, de las especies identificadas algunas no son considerados como patógenos de tracto respiratorio pero factores de riesgo presentes en la población, la hacen vulnerable y estos microorganismos actuarían como oportunistas, la familia Bacillaceae con las especies *Bacillus subtilis* y *Bacillus cereus*, es la de mayor frecuencia sin presentar gran variación entre puntos y jornadas, la relación de UFC con PM₁₀ se confirmó en el medio agar chocolate, con una asociación directa como factor de riesgo para el transporte de microorganismos en el aire.

BERDUGO y RAMIREZ (2016) en Incidencia del flujo vehicular en la calidad del aire en sitios críticos por población, movilidad y características geométricas de las vías en la ciudad de Cartagena, concluye que al analizar los coeficientes de correlación para los contaminantes PM_{2.5} y CO respectivamente, se observa que la categoría vehicular que tiene mayor ajuste al comportamiento de la concentración en todos los sitios de monitoreo, son las motos y tienen coeficientes de correlación próximos y superiores a 0,7 en la mayoría de los casos; los resultados mencionados son muy importantes porque demuestran que

la categoría 'Motos' cuyo factor de emisión está dentro de la media, es la más incidente en la calidad de aire en la ciudad de Cartagena.

LOZANO (2013) en Determinación del grado de partículas atmosféricas sedimentables mediante el método de muestreo pasivo, zona urbana-ciudad de Moyobamba, 2012, concluye determinó 03 zonas en ek área urbana (zona centro “ zona comercial”, zona intermedia “residencias en mayoría” y zona periférica), en la determinación de PAS se encontró un promedio de 7 t/km²/mes, sobrepasando lo establecido por la (Organización Mundial de la Salud-OMS) (5 t/km²/mes), la zona centro cuenta con calles totalmente pavimentadas, mayor tránsito, actividades comerciales, industriales, etc; la zona intermedia presenta algunas calles pavimentadas y otras no, tránsito con menor intensidad, viviendas residenciales; mientras que la zona periférica presenta calles no pavimentadas, menor tránsito vehicular, actividades comerciales e industriales dispersas; se determinó que existe relación directa entre condiciones meteorológicas y generación de PAS, en diciembre del 2012 se obtuvo mayor concentración de PAS 9 t/km²/mes, y menor precipitación pluvial; inversamente en noviembre del 2012 y enero del 2013 menor concentración de PAS 6 t/km²/mes, y mayor precipitación pluvial, no existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos en las tres zonas de monitoreo, las principales fuentes de es el transporte urbano y densidad poblacional, generando afectaciones respiratorio y oftalmológicas a la población.

CORLETO y CORTEZ (2012) en Comparación de los métodos de Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de polvo atmosférico sedimentable, concluyen que la variación de PAS por los dos métodos es

influenciada por factores meteorológicos, cambio de estación de verano a invierno, lluvias, velocidad del viento, temperatura, humedad relativa; así mismo a factores asociados a los alrededores del sitio de muestreo (edificios, zonas verdes, parqueos, flujo vehicular); el método de placas receptoras en época seca presenta valores de 3,48 – 7,79 t/km²/mes de PAS, sobrepasando en dos puntos muestreados el LMP de la OMS (5 t/km²/mes), en época lluviosa la cuantificación es poco significativa obteniéndose resultados de 0,006-0,011 t/km²/mes.

MARCOS *et al.* (s.d) en 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, concluyen que en el punto 2 ubicado en el módulo de comercio y servicios puerta N°3 se obtuvo concentraciones de 11,56 t/km²/mes con el método de placas receptoras, superando los LMP en comparación de los demás puntos estudiados; el incremento de las PAS en el segundo mes se debe a factores como las caídas de lluvias, cambio de estación de verano a invierno, incremento de la velocidad del viento, por efecto del cambio de temperatura, Incremento de la humedad relativa, para el método de placas receptoras en el primer mes el 16,7% de las estaciones sobrepasaron el nivel referencial establecido por la OMS, en el segundo mes fue el 50% del total de las estaciones debido a que dos de estas fueron dañadas.

RONCAL (2008:80) en Monitoreo de Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la ciudad de Celendín durante el periodo abril -junio del 2008, concluye que la cantidad de CCS registrada osciló entre menos de

5 t/km²/mes a más de 30 t/km²/mes; indicador de riesgo contra la salud de los pobladores, preferentemente, niños, gestantes, adultos mayores y pacientes.

SILVA *et al.* (2008:21) en Evaluación de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Lima Callao/ abril-2007, concluye que las concentraciones del PAS fueron en promedio similares en los principales núcleos a los registros del mes de marzo, la configuración resultante muestra 4 centros de alta contaminación: el primer núcleo se presentó en Lima norte con 32,9 t/km²/mes, el segundo en Lima centro-este con 23,3 t/km²/mes, el tercero en Lima sureste con 25,1 t/km²/mes y el cuarto en Lima sur con 25,1 t/km²/mes; el 76 % de las estaciones sobrepasaron el nivel referencial establecido por la OMS y la media mensual fue de 11,3 t/km²/mes, el valor máximo registrado fue de 32,9 t/km²/mes en Puente Piedra y el mínimo de 3,0 t/km²/mes en El Callao.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Contaminación atmosférica

Según LOZANO (2013) Es la presencia de sustancias en la atmósfera en cantidades que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y demás seres vivos que vienen de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables. El término se aplica a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales y no a otras alteraciones inocuas. La OMS (2005) indica que existe contaminación del aire cuando en su composición aparecen una o varias sustancias extrañas, en determinadas cantidades y durante determinados periodos de tiempo, que

pueden resultar nocivas para el ser humano, los animales, las plantas o las tierras, y/o perturbar el bienestar y uso de los bienes.

2.2.2. Fuentes de contaminación atmosférica

En el año 2001, el Consejo Nacional del Ambiente, actualmente (Ministerio del Ambiente-MINAM), realizó el inventario de emisiones atmosféricas totales y estimó que los aportes sectoriales de transporte e industria significaron el 86% y 14% del inventario respectivamente, permitiendo identificar al sector transporte como principal fuente de emisiones atmosféricas en la zona Metropolitana de Lima y Callao. La importancia del estudio de las fuentes de emisiones contaminantes radica en que la identificación, clasificación y evaluación, es el primer paso en un plan de acción que busque disminuir la contaminación atmosférica (MINAM, 2017).

a. Fuentes móviles

SAAVEDRA (2014) indica que las fuentes móviles son aquellas que emiten contaminantes mientras se encuentran en movimiento, por ejemplo, el transporte de colectivos, camiones, automóviles, etc. Las fuentes móviles no solo son terrestres, también se incluyen barcos, aviones, equipos de construcción, trenes y vehículos recreativos, Sin embargo, es necesario resaltar que la principal fuente móvil de contaminación del aire es el automóvil, pues produce grandes cantidades de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (SILVA *et al.*, 2008; CRUZ y JIMÉNEZ, 2006).

b. Fuentes puntuales o fuentes fijas

Son aquellas que permanecen en un punto fijo o estacionario. Existen miles de fuentes estacionarias que contaminan el aire, entre ellas las plantas de energía, industrias químicas, refinerías de petróleo y fábricas. Según la industria o proceso específico, las fuentes estacionarias pueden emitir uno o varios contaminantes criterio al aire (PAS, SO₂, CO, NO₂) además de otros de alta peligrosidad (SAAVEDRA, 2014; CRUZ y JIMÉNEZ, 2006).

c. Fuentes de área

Son una serie de fuentes pequeñas, numerosas y dispersas, que no pueden ser incluidas de manera eficiente en un inventario de fuentes puntuales, pero que en conjunto pueden afectar la calidad del aire en una región. Por ejemplo: el uso de madera para cocinar o calentar la casa, las imprentas, estaciones de servicio y las tintorerías, entre otros (CRUZ y JIMÉNEZ, 2006).

d. Fuentes naturales

Las fuentes naturales de contaminación son procesos propios de la naturaleza, como erupciones volcánicas, actividad biológica de microorganismos, huracanes, tornados, incendios naturales, plantas en descomposición (metano, sulfuro de hidrogeno). Este tipo de contaminación es mayor que la antropogénicas; sin embargo, estos últimos presentan amenaza para el ecosistema cuando superan los límites máximos permisibles (MOREANO Y PALMISANO, 2012; CRUZ y JIMÉNEZ, 2006).

2.2.3. Partículas atmosféricas sedimentables (PAS)

MOREANO Y PALMISANO (2012) Indican que las PAS se definen como sustancias sólidas o líquidas que tienen un corto tiempo de permanencia en la atmosfera (apenas unas horas), son capaces de sedimentarse; tienen un diámetro aerodinámico mayor de 10 μm . Son consideradas como contaminantes del aire debido a que su afectación es a la salud de las personas de manera directa. En la atmósfera existen partículas en suspensión que se deben en parte a causas naturales, como la erosión, incendios forestales, lluvias, etc. Se sedimentan en el suelo según su composición y tamaño, el nivel de lluvias que las arrastra y otros factores. Las partículas cercanas a las 10 micras de diámetro tienen un bajo poder de sedimentación, pero las que superan las 20 micras se depositan con suma facilidad, debe tenerse en cuenta que un elevado porcentaje de este tipo de residuo supera las 300 micras de diámetro (LARA, 2018; GONZALES, 2012; RODRÍGUEZ, 2010; CRUZ y JIMÉNEZ, 2006).

Las partículas atmosféricas sedimentables son dispersadas por el tránsito vehicular. La Organización Mundial de la Salud ha documentado artículos, donde indica que el principal problema del aumento en el parque automotor es la emisión de material particulado (OMS, 2017).

2.2.4. Transporte de contaminantes

El transporte y dispersión de contaminantes del aire están influenciados por variaciones de clima local como el viento o movimiento horizontal y la estabilidad o movimiento vertical. La dispersión de contaminantes de una fuente depende del fenómeno conocido como turbulencia que puede ser

creada por el movimiento horizontal y vertical de la atmósfera. La velocidad del viento afecta en gran medida la concentración de contaminantes en un área, mientras mayor sea, menor será la concentración. El viento se genera por las diferencias en la presión atmosférica. La altura y temperatura de una columna de aire determinan el peso atmosférico (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente-CEPIS, 2005).

Debido a que el aire frío pesa más que el caliente, la masa de alta presión está constituida de aire frío y pesado. Por el contrario, una masa de baja presión de aire está formada por aire más caliente y liviano. Las diferencias de presión hacen que el aire se mueva de las áreas de alta presión a las de baja presión. La estabilidad de la atmósfera también afecta el transporte y dispersión de los contaminantes del aire. Esta se origina por condiciones atmosféricas inestables. Generalmente, durante el día el aire cerca de la superficie de la tierra es más caliente y liviano que el aire en la atmósfera superior debido a la absorción de la energía solar. El aire caliente y liviano de la superficie sube y se mezcla con el aire frío y pesado de la atmósfera superior que tiende a bajar. Este movimiento constante crea condiciones inestables y dispersa el aire contaminado. Cuando hay una ligera mezcla vertical o no hay mezcla, los contaminantes permanecen en la zona baja y tienden a aparecer en concentraciones mayores (CEPIS, 2005).

2.2.5. Los contaminantes y su efecto sobre la salud

Es importante considerar los impactos negativos que causa la contaminación del aire en la salud de la población, originando la ocurrencia de enfermedades, por lo que es importante un ordenamiento y la mejor disposición

de las actividades urbanas, las PAS son parte de esta diversidad de contaminantes aéreos tal como se muestra en el cuadro 1 (OMS, 2005).

Cuadro 01. 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.

2.2.6. Microorganismos

Son seres vivos diminutos que únicamente pueden ser apreciados a través de un microscopio. Los microorganismos se agrupan en dos categorías: Las bacterias son organismos unicelulares muy pequeños y relativamente sencillos, cuyo material genético no está rodeado por una membrana nuclear especial. Por este motivo las bacterias se denominan procariotas. Las bacterias constituyen el reino llamado mónera. Las células bacterianas suelen presentar una morfología determinada entre varias ellas: bacilo (en forma de bastoncillo), coco (célula esférica u ovoide) y espirilo (en forma espiral o helicoidal) (CRUZ y JIMÉNEZ, 2006)

a. Las bacterias en el aire

A lo largo de nuestra vida, los humanos respiramos cerca de 500 millones de litros de aire, los cuales contienen polvo y gotas de humedad en los que se encuentran presentes microorganismos, estos no crecen en el polvo, pero pueden ser transitorios y variables, dependiendo del ambiente. Su nivel se controla naturalmente mediante el grado de humedad, tamaño y nivel de las partículas de polvo, temperatura y velocidad del aire. Por lo general, el aire seco con bajo contenido de polvo y una temperatura más alta tiene un nivel microbiano bajo; los microorganismos del aire proceden del suelo, agua, plantas, animales y otras fuentes; en el aire de ambientes exteriores predominan los microorganismos del suelo, muchos sobreviven con dificultad en el aire y por ello algunos patógenos solo se transmiten entre humanos en distancias cortas. No obstante, otros patógenos resisten condiciones de sequedad y permanecen vivos en el polvo durante largos periodos de tiempo (CRUZ y JIMÉNEZ, 2006).

b. Los hongos en el aire

Las esporas de los hongos representan el grupo más numeroso. La inhalación de esporas fúngicas puede desencadenar de síntomas respiratorios, como rinitis alérgica, asma, bronquitis crónica, entre otras. Dichas enfermedades dependen de la especie, condiciones del medio en el que se desarrolla el hongo, clima, y la actividad inmunológica del sujeto. Las estimaciones del número mundial de especies de hongos son variables, pero probablemente alcancen los cinco millones. Factores como temperatura, humedad relativa del aire, exposición a la luz solar y la lluvia reducen rápidamente el proceso de dispersión de las esporas (HERNÁNDEZ y MARÍN, 2013; CRUZ y JIMÉNEZ, 2006).

c. Microorganismos más frecuentes

– *Staphylococcus aureus*

Es la especie tipo del género *Staphylococcus*, que se presenta en forma de cocos Gram positivos, catalasa positiva y anaerobio facultativo; los síntomas correspondientes a una intoxicación alimentaria generada por enterotoxinas son: náuseas, vómitos, arcadas, espasmos abdominales y diarrea. En los casos graves, se pueden presentar cefalea y colapso (HERNÁNDEZ y MARÍN, 2013; ROMERO, 2007).

– *Bacillus cereus*

Es un bacilo formador de esporas responsable de intoxicaciones alimentarias, siendo su hábitat natural el suelo, contamina con frecuencia cereales, leche, budines, cremas pasteurizadas y especias, entre otros alimentos. La intoxicación alimentaria por *B. cereus*, se presenta después de la ingestión de alimentos en los que ha crecido el organismo y formado sus toxinas. La familia Bacillaceae contiene una diversidad de bacterias formadoras de esporas incluyendo desde aerobios estrictos hasta anaerobios obligados, cocos y bacilos, tanto psicrófilos como termófilos. Las esporas fácilmente sobreviven la distribución en polvos y aerosoles siendo vehiculizadas desde estos lugares a otros hábitats (HERNÁNDEZ y MARÍN, 2013; ROMERO, 2007).

– Género *Enterobacter*

Los microorganismos que pertenecen a este género raras veces causan infecciones en huéspedes sanos, pero son aislados nosocomiales frecuentes. Tres especies de *Enterobacter*, *E. cloacae*, *E. aerogenes* y *E.*

sakazakii, son responsables de la amplia mayoría de infecciones por *Enterobacter*. *Pantoea agglomerans*, hasta hace poco conocida como *Enterobacter agglomerans*, es también un aislado frecuente que puede causar una amplia variedad de infecciones, entre ellas neumonía. Estas bacterias fermentan la lactosa, son móviles y forman colonias mucoides (CRUZ y JIMÉNEZ, 2006).

– ***Escherichia coli***

Se define como aquellas cepas capaces de causar una enfermedad diarreica. En la actualidad, han sido relacionados con la enfermedad transmitida por alimentos cuatro tipos principales de *E. coli* patógeno: *E. coli* enteropatógeno (EPEC), *E. coli* enterotoxigénico (ETEC), *E. coli* enteroinvasor (EIEC) y *E. coli* enterohemorrágico (*E. coli* O157:H7; EHEC). Las bacterias de la especie *E. coli* representan a la familia Enterobacteriaceae. Son bacilos cortos Gram negativos, catalasa positiva, oxidasa negativos, anaerobios facultativos y fermentan la lactosa. Los signos y síntomas de la enfermedad dependen del tipo de *E. coli* patógeno intestinal, causa la infección, algunos de estos son: diarrea con moco, náuseas, dolor abdominal, vómito, cefalea, fiebre, escalofríos, retortijones abdominales, malestar general, y en los casos más graves puede producir convulsiones, estado de coma y muerte (HERNÁNDEZ y MARÍN, 2013; CRUZ y JIMÉNEZ, 2006).

– **Género *Aspergillus***

Las especies del género *Aspergillus* son mayoritariamente ubicuas, aislándose de diferentes sustratos, aunque con mayor frecuencia de climas

cálidos. Las colonias de este género se desarrollan en general de forma rápida y presentan diversas tonalidades: blanquecinas, amarillentas, marrón-amarillentas, negruzcas, marrón-negruzcas o verdosas. Están formadas por densas agrupaciones de conidióforos sobre los que se encuentran las células conidiógenas que son las que originarán las esporas asexuales o conidios. *Aspergillus flavus* produce aflatoxina que es una hepatotoxina cancerígena conocida (CRUZ y JIMÉNEZ, 2006; GUINEA *et al.*, 2005).

– **Género *Penicillium***

Son mohos comunes que desarrollan sobre los más diversos substratos: granos, paja, frutas, etc. Crecen sobre los alimentos preparados o sus materias primas, de origen vegetal o animal, si hallan la actividad del agua y los nutrientes necesarios. Este género se caracteriza por formar conidios en una estructura ramificada semejante a un pincel que termina en células conidiógenas llamadas fiálides (ROMERO, 2007; CRUZ y JIMÉNEZ, 2006).

– **Género *Geotrichum***

Fungi de distribución cosmopolita, produce Geotricosis, que es una micosis oportunista producida por este fungi que está presente en el medio ambiente, la piel y mucosas del huésped humano. La infección puede ser de fuente endógena o exógena, las formas clínicas son varias y la más frecuente es la pulmonar, con manifestaciones muy similares a la tuberculosis. A nivel cutáneo produce lesiones nodulares y su tratamiento es a base de yoduro de potasio y violeta de genciana (ROMERO, 2007; CRUZ y JIMÉNEZ, 2006).

2.3. Determinación del flujo vehicular

El tránsito vehicular (también llamado tráfico vehicular, o simplemente tráfico) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Antes de cualquier diseño geométrico de una vía se deben conocer las características del tránsito que va a ocupar esa carretera o calle. El flujo vehicular es la principal fuente de dispersión de partículas atmosféricas sedimentables (OMS, 2005).

2.3.1. Tasa de flujo o flujo (q)

Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo específico inferior a una hora, se expresa en vehículos por minuto (Veh/min), vehículos por segundo (veh/s) o vehículos por hora (veh/h), teniendo cuidado su interpretación, pues no se trata del número de vehículos que efectivamente pasan durante una hora. El cálculo de flujo vehicular se realiza mediante la ecuación (1).

$$q = \left(\frac{N}{T} \right) \text{ --- (1)}$$

Donde:

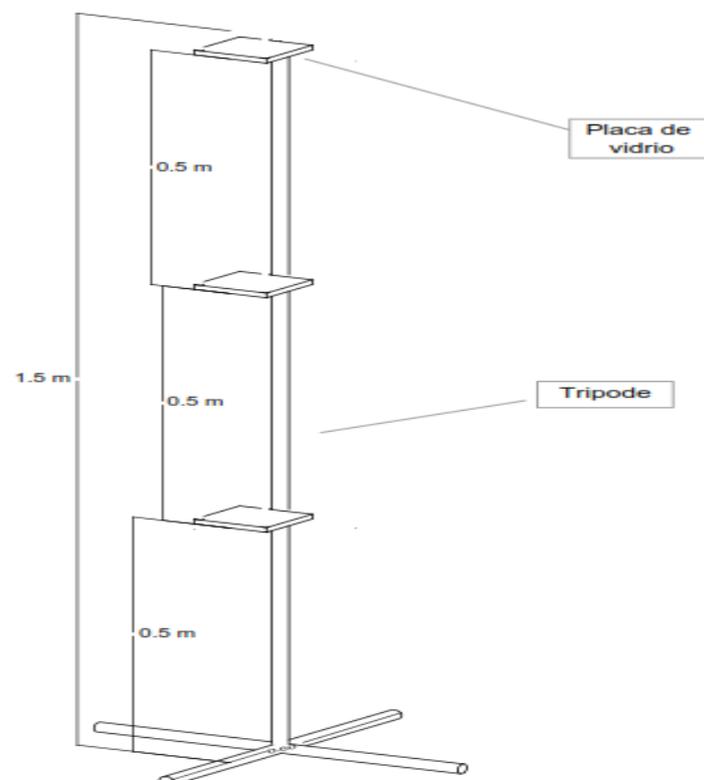
- q: Tasa de flujo vehicular o volumen horario.
- N: Número de vehículos.
- T: Intervalo de tiempo.

El intervalo de tiempo es aquel que transcurre entre el paso de dos o más vehículos consecutivos, generalmente expresado en segundos y medido entre puntos homólogos del par o número de vehículos que se cuenten (BERDUGO y RAMIREZ, 2016; TEORÍA de flujo vehicular, sd; NAVARRO, 2008).

2.4. Determinación la concentración de PAS

2.4.1. Diseño y construcción de soportes para monitoreo

En la actualidad la determinación de la concentración de PAS se realiza por métodos pasivos o activos, en la presente tesis se realizó por el primero con el uso de placas receptoras, por lo que el monitoreo se tuvo que realizar a diferentes alturas, motivo por el que se diseñó soportes que se adaptan para el fin establecido. Los soportes generalmente se pueden construir de acero corrugado y es recomendable debido a su bajo costo y sencillez de elaborar en comparación a elementos de madera u otro material. Ver figura 1 (MOREANO y PALMISANO, 2012).



Fuente: MOREANO y PALMISANO, 2012.

Figura 01. Soporte para monitoreo de contaminantes atmosféricos

2.4.2. Método pasivo de monitoreo de partículas

Este método de muestreo colecta el contaminante por medio de su adsorción y/o absorción en un sustrato químico seleccionado. Después de su exposición por un período adecuado de muestreo, que varía desde una hora hasta meses o un año, la muestra se regresa al laboratorio donde se realiza la desorción del contaminante para ser analizado cuantitativamente. Los equipos utilizados se conocen como muestreadores pasivos de diversas formas y tamaños (tubos o placas) (SENAMHI, 2014 y OLIVA *et al.*, 2001).

Las ventajas son su simplicidad en la operación, bajo costo, se puede ubicar en espacios reducidos, no requiere energía eléctrica, los análisis en laboratorio no son tediosos y no requieren de reactivos que contaminen el ambiente (LOZANO, 2013; OLIVA *et al.*, 2001). Uno de los criterios más importantes es el de definir el parámetro a evaluar. En la presente, el parámetro ambiental que utilizaremos para el muestreo pasivo será: Partículas Sedimentables. Son partículas que por su peso tienden a precipitarse con facilidad, razón por lo cual permanecen suspendidas en el aire en períodos cortos de tiempo. (LOZANO, 2013; SENAMHI, 2014 y OLIVA *et al.*, 2001).

2.5. Caracterización de los microorganismos presentes en las PAS

Los períodos de alta contaminación atmosférica están relacionados con el aumento en las consultas por IRAs tales como faringitis, amigdalitis, resfríos, síndrome bronquial obstructivo, alergias y asma. Los microorganismos asociados a estas enfermedades son *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*,

Pseudomonas aeruginos (SALDIAS y PAVÍE, 2005; JIMÉNEZ y CALVO, 2005). Las bacterias tienen un tamaño entre 0,4 y 14 μm y sobre 0,2 a 12 μm (ATLAS y BARTHA, 2002). El tiempo que permanecen los microorganismos en el aire depende de la forma, tamaño, peso. La inhalación continua de PAS incrementa la susceptibilidad a las infecciones respiratorias (DE LA ROSA y ULLACAN, 2002).

2.5.1. Técnica de muestreo por borboteo en líquidos

El fundamento es similar al del impacto sobre medios sólidos y la fuerza de inercia es esencial para separar los microorganismos contenidos en el aire y que se depositan en el medio líquido, este medio también requiere una bomba de vacío. Estos dispositivos hacen pasar el aire mediante un aspirador, a través de líquidos que retienen los microorganismos. Este líquido puede ser sembrado en placas para determinar el número de microorganismos y examinarse microscópicamente (HERNÁNDEZ y MARÍN, 2013; DE LA ROSA y ULLACAN, 2002).

2.5.2. Métodos de identificación microbiana

En la mayoría de los casos la identificación no se realiza con base a un solo método, sino a la combinación de más de uno. Ejemplo: identificación de bacterias con base a criterios morfológicos, tinción diferencial, pruebas bioquímicas y serológicas (DE LA ROSA y ULLACAN, 2002).

2.5.3. Enfermedades transmitidas por el aire

Gran número de infecciones humanas y animales se transmiten por el aire y causan enfermedad. Conviene recordar que la transmisión aérea de

enfermedades no es exclusiva de microorganismos que salen de las vías respiratorias. 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 (*Chlamydophila psittaci*, *Cryptococcus neoformans*, *Histoplasma capsulatum*), placenta (*Coxiella burnetii*), lana, piel y marfil (*Bacillus anthracis*); ver cuadros 2 y 3 (ROMERO y CASTAÑEDA, 2015; BARAHONA, 2010; CRUZ y JIMÉNEZ, 2006; REY y FULA, 2005).

Cuadro 02. 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> , |
| Neumonía atípica, bronquitis | <i>Neisseria meningitidis</i> |
| Meningitis | <i>Haemophilus influenzae</i> |
| Meningitis, epiglotitis, neumonía | <i>Bordetella pertussis</i> |
| Tosferina | <i>Mycobacterium tuberculosis</i> |
| Tuberculosis | <i>Legionella pneumophila</i> |
| Legionelosis | <i>Actinomyces israelii</i> |
| Actinomicosis | <i>Nocardia asteroides</i> |
| Fiebre Q | <i>Coxiella burnetii</i> |
| Carbunco pulmonar | <i>Bacillus anthracis</i> |
| Peste | <i>Yersinia pestis</i> |

Fuente: Hecho a base de: ROMERO y CASTAÑEDA, 2015; BARAHONA, 2010; CRUZ y JIMÉNEZ, 2006; REY y FULA, 2005.

Cuadro 03. Enfermedades fúngicas Transmitidas por el aire

| Enfermedades | Género y especies |
|--------------------|---|
| Neumonías | <i>Pneumocystis carinii</i> |
| Micosis sistémicas | <i>Cryptococcus neoformans, Blastomyces dermatitidis, Histoplasma capsulatum, Coccidioides immitis, Aspersillus fumigatus</i> |
| Hipersensibilidad | <i>Alternaria botrytis, Aspergillus puccinia, Penicillium serpula, Cladosporium mucor</i> |
| Micotoxicosis | <i>Aspergillus, Fusarium, Stachybotrys</i> |

Fuente: Hecho a base de: ROMERO y CASTAÑEDA, 2015; BARAHONA, 2010; CRUZ y JIMÉNEZ, 2006; REY y FULA, 2005.

2.6. Marco normativo

La constitución política del Perú del 1993 en el artículo 2° inciso 22 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. Así mismo, el Artículo 67° señala que el estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales (Constitución Política del Perú, 1993).

La Ley general del ambiente – Ley N° 28611; en el Artículo 33° inciso 2 indica que la Autoridad Ambiental Nacional es la encargada de elaborar los ECA, LMP y otros estándares o parámetros para el control y la protección ambiental y que se debe tomar en cuenta los establecidos por la OMS o de las entidades de nivel internacional especializadas en cada uno de los temas ambientales. Por otra parte “toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y el deber de contribuir a una efectiva

gestión ambiental art 1°; cuyos objetivos prioritarios son prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental art 6° (MINAM, 2005).

2.6.1. Normas nacionales

En el Perú no existe 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 para el método gravimétrico ya que frecuentemente se realizan estudios y monitoreos de este tipo (Ver cuadro 04) (MARCOS *et al.*, s.d).

Cuadro 04. Límite máximo permisible sobre la concentración de partículas atmosféricas sedimentables para diferentes métodos de muestreo

| Institución | Tiempo promedio | LMP (mg/cm ² /mes) | Técnica o método |
|-------------|-----------------|-------------------------------|--|
| DIGESA | 30 días | 0,5 | Gravimétrico estudio de polvo sedimentable (jarras) |
| SENAMHI | 30 días | 0,5 | Gravimétrico estudio de polvo sedimentable, (jarras) polvo atmosférico sedimentable (Placas de vidrio) |

Fuente: Elaborado en base a DIGESA 2005.

En el cuadro 05 se muestra los límites máximos permisibles (LMPs) de parámetro microbiológico y parasitológicos referenciales establecidos por el reglamento internacional de parasitológicos del 2011.

Cuadro 05. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos

| Parámetro | Unidad de medida | LMP |
|---|------------------------|-------|
| 1. Bacterias coliformes totales | UFC / 100 mL a 35 °C | 0 (*) |
| 2. <i>Echericha coli</i> | UFC / 100 mL a 44,5 °C | 0 (*) |
| 3. Bacterias coliformes termotolerantes o fecales | UFC / 100 mL a 44,5 °C | 0 (*) |
| 4. Bacterias heterotróficas | UFC / mL a 35 °C | 500 |
| 5. Huevos o larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos | N° Org / L | 0 |
| 6. Virus | UFC /mL | 0 |
| 7. Organismos de vida libre como algas, protozoarios copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos | N° Org / L | 0 |

UFC = Unidad formadora de colonias (*)

Fuente: MINSA (Ministerio de Salud), 2011.

2.6.2. Normas a nivel internacional

En el cuadro 06 se muestra estándares de calidad de aire para el estudio de PAS, cada país tiene una norma reglamentada cuyos límites establecidos se debe a su ubicación y zona geográfica (CEPIS, 2005).

Cuadro 06. Estándares de calidad de aire para PAS en diferentes países

| País | Tiempo promedio | Limites Máximo mg/cm ² /mes | Técnica |
|-----------|-----------------|--|-------------|
| Argentina | 30 días | 1 | Gravimetría |
| suiza | 30 días | 0,6 | Gravimetría |
| Cota 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: Elaborado en base a CEPIS, 2005.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de las zonas de trabajo

3.1.1. Ubicación política de los lugares de ejecución

Áreas verdes de Tingo María, Laboratorio de Calidad de Aire y Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva políticamente ubicada en el departamento Huánuco, provincia Leoncio Prado, distrito Rupa Rupa.

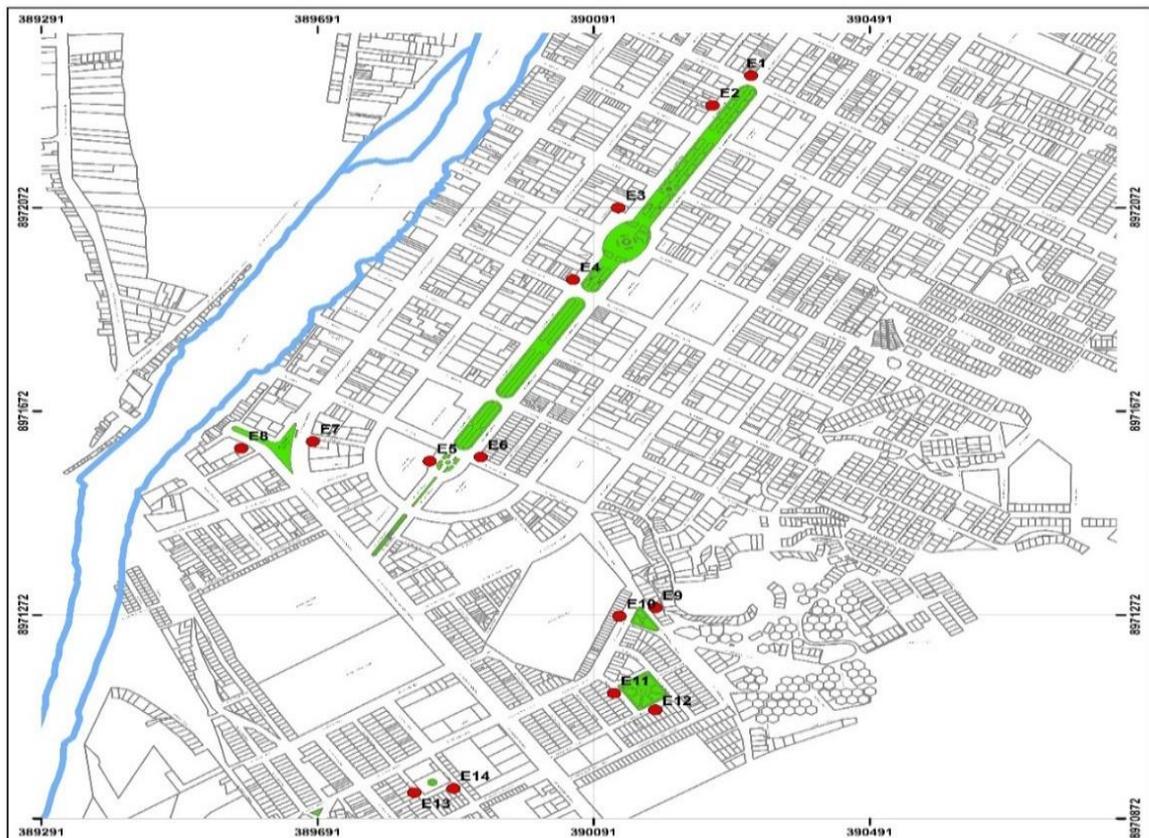


Figura 02. Ubicación de las áreas verdes en la ciudad Tingo María

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente las áreas verdes de casco urbano de Tingo María se encuentran ubicadas en las coordenadas descritas en el cuadro 7.

Cuadro 07. Coordenadas geográficas de las áreas verdes de Tingo María

| Descripción | Zona | Este (m) | Norte (m) | Altitud (m.s.n.m.) |
|------------------------|------|----------|-----------|--------------------|
| Ecoparque | 18 L | 390336 | 8972326 | 645 |
| Plaza de Armas | 18 L | 390185 | 8972057 | 647 |
| Parque Ramón Castilla | 18 L | 389599 | 8971606 | 652 |
| Parque El Colono | 18 L | 390151 | 8971273 | 649 |
| Parque Ricardo Carrión | 18 L | 390158 | 8971271 | 658 |
| Parque Bella Durmiente | 18 L | 390161 | 8971122 | 659 |
| Parque Tupac Amaru | 18 L | 390346 | 8972332 | 655 |

3.1.3. Aspectos climatológicos

El clima de la ciudad es tropical, cálido con una temperatura promedio anual de 26 °C, con máxima de 25,70 °C y mínima de 19,5 °C, la humedad relativa promedio es de 77,5%, con una precipitación anual de 3,300 mm. Los vientos según la rosa de dispersión de los meses abril, mayo y junio del 2018, indican que la distribución de los vientos predomina hacia el oeste-suroeste (WSW), oeste (W) y oeste-noroeste (WNW) con frecuencias de hasta 28%, 26% y 16 % a velocidades que llegan hasta los 5,5 m/s. registrados por la estación metrológica de la UNAS, 2018.

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).

3.1.5. Fisiografía

El área urbana de Tingo María se caracteriza por ser plano con una pendiente mínima, está ubicado a la margen derecha del río Huallaga el cual es adyacente a la terraza baja por lo que estamos expuestos a inundaciones esporádicas anuales, se aprecia una alta actividad comercial en toda la zona; así mismo las áreas verdes de esparcimiento poblacional se distribuyen en todo el casco urbano, teniendo como principales la Plaza de Armas, parque Ramón Castilla, parque Ricardo Carrión, parque el Colono, etc (UNAS, 2018).

3.1.6. Actividades socioeconómicas en Tingo María

Está diferenciado por el comercio debido a la venta de diferentes productos, distribuidoras; venta de bienes y servicios, venta de productos agropecuarios en mercados y los acopiadores permanentes de café o cacao; la actividad industrial es incipiente y de subsistencia, prevalentemente Microempresas, denominadas Mypes, con una notable excepción de la mediana industria como la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo; en los demás casos cabe destacar la industria metalmecánica, fabricación de muebles de madera, panificación, imprentas, elaboración de productos lácteos, entre otras, son menores.

La actividad turística en Tingo María tiene un gran potencial, dentro del casco urbano se encuentran atractivos como el Jardín Botánico de Tingo María, el parque Colono, miradores como Jacintillo y la cruz y la bella durmiente; existen otros atractivos en la provincia Leoncio Prado (Cueva de las Lechuzas, Cueva de las Pavas, catarata Santa Carmen, catarata San Miguel, velo de las ninfas, etc.) dando lugar a una alta concurrencia y alto tránsito en la ciudad.

Las actividades de construcción en Tingo María son de alta consideración, actualmente se está finalizando la obra del Hospital de Tingo María, así mismo la construcción de hoteles es una de las actividades más frecuentes, sin dejar de lado las edificaciones de tipo religioso, comercio, residencial y la renovación de áreas de esparcimiento como el caso del parque Bella durmiente.

Como vías de tránsito se tiene tres carreteras principales (carretera central, la carretera Federico Basadre y la carretera Fernando Belaúnde Terry), dentro de las principales avenidas en Tingo María están las avenidas Raimondi, Amazonas, Alameda Perú, Tito Jaime, Ucayali; de estas las dos primeras son de tránsito vehicular pesado ya que funcionan como vías nacionales.

3.2. Equipos y Materiales

3.2.1. Equipos de muestreo

- Soporte (Estación)
- GPS Garmin 62S
- Cámara fotográfica digital Samsung modelo ST66

3.2.2. Equipos de laboratorio

- Balanza analítica modelo HCB302 de 300 g de precisión
- Estufa incubadora MEMMERT con regulación de temperatura
- Baño maría
- Microscopio electrónico LEICA DM 500 fijo
- Autoclave Model LTA 40L

3.2.3. Materiales de muestreo

- Placas Petri de polipropileno de 90 mm x 15 mm
- Jeringas de 20 mL
- Cuaderno de campo
- Mapa de distribución de estaciones
- Caja hermética de Tecnopor
- Guardapolvo
- Guantes
- Pistola Kamasa 40 W (Para silicona)

3.2.4. Materiales de laboratorio

- Matraz Erlenmeyer
- Placas Petri de cristal de 100 mm x 20 mm
- Tubos de ensayo
- Termómetro
- Pipetas
- Varillas de vidrio
- Mechero de Bunsen

- Agitadores
- Láminas cubre objeto
- Láminas porta objeto
- Asa de siembra bacteriológica
- Pinzas
- Espátulas
- Papel Craft
- Guardapolvo
- Guantes y Mascarilla
- Algodón
- Papel toalla

3.2.5. Medios de cultivo

- Vaselinas de 100 g, 100 % puras
- Brainheartbroth (BHI)
- Agar eosina azul de metileno (EMB)
- Agar cistina-lactosa deficiente en electrolitos (CLED)
- Agar MacConkey
- Caldo peptona
- Agar platecount
- Agar Sabouraud al 4 %

3.2.6. Medios de cultivo para pruebas bioquímicas

- 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

3.2.7. Reactivos

- Agua destilada
- Indol según Kovacs
- Hidróxido de sodio al 4%
- Alfa naftol
- Azul lacto glicerol
- Alcohol acetona
- Aceite de cedro
- Antibiótico Cetraxona
- Esmalte de uña
- Solución sulfónica (Lejía)

3.2.8. Softwares

- Software Microsoft Excel y Word v 365 (Gratis: dominio edu.pe)
- Software WRPLOT View – Freeware (03F3CF93662B7ECC)
- IBM SPSS 24 Statistics 24
- Software AutoCAD 2016
- Software ArcGIS 10,3

3.3. Tipo y nivel de investigación

3.3.1. Tipo de investigación

Aplicada por que se recurrió a las ciencias básicas de la física y microbiología para determinar los microorganismos patógenos del aire presentes en las partículas atmosféricas sedimentables de las áreas verdes de Tingo María.

3.3.2. Nivel de investigación

Descriptivo correlacional porque determinó los microorganismos patógenos del aire y su relación con las partículas atmosféricas sedimentables de las áreas verdes de Tingo María.

3.3.3. Unidad experimental

- Partículas atmosféricas sedimentables (PAS)

3.3.4. Variable dependiente

- Diversidad de M.O patógenos del aire

3.3.5. Variable independiente

- Concentración de partículas atmosféricas sedimentables en las áreas verdes de Tingo María

3.3.6. Variables intervinientes

- Altura de monitoreo
- Flujo vehicular
- Parámetros meteorológicos

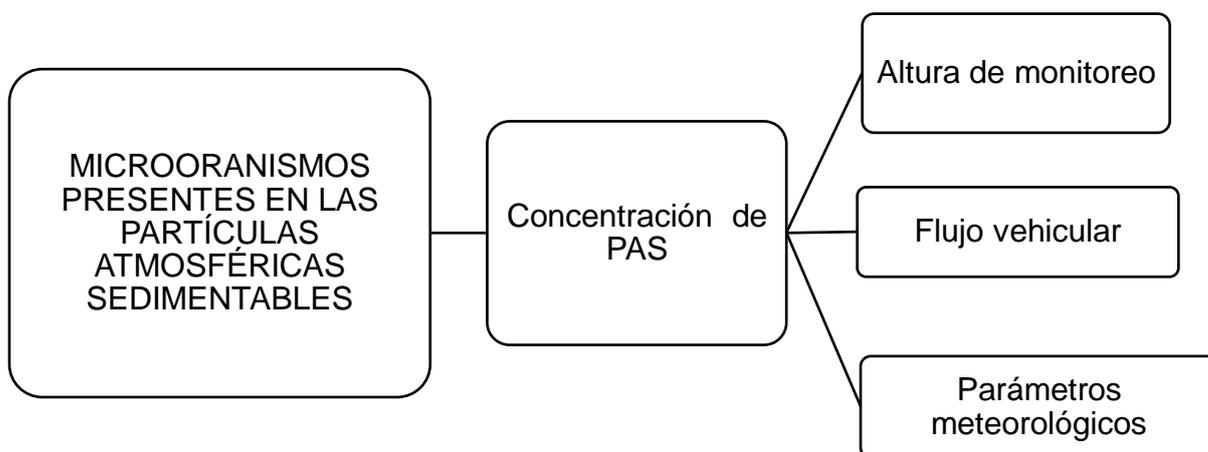
3.3.7. Población y muestra

La población estuvo conformada por las 14 estaciones de monitoreo de PAS, distribuyendo 02 en cada una de las 07 áreas verdes de Tingo María. En cada una se muestrearon hongos y bacterias.

3.3.8. Tipo de muestreo

Las PAS se tomaron según el protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de datos del DIGESA (2005) donde indica que, de acuerdo con la Guía de la Calidad del Aire de la OMS, los muestreadores pasivos ofrecen un método simple y eficaz para realizar el sondeo de la calidad del aire en un área determinada; los muestreos microbiológicos se realizaron según el protocolo de prácticas en Microbiología General-UNAS en complemento con lo aplicado por HERNÁNDEZ y MARIN (2013).

3.4. Diseño de investigación



Leyenda: [PAS] Partículas atmosféricas sedimentables, [MO] Microorganismos.

Figura 03. Diseño de investigación para la identificación de microorganismos patógenos presentes en las partículas atmosféricas sedimentables

3.4.1. Tipo de diseño

No experimental y consistió en elaborar un mapa, ubicando las áreas verdes y puntos de muestreo en coordenadas UTM, donde se instalaron las estaciones de monitoreo; el monitoreo se realizó por 03 meses; las muestras de PAS se llevaron al Laboratorio de Calidad de Aire-UNAS y las muestras microbiológicas al Laboratorio de Microbiología-UNAS.

3.5. Técnicas de recolección de información

3.5.1. Técnicas bibliográficas

Análisis de contenido de fuentes primarias, secundarias, terciarias y sirvieron para la elaboración de la revisión de literatura; fichaje las cuales se redactaron según el modelo CIUNAS y sirvieron para elaborar la bibliografía.

3.5.2. Técnicas de campo

a. Observación

Las PAS por sedimentación a través del método pasivo que consiste en colocar placas Petri en soportes a los que se les denominó estaciones de monitoreo (ALMIRÓN *et al.* 2008, DIGESA 2005). La parte microbiológica por el método borboteo (HERNÁNDEZ y MARÍN, 2013; LÓPEZ, 2015)

b. Evaluación

Las PAS mediante el método gravimétrico que sirvió para determinar sus concentraciones y la parte microbiológica con la técnica de recuento directo en microscopio.

3.5.3. Técnicas estadísticas

Descriptiva, Los datos se procesaron en el software de análisis estadístico SPSS Statistics 24 y Microsoft Excel v 365; presentados en cuadros y tablas (porcentuales relativas, acumuladas y absolutas). Teniendo como referente teórico a RUIZ (2004) quien indica que la estadística descriptiva consiste en la presentación de datos en forma de tablas y gráficas. Esta comprende cualquier actividad relacionada con los datos y está diseñada para resumir o describir los mismos sin factores pertinentes adicionales.

3.5.4. Ubicación en el espacio

El presente estudio se planificó en 03 fases, la primera se desarrolló en precampo, donde se hicieron las preparaciones necesarias para luego en la segunda fase (fase de campo) realizar el muestreo de microorganismos y monitoreo de PAS; la tercera fase se desarrolló en gabinete y laboratorio, donde se realizaron los distintos análisis físicos y microbiológicos de las PAS en los Laboratorio de Calidad de Aire y Laboratorio de Microbiología de la UNAS.

3.5.5. Ubicación en el tiempo

El periodo de evaluación fue desde el mes abril hasta junio del 2018.

3.6. Metodología

Para lograr el objetivo general “Determinar los microorganismos patógenos del aire presentes en las partículas atmosféricas sedimentables en las áreas verdes de Tingo María”, se realizaron las actividades en 03 fases (precampo, campo, gabinete y laboratorio).

3.6.1. Fase de precampo

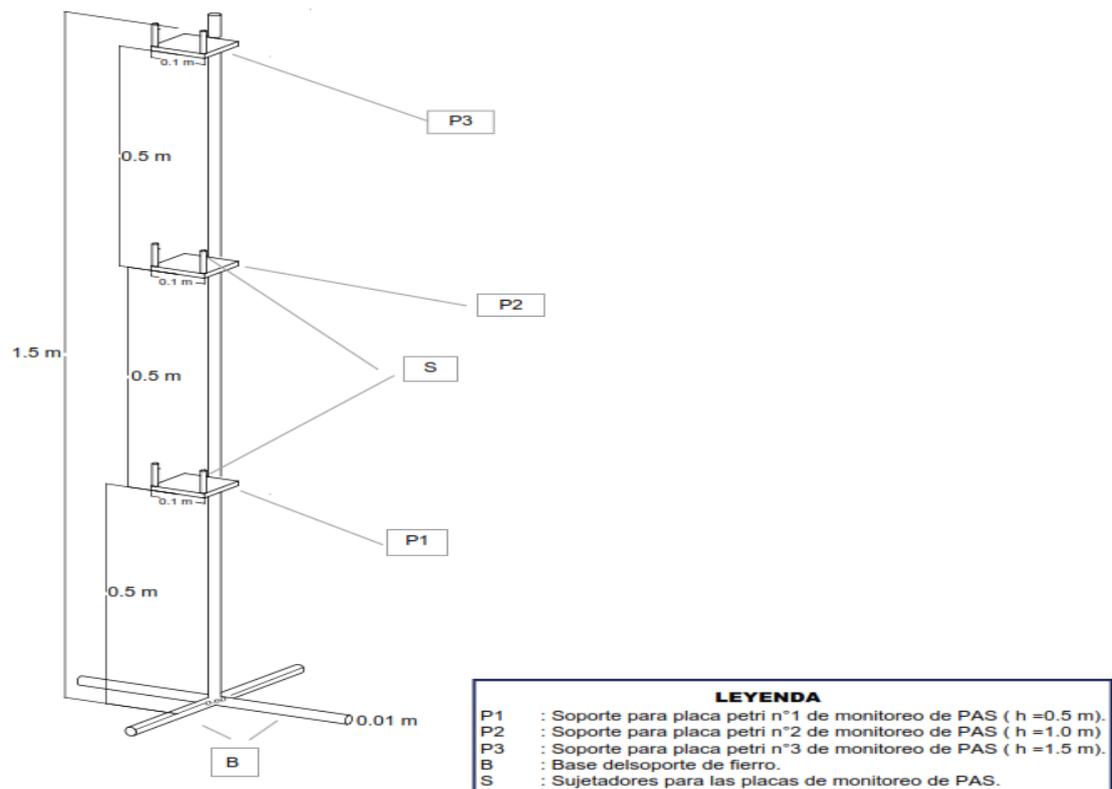
Se realizó las coordinaciones para obtener permiso por parte de la Municipalidad Provincial Leoncio Prado y el respectivo plano catastral, se solicitó información meteorológica de abril – junio, 2018 por parte de la Estación Meteorológica UNAS/Tingo María. Así mismo se definió el método de borboteo para el muestreo microbiológico y el de placas receptoras para el monitoreo de PAS, Previo a ello se realizó las siguientes actividades.

a. Generación de rosas de vientos

Se trabajó con la base de datos de la estación meteorológica UNAS/Tingo María, los datos de importancia son velocidad y dirección del viento, los mismos que se procesaron a unidades requeridas (m/s y grados) por el Software WRPLOT View – Freeware.

b. Diseño y construcción de soportes de monitoreo de partículas atmosféricas sedimentables

Con la finalidad de que los datos tengan mayor veracidad, se diseñó soportes que permitan obtener concentraciones de PAS a diferentes alturas en este caso cada 50 cm sobre los balcones de las viviendas; donde la finalidad de cada soporte fue sostener 03 placas Petri recolectoras de PAS, por lo que se soldaron sujetadores ubicados en distintas alturas del soporte: 0,5 m de altura para la placa P1, 1 m para la placa P2 y 1,5 m para la placa P3. Los soportes se hicieron de acero corrugado debido a su bajo costo en comparación con materiales de madera u otro tipo.



Fuente: Adaptado de MOREANO y PALMISANO, 2012.

Figura 04. Soporte para monitoreo de partículas atmosféricas sedimentables

c. Preparación de las placas receptoras de partículas atmosféricas sedimentables

De acuerdo a la metodología propuesta por el SENAMHI, 2014 y utilizada por LOZANO, 2013; se preparó 42 placas de polipropileno con vaselina para coleccionar las PAS (Ver anexo A del apéndice 4). Mediante el método gravimétrico y uso de la balanza analítica digital, se determinó el peso inicial (W_i) de cada placa recolectora, el cálculo se hizo con la ecuación (3).

$$W_i = W_p + W_v - - - (3)$$

Donde:

- W_i : Peso inicial (mg)
- W_p : Peso de placa (mg)
- W_v : Peso de vaselina (mg)

d. Preparación de BHI para muestreo microbiológico

Para el muestreo microbiológico se preparó 14 matraces de caldo BHI (Brainheartbroth), 07 para muestreo de hongos y 07 para bacterias; esto debido a que ese es el número de áreas verdes con las que se trabajó; para mayor detalle de la preparación ver el anexo A del apéndice 3 y anexo B del apéndice 4.

3.6.2. Fase de campo

a. Diagnóstico de las principales fuentes de contaminación microbiológica y partículas atmosféricas sedimentables

Para el diagnóstico se tuvo en cuenta las calles que se encuentren adyacentes a las áreas verdes, considerando las diferentes actividades socioeconómicas que se desarrollen en estas y ubicando las diferentes fuentes puntuales emisoras de PAS y las que den lugar a la proliferación de microorganismos, los cuales son de interés para la presente tesis. La identificación de las calles circundantes a las áreas de esparcimiento poblacional se realizó con la ayuda del plano catastral de la ciudad de Tingo María (Ver mapa en el apéndice 10).

b. Determinación del flujo vehicular

Para determinar del flujo vehicular se consideró a todos aquellos vehículos que circulen por las principales calles y cerca de las áreas verdes, el

conteo de vehículos se realizó por 07 días, en los horarios de 7:00 – 8:00 am, 12:00 – 13:00 pm, 18:00 – 19:00 pm; con un intervalo de tiempo de 15 minutos y de acuerdo con el tipo de vehículo.

En base a criterios (objetivo de monitoreo, seguridad de sitio de instalación, cercanía a las vías de tránsito flujo vehicular) y con la ayuda del plano catastral de la ciudad de Tingo María, se seleccionó los parques y plazas como las principales áreas verdes. Además, se tuvo en cuenta la cercanía a colegios, viviendas, centros comerciales, bodegas; los puntos de monitoreo se determinaron considerando la velocidad y dirección del viento, flujo vehicular, tipo de contaminante a evaluar; ubicándolos en los balcones de las viviendas a 03 m sobre la superficie, variando de acuerdo con el apoyo de los propietarios.

c. Determinación de la concentración de partículas atmosféricas sedimentables

La toma de muestras se realizó por el método de placas receptoras, trasladando las placas recién preparadas y pesadas hasta los lugares de monitoreo, para mantenerlas en buenas condiciones durante su traslado, se utilizó una caja hermética de Tecnopor y de esta manera se aisló de cualquier contacto dérmico, presión o de algún material suspendido que no corresponde a los puntos de monitoreo.

Se colocó las placas recolectoras de PAS en los soportes de cada punto de monitoreo, 03 por cada soporte, las placas P1, P2 y P3 se ubicaron a las alturas de 0,5 m, 1,0 m y 1,5 m respectivamente. Posteriormente se dejaron las estaciones en los balcones de las viviendas seleccionadas por un periodo de

03 meses (abril – junio del 2018) Transcurrido el primer mes de exposición, se retiró las placas reemplazándolas por otras nuevas, hasta lograr obtener datos independientes de los 03 meses de monitoreo.

d. Caracterización de microorganismos patógenos presentes en las partículas atmosféricas sedimentables

El muestreo microbiológico se realizó por el método de borboteo los días que corresponden a: los primeros lunes, segundo jueves y tercer domingo en cada mes, en horarios de 12:00 -1:00 pm, se utilizó 14 jeringas de 16 mL, clasificadas 07 para muestreo de hongos y 07 para bacterias. Las aspiraciones se realizaron a la altura respirable (1,5 m); recorriendo el área de cada parque hasta realizar 20 repeticiones, después de cada una de ellas se descargó del contenido de la jeringa dentro de cada matraz con BHI para bacterias y el medio de BHI con antibiótico para hongos; así mismo se realizó la medición de la temperatura y humedad relativa en cada área.

3.6.3. Fase de gabinete y laboratorio

a. Determinación del flujo vehicular

El cálculo de flujo vehicular se hizo mediante la ecuación (4)

$$q = \left(\frac{N}{T} \right) \text{--- -- (4)}$$

Donde:

- q: Tasa de flujo vehicular o volumen horario
- N: Número de vehículos
- T: Intervalo de tiempo

b. Determinación de la concentración de partículas atmosféricas sedimentables

Luego de cada mes de monitoreo, se trasladaron las placas recolectoras de PAS al Laboratorio de Calidad de Aire, con los cuidados correspondientes, se verificó la ausencia insectos sobre la película de vaselina gracias a que se instaló una malla metálica sobre cada placa; luego con la balanza analítica digital se tomó el peso final aplicando la ecuación (5).

$$W_f = W_p + W_v + W_{PAS} \text{ --- (5)}$$

Donde:

- W_f : Peso final de (mg)
- W_p : Peso de placa (mg)
- W_v : Peso de vaselina (mg).
- W_{PAS} : Peso de partículas atmosféricas sedimentables (mg)

Para obtener el peso de partículas atmosféricas sedimentables, se realizó cálculo con la ecuación (6).

$$W_{PAS} = \Delta W = W_f - W_i \text{ --- (6)}$$

Donde:

- W_{PAS} : Peso de partículas atmosféricas sedimentables (mg)
- Δw : Diferencia entre peso inicial y final (mg)
- W_i : Peso inicial (mg)
- W_f : Peso final (mg)

Posteriormente se determinó la concentración de partículas atmosféricas sedimentables en ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$), mediante la ecuación (7).

$$C_1 = \frac{\left(\frac{\Delta W}{A}\right)}{\text{mes}} \text{--- --- (7)}$$

Donde:

- C1 = Concentración de PAS (mg/cm²/mes)
- ΔW = Diferencia de pesos (mg)
- A = Área de la placa = π · r² (cm²)
- π = 3,1416

Para obtener la concentración de partículas atmosféricas sedimentables expresadas en t/km²/mes, se hizo la conversión con la ecuación (8).

$$C_{\text{PAS}} = \left(\frac{\Delta W(\text{mg})}{A(\text{cm}^2)}\right) \times \left(\left(\frac{1(\text{t})}{10^9(\text{mg})}\right) \times \left(\frac{10^{10}(\text{cm}^2)}{1(\text{km}^2)}\right)\right) \text{--- --- (8)}$$

Donde:

- C_{PAS}: Concentración en (t/km²/mes)
- ΔW: Diferencia de pesos en miligramos (mg)
- A: Área de la placa = π · r² (cm²)
- r: Radio de la placa Petri
- π = 3,1416

Posteriormente en una hoja de Excel, se obtuvo las concentraciones de PAS de cada una de las placas recolectoras, para luego sacar valores promedios por estación de monitoreo y áreas de estudio, para cada mes y de todo el periodo de estudio.

c. Aislamiento de los microorganismos patógenos presentes en las partículas atmosféricas sedimentables

– Incubación de BHI

Después del muestreo microbiológico se llevaron las muestras al laboratorio de microbiología, donde los 07 matraces con muestra de hongos se llevaron a incubar a temperatura ambiente por 4 días, para el caso de los 07 matraces con muestra bacteriana se incurvó a 37 °C por 48 horas. Se prepararon los medios de cultivo para crecimiento de bacterias, para el crecimiento de hongos se preparó agar glucosa 4% según Sabouraud (Ver anexo A, apéndice 3 y anexo B del apéndice 4).

– Siembra en placas Petri con medios enriquecidos

De los matraces con BHI y muestras de aire incubados a 37 °C por 48 horas se retiró mediante un asa de siembra, un inóculo para luego sembrar en las placas Petri. El método de siembra se realizó por estrías. Seguidamente las placas Petri ya sembradas se llevaron a incubación por 48 horas a una temperatura de 37 °C. Para la siembra de hongos, se retiró un inóculo de cada caldo BHI más antibiótico y se sembró por el método de estrías en agar Sabouraud; las placas se incubaron a temperatura ambiente por un tiempo de 5 días (Ver protocolo de métodos de siembra microbiológica en el anexo B del apéndice 3).

– Caracterización de bacterias por pruebas bioquímicas

La batería de pruebas bioquímicas que se utilizó para la caracterización de bacterias constituía las pruebas: Indol, SIM, rojo de metilo,

Voges-Proskauer, citrato de Simmons, TSI, LIA, caldo malonato y caldo urea. La metodología consiste en hacer estas pruebas después de haber incubado las placas Petri para el crecimiento de bacterias; se realizó de acuerdo al protocolo de métodos de siembra microbiológica descrita en el anexo C del apéndice 3.

– **Caracterización de bacterias por coloración Gram**

La coloración Gram se realizó de acuerdo al protocolo de coloración diferencial descrita en el anexo D del apéndice 3.

– **Caracterización de hongos (Microcultivos)**

La caracterización de hongos se realizó mediante microcultivos los cuales se realizaron pasadas 4 días de incubación de las muestras fungi siguiendo el protocolo descrito en el anexo E del apéndice 3; Las muestras finales obtenidas, se observaron en microscopio utilizando un lente ocular de 10x y un lente objetivo de 40x, así el aumento total será de $10 \times 40 = 400$ aumentos.

d. Determinación del nivel de correlación entre PAS y los microorganismos patógenos

Con los resultados obtenidos de las concentraciones de PAS y la caracterización de los microorganismos patógenos, se logró demostrar la presencia tanto de bacterias como hongos patógenos en las partículas atmosféricas sedimentables y su relación mediante la prueba Pearson.

3.7. Análisis estadístico

Para los análisis de los datos se determinó si la concentración de PAS y diversidad de microorganismos patógenos presentaban distribución

normal (DN) y homogeneidad de varianzas, luego se realizó el análisis de varianza (ANVA) y prueba Tukey los cuales se detallan en el apéndice 6.

a. Prueba de distribución normal

1) Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: PAS = DN$$

$$H_a: PAS \neq DN$$

2) Nivel de significancia

$$\alpha = 0,01$$

3) Decisión estadística

Según Kolmogorov-Smirnov:

Sig. $\geq \alpha$; Aceptamos la H_0

Sig. $< \alpha$; Aceptamos la H_a

4) Conclusión

b. Prueba de Levene

1) Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: V1 = V2 = V3 = V4 = V5 = V6 = V7$$

$$H_a: V1 \neq V2 \neq V3 \neq V4 \neq V5 \neq V6 \neq V7$$

2) Nivel de significancia

$$\alpha = 0,01$$

3) Decisión estadística

Según Levene:

Sig. $\geq \alpha$; Aceptamos la H_0

Sig. $< \alpha$; Aceptamos la H_a

4) Conclusión

c. Análisis de varianza (ANVA)

1) Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: A1 = A2 = A3 = A4 = A5 = A6 = A7$$

$$H_a: A1 \neq A2 \neq A3 \neq A4 \neq A5 \neq A6 \neq A7$$

2) Nivel de significancia

$$\alpha = 0,01$$

3) Decisión estadística

Según Levene:

Sig. $\geq \alpha$; Aceptamos la H_0

Sig. $< \alpha$; Aceptamos la H_a

4) Conclusión

Cuadro 08. Diseño de análisis de varianza (ANVA)

| FV | GL | SC | CM | Fc | Ftab |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Tto | t-1 | SCtto | CMtto | | |
| Ee | t(r-1) | SCee | CMee | | |
| Tt | tr-1 | SCtt | | | |

d. Prueba Tukey

Cuadro 09. Diseño de prueba Tukey

| OH | Tratamientos | Promedio | Subconjunto para alfa = 0,01 | |
|----|--------------|----------|------------------------------|---|
| | | | 1 | 2 |
| 1 | A1 | | | |
| 2 | A5 | | | |
| 3 | A2 | | | |
| 4 | A4 | | | |
| 5 | A3 | | | |
| 6 | A6 | | | |
| 7 | A7 | | | |

e. Prueba Pearson

1) Planteamiento de la hipótesis

H_0 : Existe correlación estadísticamente significativa entre las partículas atmosféricas sedimentables y los microorganismos patógenos del aire con un nivel de confianza del 99 %.

H_a : No existe correlación estadísticamente signante entre las partículas atmosféricas sedimentables y los microorganismos patógenos del aire con un nivel de confianza del 99 %.

2) Nivel de significancia

$$\alpha = 0,01$$

3) Decisión estadística

Según correlación de Pearson:

Sig. $\leq \alpha$; Aceptamos la H_0

Sig. $> \alpha$; Aceptamos la H_a

4) Conclusión

Cuadro 10. Correlación de Pearson para microorganismos patógenos y PAS.

| | | Microorganismos patógenos | PAS |
|---------------------------|---|---------------------------|-----|
| Microorganismos patógenos | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N | | |
| PAS | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N | | |

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Cuadro 11. Escala de índice de correlación de Pearson

| Rango | Índices de R y Rho | Escala |
|-------|--------------------|-----------------------|
| 1 | 0,00 – 0,20 | ínfima correlación |
| 2 | 0,20 – 0,40 | Escasa correlación |
| 3 | 0,40 – 0,60 | Moderada correlación |
| 4 | 0,60 – 0,80 | Buena correlación |
| 5 | 0,80 – 1,00 | Muy buena Correlación |

IV. RESULTADOS

4.1. Fuentes de contaminación microbiológica y de partículas atmosféricas sedimentables

En el cuadro 12 se muestra las fuentes de contaminación, las relacionadas a la venta de comidas, cunetas con mal drenaje y comercio dan lugar a la proliferación de microorganismos; las fuentes de contaminación por PAS son las actividades madereras y la presencia de abundante PAS en las calles; todas estas fuentes se distribuyen en las calles de cada área verde que a su vez son fuentes lineales de contaminación de PAS donde el tránsito vehicular es fuente móvil y de dispersión.

Cuadro 12. Fuentes de contaminación en las 07 áreas verdes de Tingo María

| Área | Calle | Fuentes de contaminación |
|--------------------------|------------------------------------|---|
| Ecoparque | Av. Alameda Perú Cdra. 8 | Asociación de comida típica Canga |
| | Av. Alameda Perú 769 | Cunetas con agua retenida |
| | Av. Alameda Perú 743 | Parrillas El Rico Lechón (Quema de carbón) |
| | Jr. Chiclayo Cdra. 5 | Asociación de comida típica Bella Durmiente |
| | Jr. Chiclayo 386 | Lavadero Multiservicios RANSED |
| | Av. Alameda Perú Cdra. 8 | Venta de comida rápida |
| | Jr. Chiclayo Cdra. 5 | Cunetas con agua retenida |
| | Av. Alameda Perú Cdra. 6 | Material particulado en abundancia |
| | Av. Alameda Perú Cdra. 6 | Cunetas con agua retenida |
| | Av. Alameda Perú Cdra. 7 | Material particulado en abundancia |
| Av. Alameda Perú Cdra. 8 | Material particulado en abundancia | |

| | | |
|------------------------|--|--|
| Plaza de Armas | Av. Alameda Perú Cdra. 3 | Agua retenida |
| | Av. Alameda Perú Cdra. 4 | Venta de comida rápida |
| | Av. Alameda Perú Cdra. 5 | Agua retenida |
| | Av. Alameda Perú Cdra. 5 | Venta de comida rápida |
| Parque el Colono | Av. Alameda Perú 118 | Avícola Kati |
| | Av. Alameda Perú 108 | La caserita Avícola |
| | Callao 412 | Multiservicios El Criador |
| | Jr. Callao Cdra. 4 | Mercado Modelo Tingo María |
| | | Área de carnes y menudencias |
| | | Área de pescados y mariscos |
| | | Área de frutas y hortalizas |
| | | Área de comidas preparadas |
| | | Área de jugos y refrescos |
| | | Área de animales vivos |
| | Cunetas con aguas residuales retenidas | |
| | Residuos sólidos en mala disposición | |
| Parque Ramón Castilla | Av. Alameda Perú Cdra. 1 | Venta de comida rápida |
| | Av. Alameda Perú Cdra. 1 | Venta informal de pescados |
| | Av. Enrique Pimentel 165 | Kiosko Darwin |
| | Av. Enrique Pimentel Cdra. 1 | Actividades comerciales |
| Parque Ricardo Carrión | Av. Enrique Pimentel Cdra. 1 | Kiosko 12 Horas |
| | Av. Enrique Pimentel Cdra. 1 | Venta de comida rápida |
| Parque Bella Durmiente | Av. Agricultura 124 | Maderera y Carpintería Kashqui |
| | Av. San Martín Cdra. 5 | Residuos de restaurantes |
| | Av. San Martín 559 | Madera Vázquez (8 más a lo largo) |
| | Av. Agricultura Cdra. 2 | Venta de comida rápida |
| Parque Tupac Amaru | Jr. Leoncio Prado 356 | Construcción de Iglesia Evangélica |
| | Jr. Leoncio Prado 352 | Venta de comida rápida |
| | Jr. Francisco Bolognesi cdr.2 | Cunetas con agua retenida |
| Parque Tupac Amaru | Jr. Elías Mabama 277 | Construcción de un edificio de 6 pisos |
| | Jr. Túpac Amaru Cdra. 3 | Cuneta con agua retenida |
| | Jr. Elías Mabama Cdra. 2 | Cuneta con agua retenida |
| | Jr. Elías Mabama Cdra. 2 | Residuos de heces caninos |

La figura 05 muestra el porcentaje de tipos de fuentes de contaminación microbiológica y de PAS en las 07 áreas de verdes, siendo la venta de comidas preparadas la de mayor porcentaje en el Parque el Colono (63 %) seguido por la Plaza de Armas (60 %) y Ecoparque (50 %); la actividad comercial en los parques Ricardo Carrión (62 %) y Ramón Castilla (60 %) y las cunetas con mal drenaje en los parques Bella Durmiente (43 %) y Tupac Amaru (40 %).

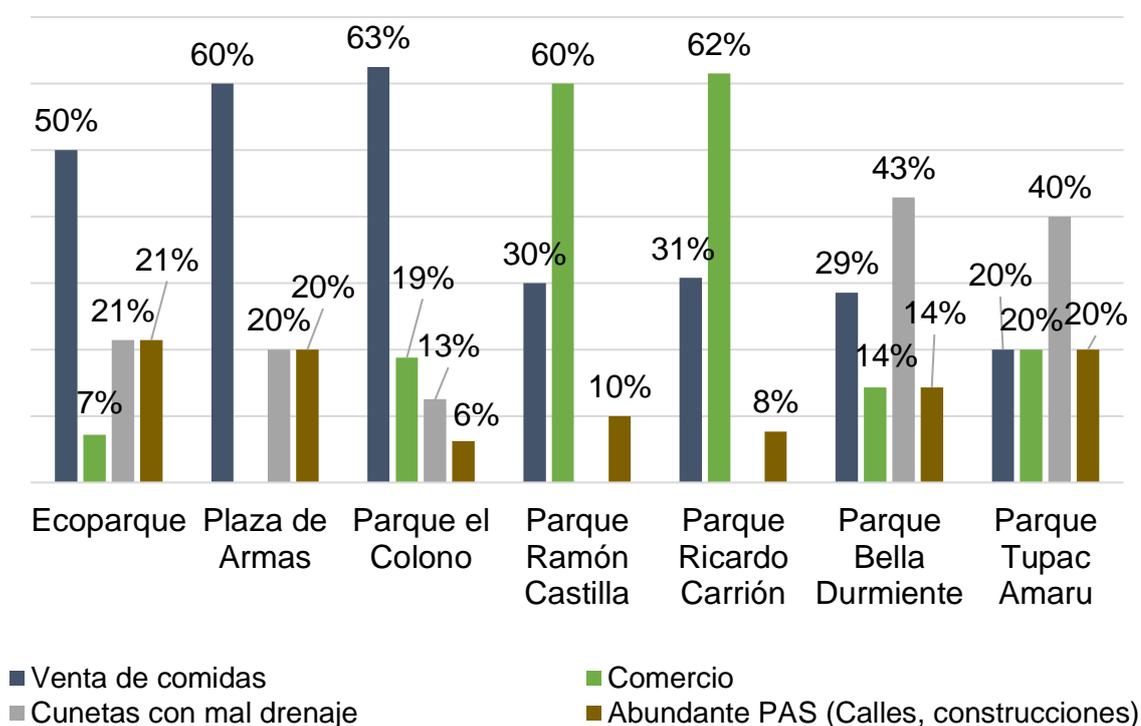


Figura 05. Porcentaje de tipo de fuentes de contaminación en las 07 áreas verdes de Tingo María

4.2. Flujo vehicular en las principales áreas verdes de Tingo María.

En los cuadros 13, 14 y 15 se muestran valores de flujo vehicular en las diferentes calles circundantes a las 07 áreas verdes, en los meses abril, mayo y junio respectivamente; en los tres meses se reporta el mayor flujo vehicular en

el parque Ramon Castilla con 676 Veh/15' en abril, 592 Veh/15' en mayo y 810 Veh/15' en junio, de los cuales en su mayoría son trimóviles que circulan por la Av. Enrique Pimentel.

Cuadro 13. Flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María en el mes de abril

| Área de esparcimiento | Calles | Flujo vehicular (Veh/15') | | | | | Total/Vía | Total/Área |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------|----------|---------|-----|-----------|------------|
| | | Motos lineales | Trimoviles | Livianos | Pesados | | | |
| Ecoparque | Av. Alameda Perú 813 | 123 | 127 | 37 | 5 | 292 | 539 | |
| | Jr. San Alejandro | 99 | 111 | 32 | 5 | 247 | | |
| Plaza de armas | Av. Alameda Perú 405 | 86 | 91 | 27 | 6 | 210 | 429 | |
| | Av. Alameda Perú 523 | 92 | 96 | 27 | 4 | 219 | | |
| Parque Colonos | Jr. Callao | 79 | 118 | 31 | 5 | 233 | 411 | |
| | Av. Alameda Perú 525 | 69 | 78 | 27 | 4 | 178 | | |
| Parque Ramon Castilla | Jr. Parque Ramón Castilla 211 | 21 | 27 | 22 | 9 | 79 | 676 | |
| | Av. Enrique Pimentel 216 | 153 | 377 | 53 | 14 | 597 | | |
| Parque Ricardo Carrión | Av. San Martín | 84 | 122 | 19 | 4 | 229 | 424 | |
| | Av. Agricultura | 88 | 90 | 13 | 4 | 195 | | |
| Parque Bella durmiente | Jr. Francisco Bolognesi | 73 | 46 | 9 | 1 | 129 | 225 | |
| | Jr. Leoncio Prado | 34 | 49 | 12 | 1 | 96 | | |
| Parque Tupac Amaru | Jr. Tupac Amaru | 18 | 34 | 6 | 2 | 60 | 126 | |
| | Jr. Elías Mabama | 24 | 33 | 8 | 1 | 66 | | |

Cuadro 14. Flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María en el mes de mayo

| Área de esparcimiento | Intersecciones entre calles | Flujo vehicular (Veh/15') | | | | | Total/Vía | Total/Área |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------|----------|---------|-----|-----------|------------|
| | | Motos lineales | Trimóviles | Livianos | Pesados | | | |
| Ecoparque | Av. Alameda Perú 813 | 105 | 96 | 34 | 4 | 239 | 455 | |
| | Jr. San Alejandro | 89 | 96 | 27 | 4 | 216 | | |
| Plaza de armas | Av. Alameda Perú 405 | 63 | 80 | 21 | 4 | 168 | 357 | |
| | Av. Alameda Perú 523 | 82 | 88 | 16 | 3 | 189 | | |
| Parque Colonos | Jr. Callao | 70 | 111 | 26 | 5 | 212 | 390 | |
| | Av. Alameda Perú 525 | 58 | 77 | 39 | 4 | 178 | | |
| Parque Ramon Castilla | Jr. Parque Ramón Castilla 211 | 22 | 28 | 14 | 2 | 66 | 592 | |
| | Av. Enrique Pimentel 216 | 123 | 328 | 63 | 12 | 526 | | |
| Parque Ricardo Carrión | Av. San Martín | 58 | 119 | 24 | 2 | 203 | 352 | |
| | Av. Agricultura | 64 | 70 | 11 | 4 | 149 | | |
| Parque Bella durmiente | Jr. Francisco Bolognesi | 51 | 44 | 11 | 1 | 107 | 161 | |
| | Jr. Leoncio Prado | 29 | 15 | 9 | 1 | 54 | | |
| Parque Tupac Amaru | Jr. Tupac Amaru | 18 | 20 | 7 | 1 | 46 | 73 | |
| | Jr. Elías Mabama | 12 | 11 | 3 | 1 | 27 | | |

Cuadro 15. Flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María en el mes de junio

| Área de esparcimiento | Intersecciones y/o calles | Flujo vehicular (Veh/15') | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------|----------|---------|-----------|------------|
| | | Motos lineales | Trimoviles | Livianos | Pesados | Total/Vía | Total/Área |
| Ecoparque | Av. Alameda Perú 813 | 159 | 149 | 59 | 31 | 398 | 734 |
| | Jr. San Alejandro | 116 | 126 | 57 | 37 | 336 | |
| Plaza de armas | Av. Alameda Perú 405 | 102 | 108 | 51 | 31 | 292 | 600 |
| | Av. Alameda Perú 523 | 109 | 111 | 57 | 31 | 308 | |
| Parque Colonos | Jr. Callao | 98 | 138 | 51 | 44 | 331 | 586 |
| | Av. Alameda Perú 525 | 83 | 97 | 45 | 30 | 255 | |
| Parque Ramon Castilla | Jr. Parque Ramón Castilla 211 | 39 | 46 | 36 | 25 | 146 | 810 |
| | Av. Enrique Pimentel 216 | 180 | 381 | 67 | 36 | 664 | |
| Parque Ricardo Carrión | Av. San Martín | 90 | 137 | 44 | 25 | 296 | 559 |
| | Av. Agricultura | 98 | 100 | 43 | 22 | 263 | |
| Parque Bella durmiente | Jr. Francisco Bolognesi | 83 | 60 | 25 | 1 | 169 | 306 |
| | Jr. Leoncio Prado | 44 | 69 | 23 | 1 | 137 | |
| Parque Tupac Amaru | Jr. Tupac Amaru | 30 | 41 | 29 | 1 | 101 | 194 |
| | Jr. Elías Mabama | 36 | 36 | 20 | 1 | 93 | |

En figura 06 se observa la variación del flujo vehicular en las 07 áreas verdes, siendo el mayor en el parque Ramón Castilla con 810 Veh/15' y el menor en el parque Tupac Amaru con 73 Veh/15', manteniendo la misma relación en los 03 meses de evaluación. Además, se observa que en todas las áreas de estudio el mayor flujo vehicular se reporta en junio, esto debido a que en este mes se celebra la fiesta de San Juan, evento que da lugar a una alta concurrencia en Tingo María, en el mes abril se reporta el segundo mes de alto flujo vehicular, la principal causa del alto flujo vehicular se debe al inicio de clases escolares.

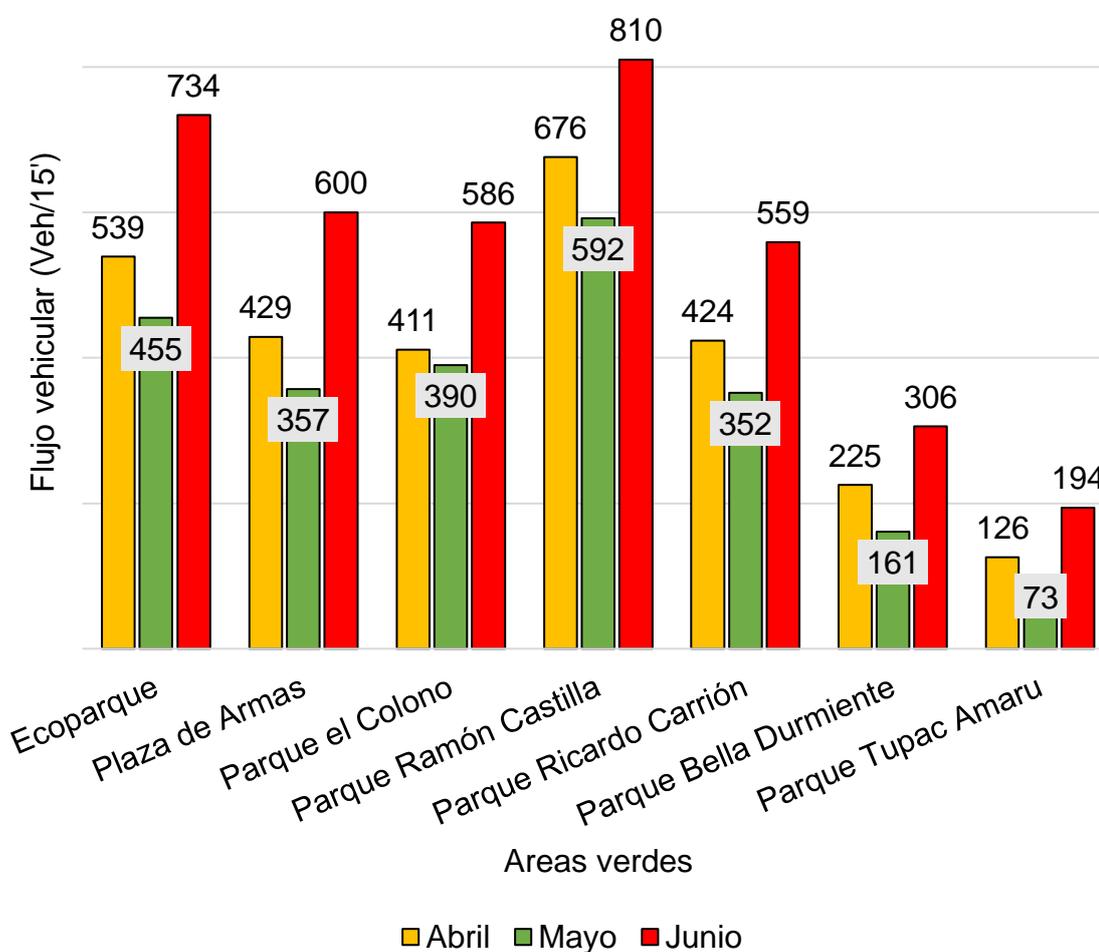


Figura 06. Variación del flujo vehicular en las 07 áreas de verdes de Tingo María

4.3. Concentración de partículas atmosféricas sedimentables

En el cuadro 16 se detalla la concentración de PAS en el mes de abril, en las 07 áreas verdes donde el mayor valor se obtuvo en el Ecoparque con 18,2 t/km²/mes seguido por el parque Ricardo Carrión, Ramón Castilla, Plaza de Armas, Colono, Bella Durmiente y la menor concentración en el parque Túpac Amaru con 5,4 t/km²/mes.

Cuadro 16. Concentración de partículas atmosféricas sedimentables de las 07 áreas verdes de Tingo María en el mes de abril

| Área verde | Estación | Concentración | | | |
|------------------------|----------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | mg/cm ² /mes | t/km ² /mes | Máxima (t/km ² /mes) | Mínima (t/km ² /mes) |
| Ecoparque | E1 | 1,8 | 18,2 | 18,2 | 5,4 |
| | E2 | | | | |
| Plaza de Armas | E3 | 0,9 | 8,6 | | |
| | E4 | | | | |
| Parque el Colono | E5 | 0,8 | 7,9 | | |
| | E6 | | | | |
| Parque Ramón Castilla | E7 | 0,9 | 9,1 | | |
| | E8 | | | | |
| Parque Ricardo Carrión | E9 | 1,0 | 10,3 | | |
| | E10 | | | | |
| Parque Bella Durmiente | E11 | 0,6 | 5,9 | | |
| | E12 | | | | |
| Parque Túpac Amaru | E13 | 0,5 | 5,4 | | |
| | E14 | | | | |

El cuadro 17 detalla las concentraciones de PAS en el mes mayo, en las 07 áreas verdes, reportando el mayor valor en el Ecoparque con 15,9 t/km²/mes seguido por el parque Ramón Castilla, Ricardo Carrión, El Colono, Plaza de Armas, Bella Durmiente y la menor concentración en el parque Túpac Amaru con 5,2 t/km²/mes.

Cuadro 17. Concentración de partículas atmosféricas sedimentables de las 07 áreas verdes de Tingo María en el mes de mayo

| Área verde | Estación | Concentración | | | |
|------------------------|----------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | mg/cm ² /mes | t/km ² /mes | Máxima (t/km ² /mes) | Mínima (t/km ² /mes) |
| Ecoparque | E1 | 1,6 | 15,9 | 15,9 | 5,2 |
| | E2 | | | | |
| Plaza de Armas | E3 | 0,7 | 7,0 | | |
| | E4 | | | | |
| Parque el Colono | E5 | 0,7 | 7,5 | | |
| | E6 | | | | |
| Parque Ramón Castilla | E7 | 0,9 | 8,9 | | |
| | E8 | | | | |
| Parque Ricardo Carrión | E9 | 0,8 | 8,2 | | |
| | E10 | | | | |
| Parque Bella Durmiente | E11 | 0,6 | 5,7 | | |
| | E12 | | | | |
| Parque Túpac Amaru | E13 | 0,5 | 5,2 | | |
| | E14 | | | | |

El cuadro 18 muestra las concentraciones de PAS en el mes junio, en las 07 áreas verdes, reportando el mayor valor en el Ecoparque con 20,2 t/km²/mes seguido por la Plaza de Armas, Ricardo Carrión, El Colono, Ramón Castilla, Bella Durmiente y la menor concentración en el parque Túpac Amaru con 5,9 t/km²/mes.

Cuadro 18. Concentración de partículas atmosféricas sedimentables de las 07 áreas verdes de Tingo María en el mes de junio

| Área verde | Estación | Concentración | | | |
|------------------------|----------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | mg/cm ² /mes | t/km ² /mes | Máxima (t/km ² /mes) | Mínima (t/km ² /mes) |
| Ecoparque | E1 | 2,0 | 20,2 | 20,2 | 5,9 |
| | E2 | | | | |
| Plaza de Armas | E3 | 1,4 | 13,8 | | |
| | E4 | | | | |
| Parque el Colono | E5 | 1,1 | 10,8 | | |
| | E6 | | | | |
| Parque Ramón Castilla | E7 | 0,9 | 9,4 | | |
| | E8 | | | | |
| Parque Ricardo Carrión | E9 | 1,1 | 11,3 | | |
| | E10 | | | | |
| Parque Bella Durmiente | E11 | 0,6 | 6,3 | | |
| | E12 | | | | |
| Parque Túpac Amaru | E13 | 0,6 | 5,9 | | |
| | E14 | | | | |

En la figura 07 se muestra la variación de la concentración de PAS respecto a las 07 áreas de monitoreo, reportando el mayor valor en el Ecoparque con 20,2 t/km²/mes; el menor valor se obtuvo en mayo en el parque Tupac Amaru, manteniendo la misma relación en los 03 meses de evaluación. Así mismo se observa que para todas las áreas verdes en el mes de junio se reporta las mayores concentraciones esto se relaciona con el alto flujo vehicular debido a la fiesta de San Juan, en mayo se reporta la menor concentración de PAS, valores que al compararlos con el nivel referencial permisible, establecido por la OMS (5 t/km²/mes), todos exceden dicho valor.

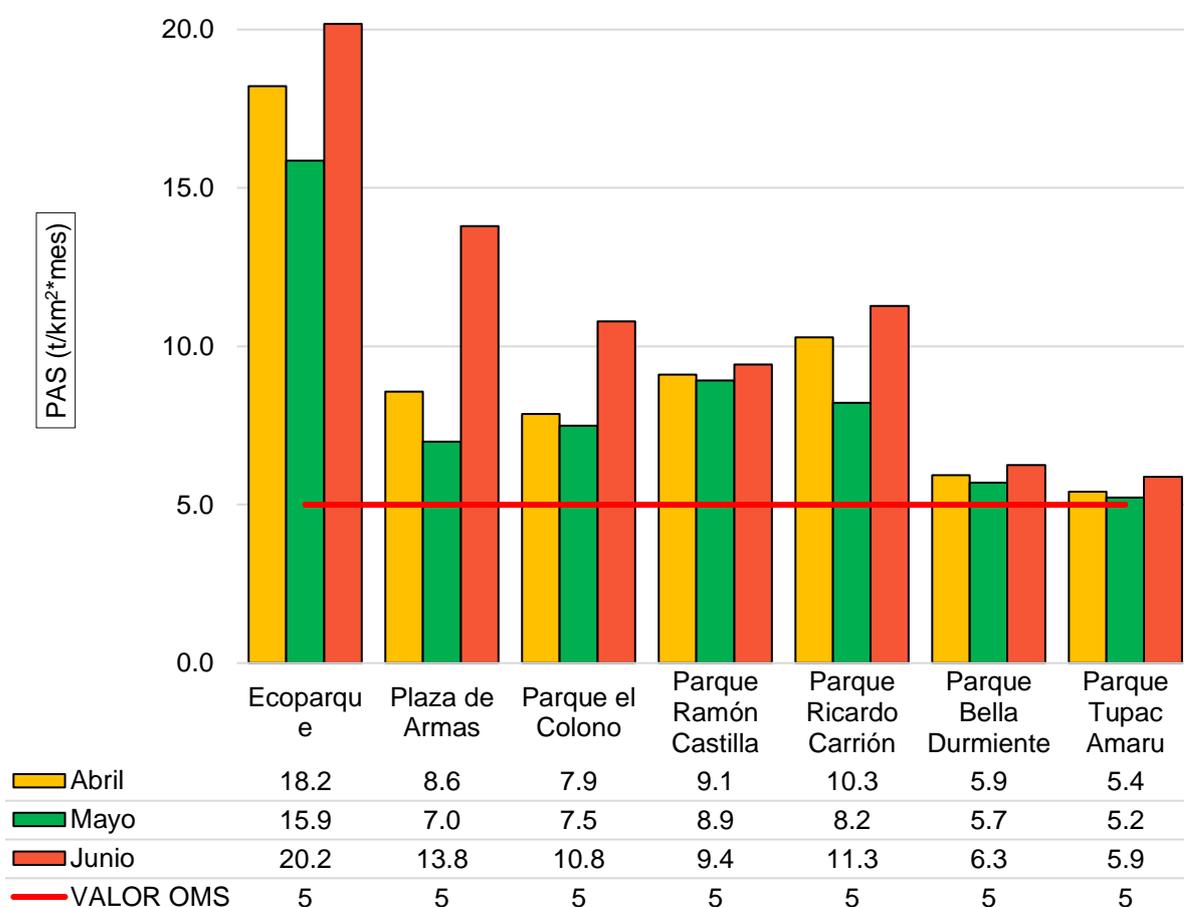


Figura 07. Variación de concentración de PAS en las 07 áreas verdes respecto al nivel referencial permisible, establecido por la OMS

4.4. Caracterización de microorganismos patógenos presentes en las partículas atmosféricas sedimentables

4.4.1. Caracterización de bacterias

En el cuadro 19 se detalla la diversidad de bacterias caracterizadas en el mes abril mediante métodos de coloración Gram y diferenciación bioquímica, obteniendo la mayor diversidad en el parque El Colono (10 géneros), seguido por el Ecoparque, Ricardo Carrión, Plaza de Armas, Ramón Castilla, Túpac Amaru y el de menor diversidad en el parque Bella durmiente (3 géneros).

Cuadro 19. Diversidad de bacterias caracterizadas en el mes de abril

| Área | Método de caracterización | | Diversidad |
|------------------------|--|--|------------|
| | Coloración Gram | Diferenciación bioquímica | |
| Ecoparque | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) <i>Bacillus sp</i> (Gram +) <i>Streptobacillus sp</i> (Gram +) | <i>Pantoea agglomerans</i> , <i>Serratia rubidaea</i> , <i>Enterobacter hafniae</i> , <i>Serratia liquefaciens</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Shigella sp.</i> | 9 |
| Plaza de Armas | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Enterobacter hafniae</i> , <i>Pantoea agglomerans</i> , <i>Serratia marcescens</i> | 4 |
| Parque el Colono | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) <i>Bacillus sp</i> (Gram +) <i>Lactobacillus sp</i> (Gram +) | <i>Pantoea agglomerans</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Escherichia sp.</i> <i>Morganella morgani</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Serratia rubidaea</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> | 10 |
| Parque Ramón Castilla | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Serratia liquefaciens</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Pantoea agglomerans</i> | 4 |
| Parque Ricardo Carrión | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) <i>Bacillus sp</i> (Gram +) | <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Serratia rubidaea</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Pantoea agglomerans</i> , <i>Morganella morgani</i> | 7 |
| Parque Bella Durmiente | <i>Bacillus sp</i> (Gram +) | <i>Pantoea agglomerans</i> , <i>Enterobacter hafniae</i> | 3 |
| Parque Tupac Amaru | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Enterobacter hafniae</i> , <i>Shigella sp.</i> <i>Morganella morgani</i> | 4 |

El cuadro 20 muestra la diversidad de bacterias caracterizadas en el mes de mayo mediante métodos de Coloración Gram y diferenciación bioquímica, obteniendo la mayor diversidad en el parque El Colono con 8 géneros diferentes, seguido por el Ecoparque, Ricardo Carrión, Plaza de Armas, Ramón Castilla, Túpac Amaru y Bella durmiente con 2 géneros.

Cuadro 20. Diversidad de bacterias caracterizadas en el mes de mayo

| Área | Método de caracterización | | Diversidad |
|------------------------|--|--|------------|
| | Coloración Gram | Diferenciación bioquímica | |
| Ecoparque | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Pantoea agglomerans</i> , <i>Enterobacter hafniae</i> , <i>Serratia liquefaciens</i> | 6 |
| | <i>Bacillus sp</i> (Gram +) <i>Enterobacter sp</i> (Gram -) | | |
| Plaza de Armas | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Pantoea agglomerans</i> , <i>Serratia liquefaciens</i> , <i>Citrobacter freundii</i> | 4 |
| Parque el Colono | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) <i>Bacillus sp</i> (Gram +) | <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter hafniae</i> , <i>Serratia rubidaea</i> , <i>Escherichia sp.</i> <i>Pantoea agglomerans</i> | 8 |
| Parque Ramón Castilla | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Serratia liquefaciens</i> , <i>Pantoea agglomerans</i> | 3 |
| Parque Ricardo Carrión | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) <i>Enterobacter sp</i> (Gram -) | <i>Pantoea agglomerans</i> , <i>Enterobacter hafniae</i> , <i>Escherichia sp.</i> <i>Serratia rubidaea</i> | 5 |
| Parque Bella Durmiente | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Pantoea agglomerans</i> | 2 |
| Parque Túpac Amaru | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Morganella morganii</i> , <i>Serratia liquefaciens</i> | 3 |

El cuadro 21 detalla la diversidad de bacterias caracterizadas en el mes de junio mediante métodos de coloración Gram y diferenciación bioquímica, reportando la mayor diversidad en el parque Colono con 12 géneros diferentes, seguido por el Ecoparque, Ricardo Carrión, Plaza de Armas, Ramón Castilla, Túpac Amaru y el de menor diversidad en parque Bella durmiente con 4 géneros.

Cuadro 21. Diversidad de bacterias caracterizadas en el mes de junio

| Área | Método de caracterización | | Diversidad |
|------------------------|---------------------------------------|--|------------|
| | Coloración Gram | Diferenciación bioquímica | |
| Ecoparque | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Enterobacter hafniae, Pantoea agglomerans, Serratia liquefaciens, Serratia rubidaea, Morganella morganii, Klebsiella pneumoniae, Shigella sp.</i> | 11 |
| | <i>Bacillus sp</i> (Gram +) | | |
| | <i>Enterobacter sp</i> (Gram -) | | |
| | <i>Streptobacillus sp</i> (Gram +) | | |
| Plaza de Armas | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Enterobacter hafniae, Serratia liquefaciens, Pantoea agglomerans, Serratia marcescens</i> | 6 |
| | <i>Enterobacter sp</i> (Gram -) | | |
| Parque el Colono | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Enterobacter hafniae, Serratia marcescens, Pantoea agglomerans, Escherichia sp. Morganella morganii, Klebsiella pneumoniae</i> | 12 |
| | <i>Bacillus sp</i> (Gram +) | | |
| | <i>Enterobacter sp</i> (Gram -) | | |
| | <i>Lactobacillus sp</i> (Gram +) | | |
| Parque Ramón Castilla | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Pantoea agglomerans, Enterobacter hafniae, Serratia liquefaciens, Citrobacter freundii</i> | 6 |
| | <i>Bacillus sp</i> (Gram +) | | |
| Parque Ricardo Carrión | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Serratia liquefaciens, Pantoea agglomerans, Enterobacter hafniae, Serratia rubidaea, Shigella sp. Serratia marcescens</i> | 9 |
| | <i>Bacillus sp</i> (Gram +) | | |
| | <i>Enterobacter sp</i> (Gram -) | | |
| Parque Bella Durmiente | <i>Bacillus sp</i> (Gram +) | <i>Enterobacter hafniae, Serratia rubidaea, Pantoea agglomerans</i> | 4 |
| Parque Tupac Amaru | <i>Staphylococcus sp</i> (Gram +) | <i>Escherichia sp. Pantoea agglomerans, Shigella sp.</i> | 5 |
| | <i>Enterobacter sp</i> (Gram -) | | |

4.4.2. Caracterización de hongos

En el cuadro 22 se muestra la diversidad de géneros de hongos identificados en el mes de abril, obteniendo el mayor valor en el parque El Colono con 6 géneros, seguido por el Ecoparque, Ricardo Carrión, Plaza de Armas, Ramón Castilla, Túpac Amaru y el de menor diversidad en el parque Bella Durmiente con solo 2 géneros; el predominante es *Aspergillius sp.*

Cuadro 22. Diversidad de género de hongos en las 07 áreas verdes de Tingo María en el mes de abril

| Área | Género | Diversidad |
|------------------------|---|------------|
| Ecoparque | <i>Fusarium sp. Aspergillius sp. Geotrichum sp. Penicillium sp. Epirophyton sp.</i> | 5 |
| Plaza de Armas | <i>Candida sp. Aspergillius sp. Geotrichum sp.</i> | 3 |
| Parque el Colono | <i>Geotrichum sp. Aspergillius sp. Candida sp. Epirophyton sp. Penicillium sp. Fusarium sp.</i> | 6 |
| Parque Ramón Castilla | <i>Candida sp. Fusarium sp. Epirophyton sp.</i> | 3 |
| Parque Ricardo Carrión | <i>Monosporium sp. Aspergillius sp. Geotrichum sp. Fusarium sp.</i> | 4 |
| Parque Bella Durmiente | <i>Geotrichum sp. Aspergillius sp.</i> | 2 |
| Parque Tupac Amaru | <i>Geotrichum sp. Geotrichum sp. Penicillium sp. Aspergillius sp.</i> | 3 |

En el cuadro 23 se muestra la diversidad de géneros de hongos identificados en el mes de mayo, obteniendo el mayor valor en el parque El Colono con 5 géneros, seguido por el Ecoparque, Ricardo Carrión, Plaza de Armas, Ramón Castilla, Túpac Amaru y Bella Durmiente en estos 2 últimos solo se identificó 1 género; el predominante es *Geotrichum sp.*

Cuadro 23. Diversidad de género de hongos en las 07 áreas verdes de Tingo

María en el mes de mayo

| Área | Género | Diversidad |
|------------------------|---|------------|
| Ecoparque | <i>Epirophyton sp. Aspergillius sp. Fusarium sp. Geotrichum sp.</i> | 4 |
| Plaza de Armas | <i>Trichoderma sp. Fusarium sp. Geotrichum sp.</i> | 3 |
| Parque el Colono | <i>Richosporium sp. Fusarium sp. Penicillium sp. Blastomyces sp. Aspergillius sp.</i> | 5 |
| Parque Ramón Castilla | <i>Geotrichum sp. Fusarium sp.</i> | 2 |
| Parque Ricardo Carrión | <i>Aspergillius sp. Epirophyton sp. Fusarium sp.</i> | 3 |
| Parque Bella Durmiente | <i>Geotrichum sp.</i> | 1 |
| Parque Tupac Amaru | <i>Geotrichum sp.</i> | 1 |

El cuadro 24 muestra la diversidad de géneros de hongos identificados en el mes de junio, reportando el mayor valor en el parque El Colono con 8 géneros, seguido por el Ecoparque, Ricardo Carrión, Plaza de Armas, Ramón Castilla, Túpac Amaru y Bella Durmiente en estos 2 últimos solo se identificó 3 géneros; los predominantes son *Aspergillius sp.* y *Geotrichum sp.*

Cuadro 24. Diversidad de género de hongos en las 07 áreas verdes de Tingo

María en el mes de junio

| Área | Género | Diversidad |
|------------------------|---|------------|
| Ecoparque | <i>Geotrichum sp. Aspergillius sp. Rhizopus sp. Fusarium sp. Epirophyton sp. Botrytis sp.</i> | 6 |
| Plaza de Armas | <i>Aspergillius sp. Geotrichum sp. Candida sp. Trichoderma sp. Fusarium sp.</i> | 5 |
| Parque el Colono | <i>Aspergillius sp. Rhizopus sp. Trichophyton sp. Mucor sp. Fusarium sp. Geotrichum sp. Cándida sp. Penicillium sp.</i> | 8 |
| Parque Ramón Castilla | <i>Rhizopus sp. Geotrichum sp. Epirophyton sp. Fusarium sp.</i> | 4 |
| Parque Ricardo Carrión | <i>Aspergillius sp. Monosporium sp. Geotrichum sp. Epirophyton sp. Fusarium sp. Penicillium sp.</i> | 6 |
| Parque Bella Durmiente | <i>Geotrichum sp. Aspergillius sp. Fusarium sp.</i> | 3 |
| Parque Tupac Amaru | <i>Aspergillius sp. Geotrichum sp. Penicillium sp.</i> | 3 |

4.4.3. Microorganismos patógenos

En el cuadro 25 se muestran las bacterias patógenas caracterizadas, grado de patogenicidad y las afecciones o enfermedades que estas causan, de las 14 especies identificadas las más patógenas para el hombre son *Klebsiella sp*, *Staphylococcus sp*, *Pantoea agglomerans*, *Shigella sp*.

Cuadro 25. Diversidad de Bacterias patógenas para el hombre

| Especies identificadas | Patogenicidad | Afecciones o enfermedades |
|------------------------------|----------------------|--|
| <i>Staphylococcus sp.</i> | Patógeno | Infecciones cutáneas o mucosas, foliculitis abscesos profundos, meningitis, neumonía, etc. |
| <i>Bacillus sp.</i> | Toxoinfección | Disentería hemorrágica |
| <i>Streptobacillus sp.</i> | Patógeno | Infecciones cutáneas, fiebre |
| <i>Enterobacter sp.</i> | Oportunista | Infecciones vías urinarias, respiratorias, cutáneas |
| <i>Pantoea agglomerans</i> | Oportunista | Artritis, sinovitis, infecciones nosocomiales |
| <i>Serratia rubidaea</i> | Oportunista | Agente causal de infecciones del tracto respiratorio |
| <i>Enterobacter hafniae</i> | Oportunista | Gastroenteritis, neumonía, entre otros |
| <i>Serratia liquefaciens</i> | Patógeno oportunista | Infecciones en la sangre, pulmones y vías urinarias |
| <i>Citrobacter freundii</i> | Patógeno oportunista | Infecciones urinarias, del tracto respiratorio y de heridas |
| <i>Shigella sp.</i> | Patógeno entérico | Disentería, afecciones gastrointestinales |
| <i>Serratia marcescens</i> | Patógeno | Infecciones nosocomiales y urinarias. |
| <i>Escherichia sp.</i> | Patógeno | Infección del tracto urinario, y enfermedad gastrointestinal que, disentería. |
| <i>Morganella morganii</i> | Patógeno | Infecciones del tracto urinario, otro tipo de infecciones |
| <i>Klebsiella pneumoniae</i> | Patógeno | Infecciones del tracto urinario, neumonía, sepsis, malestar en vías respiratorias. |

El cuadro 26 detalla los hongos patógenos caracterizadas, su grado de patogenicidad y las afecciones o enfermedades que estos causan; De los 14 géneros identificadas los más patógenos para el hombre son *Cándida albicans*, *Rhizopus sp* y el oportunista *Aspergillius sp*. otros hongos identificados son patógenos de vegetales, pero pueden comportarse como oportunistas si hay personas con un sistema inmune vulnerable

Cuadro 26. Diversidad de hongos patógenos para el hombre

| Especies identificadas | Patogenicidad | Afecciones o enfermedades |
|-------------------------|---------------|--|
| <i>Aspergillius sp.</i> | Oportunista * | Aspergilosis, onicomycosis, otomicosis, sinusitis alérgica, el principal en neumonía |
| <i>Geotrichum sp.</i> | Oportunista * | Geotricosis |
| <i>Penicillium sp.</i> | Oportunista * | Peniciliosis |
| <i>Fusarium sp.</i> | Fitopatógeno | - |
| <i>Epirophyton sp.</i> | Patógeno | Micosis superficiales y cutáneas |
| <i>Candida sp.</i> | Oportunista * | Candidiasis |
| <i>Monosporium sp.</i> | Oportunista * | Micetoma pulmonar |
| <i>Trichoderma sp.</i> | Fitopatógeno | - |
| <i>Richosporium sp.</i> | Fitopatógeno | - |
| <i>Blastomyces sp.</i> | Patógeno | Blastomicosis |
| <i>Rhizopus sp.</i> | Oportunista | Alveolitis, zigomicosis |
| <i>Botrytis sp.</i> | Fitopatógeno | - |
| <i>Trichophyton sp.</i> | Patógeno | Dermatolitis o tiñas |
| <i>Mucor sp.</i> | Oportunista * | Mucormycosis |

* Oportunista en personas inmunocomprometidas

En la figura 08 se muestra la variación de la diversidad de microorganismos caracterizados entre bacterias y hongos en las 07 áreas de estudio por cada mes de evaluación, reportando en los parques Colono y Bella durmiente la mayor y menor diversidad respectivamente; así mismo al analizar en función a los 03 meses de evaluación se observa que en junio y mayo existen la mayor y menor diversidad respectivamente.

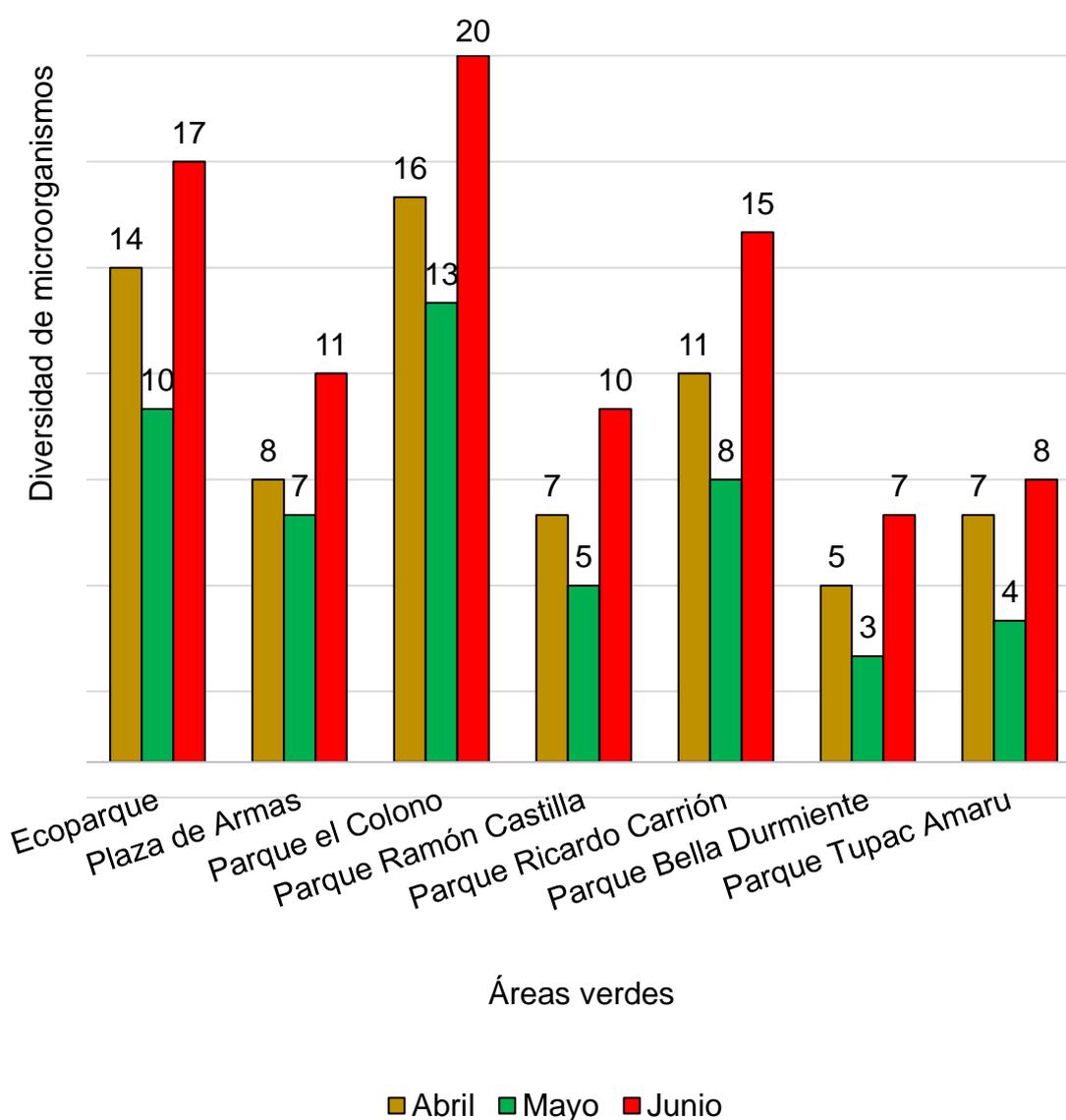


Figura 08. Diversidad total de microorganismos en cada área verde y mes de evaluación

4.5. Nivel de correlación entre las partículas atmosféricas sedimentables y los microorganismos patógenos del aire

En el cuadro 27 se muestra la correlación de Pearson realizada post a las pruebas de distribución normal, homogeneidad de varianza y ANVA (Descritas en el apéndice 6).

Cuadro 27. Correlación de Pearson entre PAS y diversidad de microorganismos patógenos

| | | Concentración de PAS (t/km ²) | Diversidad de microorganismos patógenos |
|---|------------------------|---|---|
| Concentración de PAS (t/km ²) | Correlación de Pearson | 1 | 0,613** |
| | Sig. (bilateral) | | 0,003 |
| | N | 21 | 21 |
| Diversidad de microorganismos patógenos | Correlación de Pearson | 0,613** | 1 |
| | Sig. (bilateral) | 0,003 | |
| | N | 21 | 21 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Haciendo una comparación entre $\alpha = 0,01$ y el Sig. obtenido según la correlación de Pearson se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Sig.} &< \alpha \\ 0.003 &< 0,01 \end{aligned}$$

Por consiguiente, se acepta la hipótesis nula afirmando que existe correlación estadísticamente significativa entre las partículas atmosféricas sedimentables y los microorganismos patógenos del aire a un nivel de significancia de $\alpha = 0,01$. Así mismo al comparar el índice de correlación de Pearson (0,613) con la escala descrita en el cuadro 11, se puede afirmar que existe una buena correlación ya que se encuentra en el rango (0,6 – 0,8).

V. DISCUSIÓN

El diagnóstico de las principales fuentes de contaminación microbiológica y PAS, permitió clasificar las diferentes actividades distribuidas alrededor de cada una de las 07 áreas de estudio (Cuadro 13); así mismo en la figura 05 se muestra el porcentaje de los tipos de fuentes de contaminación siendo la venta de comidas preparadas la de mayor porcentaje en el parque El Colono (62 %), en el caso del parque el Colono existe un 38 % que representa al comercio, reflejado en 4 avícolas, mercado modelo Tingo María con sus diferentes áreas (carnes, pescados y mariscos, frutas y hortalizas, comidas preparadas, jugos y refrescos, animales vivos), también se evidenció la venta informal de pescado fresco y comida rápida. Las calles descritas en el cuadro 13 son fuentes lineales de contaminación y al tránsito vehicular fuente de dispersión de PAS y patógenos (Ver anexos A del apéndice 8); lo cual contrasta con lo mencionado por REY y FULA (2005) quienes realizaron una clasificación de las fuentes de contaminación microbiológica cercanas a los puntos de muestreo teniendo en cuenta las industrias, comercio, transporte, actividades inmobiliarias, de construcción, hoteles y restaurantes, así mismo BLANCO (2006) menciona que las actividades de industria y comercio son contribuyentes importantes de emisión de PAS.

El flujo vehicular según LOZANO (2013), MARCOS *et al.* (s.d), SILVA *et al.* (2008), CORLETO y CORTEZ (2012) no fue necesario en sus estudios, simplemente asumieron un alto tránsito. Sin embargo, NAVARRO (2008), BERDUGO y RAMIREZ (2016), OMS (2005) reportan que para estudios de contaminantes atmosféricos es importante su estudio; así mismo REY y FULA (2005) lo asociaron con el incremento de colonias de microorganismos. En este contexto, en la presente investigación se realizó la cuantificación del flujo vehicular registrando según los cuadros 14 al 16 y Figura 05, el mayor y menor flujo vehicular en el parque Ramón Castilla y Tupac Amaru respectivamente en los en los 03 meses de evaluación; además se observa que en todas las áreas de estudio los meses de mayo y junio son los de menor y mayor flujo vehicular.

La concentraciones máximas de PAS obtenidas según LOZANO (2013) fue 9 t/km²/mes, MARCOS *et al.* (s.d) 11,56 t/km²/mes; CORLETO y CORTEZ (2012) 7,8 t/km²/mes; SILVA (2008) 32,8 t/km²/mes; RONCAL (2008:9) 30 t/km²/mes; en comparación con los resultados obtenidos en la presente tesis, son alarmantes respecto a los 3 primeros autores superándolas tal como se muestra en los cuadros 17 al 19 y figura 07, siendo la mayor concentración de PAS en junio en el Ecoparque (20,2 t/km²/mes) y la menor en el parque Tupac Amaru con 5,9 t/km²/mes; en abril y mayo la relación se mantuvo. Esto al evaluarlo en función a las fuentes de contaminación, la de mayor impacto es la presencia de PAS acumulado en calles circundantes al Ecoparque (Figura 29) y en función al flujo vehicular la relación es directa con la excepción del parque Ramón Castilla, esto se justifica por tener un mejor drenaje en los días de lluvia, hecho contrario al Ecoparque por donde se acumula el agua con sus sedimentos.

En la caracterización de patógenos según CRUZ y JIMÉNEZ (2006), BARAHONA (2010) las bacterias de mayor frecuencia son *Staphylococcus sp* y *Bacillus sp*; estas y otras como *Actinomyces sp*. *Enterobacter sp*. son frecuentes según ROMERO y CASTAÑEDA (2015); en los resultados de la presente tesis (cuadros 22) se muestra que de los 03 meses evaluados la mayor diversidad fue en junio en el parque Colono con 12 géneros (*Staphylococcus sp*. *Bacillus sp*. *Enterobacter sp*. *Enterobacter hafniae*, *Serratia marcescens*, *Pantoea agglomerans*, *Escherichia sp*. *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia rubidaea*, *Citrobacter freundii*) y la menor en el parque Bella Durmiente con 04 géneros (*Bacillus sp*. *Enterobacter sp*, *Serratia rubidaea*, *Pantoea agglomerans*). En el caso de hongos BLANCO (2006) identificó *Penicillium sp*. *Mucor sp*. *Rhizopus sp*. y *Alternaria sp*; así mismo (GARCIA *et al.*, 2001; CHURBA, 2008; SEMPSPH, 1999) mencionan que el más prevalente es *Aspergillus sp*. esto se contrasta con los resultados obtenidos en el cuadro 25 que indica la mayor diversidad en junio en el parque Colono con 08 géneros (*Aspergillus sp*. *Rhizopus sp*. *Trichophyton sp*. *Mucor sp*. *Fusarium sp*. *Geotrichum sp*. *Cándida sp*. *Penicillium sp*.) y la menor en el parque Bella Durmiente con 03 géneros (*Geotrichum sp*. *Aspergillus sp*. *Fusarium sp*.); en los meses abril y mayo la variación de microorganismos mostró la misma tendencia.

ROMERO y CASTAÑEDA (2015) indican que los patógenos como *Staphylococcus sp*. *Enterobacter sp*, *Bacillus sp*. dan lugar a infecciones y enfermedades como conjuntivitis, diarreas e infecciones pulmonares, BLANCO (2006) indica que hongos como *Penicillium sp*. *Mucor sp* *Rhizopus sp*. y *Alternaria sp*, están relacionados con alveolitis alérgica, asma en población

infantil; GARCIA *et al.* (2001) menciona que el género *Aspergillus sp.* es un hongo oportunista y toma ventaja en personas inmunocomprometidas; convirtiéndose en el más prevalente en suspensión aérea; al comparar con los resultados de la presente y según los diferentes grados de patogenicidad los más frecuentes son *Staphylococcus sp*, *Bacillus sp*, *Pantoea agglomerans*, *Aspergillus sp*, algunas menos frecuentes como *Shigella sp* presente en el Ecoparque y Tupac Amaru corroborando la presencia de heces de caninos; los de mayor relevancia son *Cándida sp*, *Rhizopus sp*, también se identificaron algunos fitopatógenos como *Fusarium sp*, *Trichoderma sp*, *Richosporium sp* y *Botritis sp*, oportunistas si hay personas con un sistema inmune vulnerable; esto a su vez contrasta y se justifica con los datos de la Unidad de Epidemiología y Saneamiento que reporta la presencia de IRAs hasta el mes de junio, afectando a niños de 1 a 4 años 67,7%, seguido por los menores de 2 a 11 meses; así mismo en los casos de neumonía el grupo más afectado son los niños de 1 a 4 años (45,5%) así como los mayores de 60 años (47,1%) tal como se muestra en la figura 09 los picos más altos de casos IRAs son en las semanas 21 y 25 pertenecientes a junio seguido por los de las semanas 14 y 16 que corresponden a abril seguida por las de mayo.

DE LA ROSA *et al.* (2002) citado por MENDEZ *et al.* (2015), (GREEN *et al.*, 2003), MOHR (1997) indican que al incrementarse la temperatura disminuye la diversidad de microorganismos y ocurre lo contrario cuando la humedad es alta. Esto contrasta con las temperaturas medias mensuales de la estación meteorológica UNAS ya que en mayo se reporta la mayor (25,6 °C) y la menor diversidad de microorganismos, la menor media en junio (24,6 °C) con la

mayor diversidad de patógenos. Al comparar respecto a las temperaturas registradas en cada área verde (cuadros 29, 30 y figuras 14 al 16) en los 03 meses de evaluación las menores fueron en el parque Colono inversamente proporcional con las diversidades de microorganismos y humedad relativa. RAMOS y MEZA (2017); BLANCO (2006), MENDEZ *et al.* (2015) indican que los vientos contribuyen en la proliferación y diversidad de microorganismos corroborando lo registrado por la estación meteorológica UNAS donde la mayor velocidad fue en junio (3,9 a 5,5 m/s) con un 23,3%, (Ver rosas de distribución de vientos en anexo C, apéndice 2).

La relación entre PAS y microorganismos patógenos según REY y FULA (2005) es directa, además BLANCO (2006) comprobó la relación PAS-microorganismo, justificando así gran parte de los casos de alergias incluidos dentro de las IRAs. Esto logra contrastar con lo obtenido en la presente investigación ya que en el cuadro 28 se muestra la correlación de Pearson realizadas post a las pruebas de distribución normal, homogeneidad de varianza y ANOVA (apéndice 6) lo cual permite afirmar que existe correlación estadísticamente significativa entre las PAS y los microorganismos patógenos del aire a un nivel de significancia de $\alpha = 0,01$. Así mismo al comparar el índice de correlación de Pearson (0,613) con la escala descrita en el cuadro 11, afirmamos que existe una buena correlación.

VI. CONCLUSIONES

1. Las principales fuentes de contaminación microbiológica y de partículas atmosféricas sedimentables se identificaron en función a las áreas verdes y actividades socioeconómicas como la venta de comidas preparadas, comercio, cunetas con mal drenaje, calles con abundantes PAS, presencia de heces (de caninos), transporte, etc. de las cuales la mayor cantidad se registró en el parque el Colono.
2. El flujo vehicular registrado en áreas verdes de Tingo María indica que el mayor valor se obtuvo en el parque Ramón Castilla en junio (810 Veh/15') el menor flujo vehicular en mayo en el parque Tupac Amaru con 73 Veh/15'.
3. La mayor concentración de PAS se obtuvo en junio en el Ecoparque con 20,2 t/km²/mes esto debido al elevado flujo vehicular, mientras que la menor en el parque Tupac Amaru con 5,9 t/km²/mes; la misma relación se obtuvo en los meses de abril y mayo.
4. La diversidad de microorganismos patógenos caracterizados en total son 28 géneros de los cuales 14 son bacterias y 14 hongos; la bacterias más frecuentes son *Staphylococcus sp*, *Bacillus sp*, *Pantoea agglomerans*, la menos frecuente fue *Shigella sp*. presente en el Ecoparque y Tupac Amaru corroborando la presencia de heces; los hongos de mayor relevancia son

Cándida sp, *Rhizopus sp* y el oportunista y predominante en todas las áreas de estudio *Aspergillus sp.*, también se identificaron algunos fitopatógenos como *Fusarium sp*, *Trichoderma sp*, *Richosporium sp* y *Botritis sp*. que pueden comportarse como oportunistas.

5. Según la prueba Pearson existe buena correlación estadísticamente significativa entre las concentraciones de PAS y los microorganismos patógenos del aire.

VII. RECOMENDACIONES

1. Efectuar la identificación de patógenos mediante métodos moleculares para obtener un valor de confianza más exacto.
2. Realizar monitoreos con equipos sistemáticos Equipo MAS-100 que permitan corroborar la presente investigación.
3. Realizar investigaciones sobre la influencia de los parámetros fisicoquímicos en la diversidad de patógenos y su relación con las PAS.
4. Desarrollar un programa de educación ambiental orientado al conocimiento de las IRAs y EDAs causadas de la ingestión y contacto con las PAS.
5. Utilizar la presente tesis como un antecedente de investigación para la gestión de la calidad de aire en Tingo María.
6. Que el gobierno MPLP, ejecute obras construcción de vías de evitamiento, y restringir el tránsito vehicular pesado en las avenidas Raymondi y Amazonas, así reducir la dispersión de PAS y patógenos.
7. Tomar medidas de mitigación con proyectos de filtración natural “plantaciones de musgos” ya que utilizan el PAS como fuente de energía.
8. Proponer normas nacionales respecto a los valores límites de PAS y agentes biológicos de acuerdo con la concentración de bacterias y hongos en el aire.

VIII. ABSTRACT

The atmospheric particle sediment (PAS in Spanish) house pathogenic microorganisms, the characteristics of which produce acute respiratory infections, the importance of finding these pathogens gave way to the present research, the objectives of which are to identify the pathogenic microorganisms from the air that are present in the PAS in the green areas of Tingo Maria, Peru, to diagnose the principal sources of the microbiological contamination and PAS, to determine the vehicular flow and the concentration of PAS, to characterize the pathogenic microorganisms present in the PAS and to determine the level of correlation between the PAS and the pathogenic microorganisms from the air. For the diagnosis of the sources of contamination, the socioeconomic activities of the streets adjacent to the green areas were considered, the vehicular flow was determined as a function of the vehicles that circulate in the area; the sample of the PAS was taken using the receptor method and the microbiological sample was taken using the bubble method, the statistical analysis consisted of the normal distribution, variance homogeneity, ANOVA, Tukey and Pearson tests. The results indicate the greatest concentration of PAS in June in the Eco park (20.2 t/km²/month) and the least in the Tupac Amaru park (5.2 t/km²/month) this is related in a direct manner to the vehicular flow. The diversity of the characterized pathogens was twenty eight genres, the frequent bacteria were: *Staphylococcus* sp, *Bacillus* sp, *Pantoea agglomerans*, the relevant fungi were: *Cándida* sp, *Rhizopus* sp, *Aspergillus* sp. and some phytopathogens such as *Fusarium* sp, *Trichoderma* sp, *Richosporium* sp and *Botritis* sp. According to the Pearson test, a good statistically significant correlation exists between the PAS concentration and the pathogenic microorganisms in the air.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATLAS, R., BARTHA, R. 2002. Ecología microbiana y Microbiología ambiental. Pearson Educación, Madrid, edición en español (9): 329-331, 248.
- 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. 74 p.
- BERDUGO, J.D., RAMIREZ, D.E. 2016. Incidencia del flujo vehicular en la calidad del aire en sitios críticos por población, movilidad y características geométricas de las vías en la ciudad de Cartagena. Tesis Ing. Civil. Cartagena de Indias, Colombia. Universidad de Cartagena. 140 p.
- BLANCO, L.C. 2006. Caracterización microbiológica 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): 257-285.
- CEPIS (Centro Panamericano 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):126 p.

CHURBA, J. 2008. Nuevos descubrimientos sobre un hongo causante de sinusitis y asma. Escuela de biología de la Universidad de Nottingham y del University College de Dublín. [En Línea]: (<http://www.todoalergias.com/nuevos-descubrimientos-sobre-un-hongo-causante-de-sinusitis-y-asma/20081204>, 11 set. 2018).

Constitución Política del Perú. Art 2. Perú. 29 dic. 1993.

CORLETO, A.M., CORTEZ, D.M. 2012. Comparación de los métodos de Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de polvo atmosférico sedimentable. Tesis Lic. Químico. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 161 p.

CRUZ, A.M., JIMÉNEZ, A.A. 2006. Evaluación de la Contaminación del Aire Por microorganismos oportunistas y su relación con material particulado (PM2.5 y PM10) en la Localidad de Puente Aranda. Tesis Ing. Ambiental y Sanitario. Bogotá. Universidad de La Salle. 237 p.

DE LA ROSA, M., ULLÁCAN, C. 2002. El aire: Hábitat y medio de transmisión de microorganismos. Observatorio Medioambiental ISSN: 1139-1987 (5): 375-402.

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., NOVAL, J.A. 2001. Otomicosis: aspectos clínicos y microbiológicos. Cadíz, España. Rev Diagn Biol. 50 (1): 7-22.

- GUINEA, J., PELÁEZ, T., ALCALÁ, L., BOUZA, E. 2005. Evaluación de agar Czapeck y agar de dextrosa Sabouraud para el cultivo de conidios de *Aspergillus* en el aire. *ScienceDirect*. Praga, República Checa. 53(4): 333-334.
- GONZÁLES, Y. 2012. Caracterización fisicoquímica del material particulado atmosférico de origen industrial en Andalucía. Tesis Doc. Ciudad de Huelva, España, Universidad de Huelva. 386 p.
- GREEN, C.F., SCARPINO, P.V., GIBBS, S.G. 2003. Evaluación y modelado de concentraciones de bioaerosol de hongos y bacterias en interiores. *Aerobiología* 19 (s.v): 159-169.
- HERNÁNDEZ, A.M., MARÍN, A.F. 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.
- HTM (Hospital Tingo María, Tingo María). 2018. Unidad de Epidemiología y Saneamiento. Sala de situación. 14 p.
- JIMÉNEZ, P., CALVO, M. 2005. Diagnóstico Microbiológico de la Neumonía del Adulto adquirida en la comunidad. *Revista Chilena Enfermedades Respiratorias* 21: 95-101.
- LÓPEZ, C.A. 2015. Protocolo de prácticas en microbiología general. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 6 p.

- LARA, C.A. 2018. Determinación de las concentraciones de material particulado orgánico volátil en el barrio La Esperanza, ciudad de Riobamba, por incidencia de aserraderos. Tesis Ing. Riobamba, Ecuador, Universidad Nacional de Chimborazo. 66 p.
- LOZANO, F.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.
- MARCOS, R., CABRERA, M., LAOS H., MAMANI D., VALDERRAMA A. s.d. 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 Termofluidos CEDIT, Lima. (n.esp): 49-58.
- MENDEZ, C.A., CAMACHO, J.G., ECHEVERRY, S. 2015. Identificación de bacterias y hongos en el aire de Neiva, Colombia., Rev. Salud pública. Neiva, Colombia. 17(5): 728-737.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2005. Ley general del ambiente - ley n° 28611, ley de creación, organización y funciones del ministerio del ambiente-decreto legislativo n° 1013. Lima, Perú. 168 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2017. La contaminación atmosférica y sus fuentes en el ambiente. Compendio de legislación ambiental. MINAM. Lima, Perú. 28 p.

- MINSA (Ministerio de Salud, Perú). 2011. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Dirección General de Salud Ambiental. MINSA. Lima, Perú. 46 p.
- MOHR, A. J. (1997): Destino y transporte de microorganismos en el aire. En: Hurst, C.J. et al. (Ed). Manual de microbiología ambiental. Ed. sociedad americana para microbiología, Washington
- MOREANO, D.I., PALMISANO, A.S. 2012. Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas PM10 y CO. Tesis Ing. Civil. Lima, Perú, PUCP. 80 p.
- NAVARRO, S. 2008. Análisis de flujo vehicular. [En línea]: Análisis de flujo vehicular, (<http://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/analisis-de-flujo-vehicular-cal-y-mayor.pdf>, pdf, 22junio 2018)
- OLIVA, P., GARCÍA, K., DÁVILA, R., ALFARO, M. 2001. Manual de aire puro, Programa de aire puro Manual de laboratorio. [En línea]: Manual, (<http://www.ingenieroambiental.com/Manual-laboratorio-analisis-aire.pdf>. documentos, 22 mar. 2018).
- OMS (Organización Mundial de la Salud, Washington, D.C). 2017. OMS: Contaminación del aire ambiental (en línea, sitio web). Consultado 14 set. 2018. Disponible en https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:2017-ambient-air-pollution&Itemid=42246&lang=es.

- OMS (Organización Mundial de la Salud, Washington, D.C). 2005. Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la Salud en América Latina y el Caribe, Washington DC: 23-24.
- RAMOS, R., MEZA, V. 2017. Efectos de algunos factores meteorológicos sobre la concentración de esporas de hongos en la Plaza San Martín de Lima. Scielo. Lima, Perú. 16(2): 143-149.
- REY, I.M., FULA, Y.M. 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 D.C. Tesis Ing. Ambiental y Sanitario. Puente Aranda, Bogotá. Universidad De La Salle. 152 p.
- RODRÍGUEZ, A.M. 2010. Modelación de la generación de material particulado en función de la composición del combustible. Tesis MSc. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 222 p.
- ROMERO, C.A., CASTAÑEDA, D.F. 2015. Determinación de bacterias en el aire del laboratorio de microbiología de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas asociadas a posibles afecciones en la salud. Tesis téc. Saneamiento Ambiental. Bogotá D.C. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 83 p.
- ROMERO, R. 2007. Microbiología y parasitología humana. Ed. Médica Panamericana. México. 1802 p.

- RONCAL, M.R. 2008. Monitoreo de Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la ciudad de Celendín durante el periodo abril -junio del 2008. (n.esp). Cajamarca, Perú: 71-80.
- SAAVEDRA, J.D. 2014. Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular. Tesis Ing. Ambiental. Lima, Perú. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. 117 p.
- SALDIAS, P., PAVIÈ, G. 2005. Evaluación de la gravedad en la neumonía del adulto adquirida en la comunidad. Revista Chilena Enfermedades Respiratorias 21: 103-110.
- SEMPSPH (Sociedad Española de Medicina Preventiva, Salud Pública e Higiene) y el INSALUD: 2000. Recomendaciones para la verificación de la bioseguridad ambiental respecto a hongos oportunistas. España. 16 p.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Perú). 2014. Boletín Vigilancia de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Lima y Callao. Boletín Mensual N°09. Setiembre 2014. Lima, Perú. 86 p.
- SILVA, J., MONTOYA, Z., DURÁND, R. 2008. Evaluación de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Lima-Callao/diciembre-2008. SENAMHI. Lima, Perú. 23 p.

TEORÍA de flujo vehicular. s.d. Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos Básicos de Autopistas, Segmentos Trenzados y Rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad. 20 p. [En línea]: Teoría de flujo vehicular, ([http://www.academia.edu/28893622/An%C3%A1lisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos B%C3%A1sicos de Autopistas Segmentos Trenzados y Rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad](http://www.academia.edu/28893622/An%C3%A1lisis_de_Capacidad_y_Nivel_de_Servicio_de_Segmentos_B%C3%A1sicos_de_Autopistas_Segmentos_Trenzados_y_Rampas_de_acuerdo_al_Manual_de_Capacidad_de_Carreteras_HCM2000_aplicando_MathCad), pdf, 25 feb. 2018).

UNAS (Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María). 2018. Informe de datos meteorológicos, Gabinete de meteorología y climatología de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, UNAS, Tingo María. 3 p.

RUIZ, D. 2004. Manual de estadística: Historia de la estadística. EUMED (Euro Mediterranean Network), Eumed-net (ed). Universidad de Málaga, Málaga, España. 91 p.

X. ANEXOS

Apéndice 1: Datos epidemiológicos en Tingo María-2018

Anexo A: Tendencia y número de casos de personas con Infecciones Respiratorias Agudas

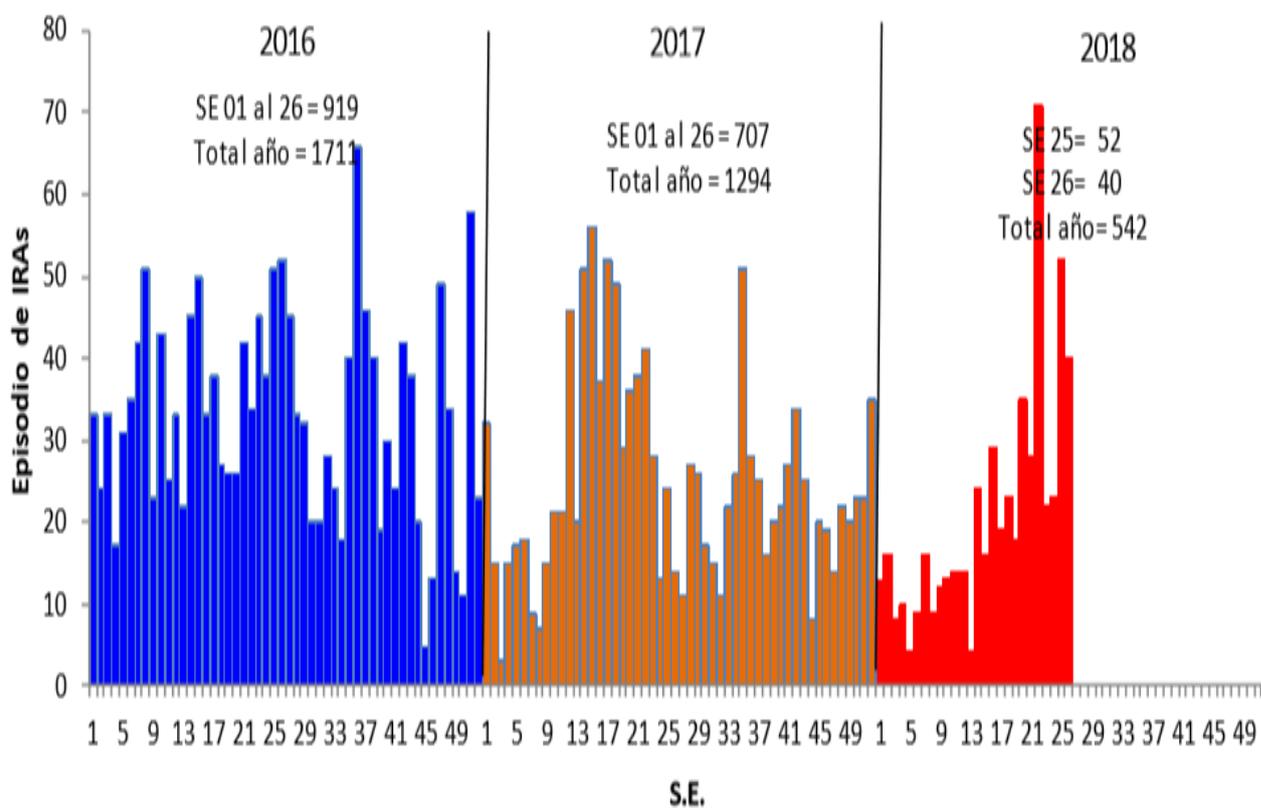


Figura 09. Tendencia de casos de IRAs en menores de 5 años HTM 2016-2018

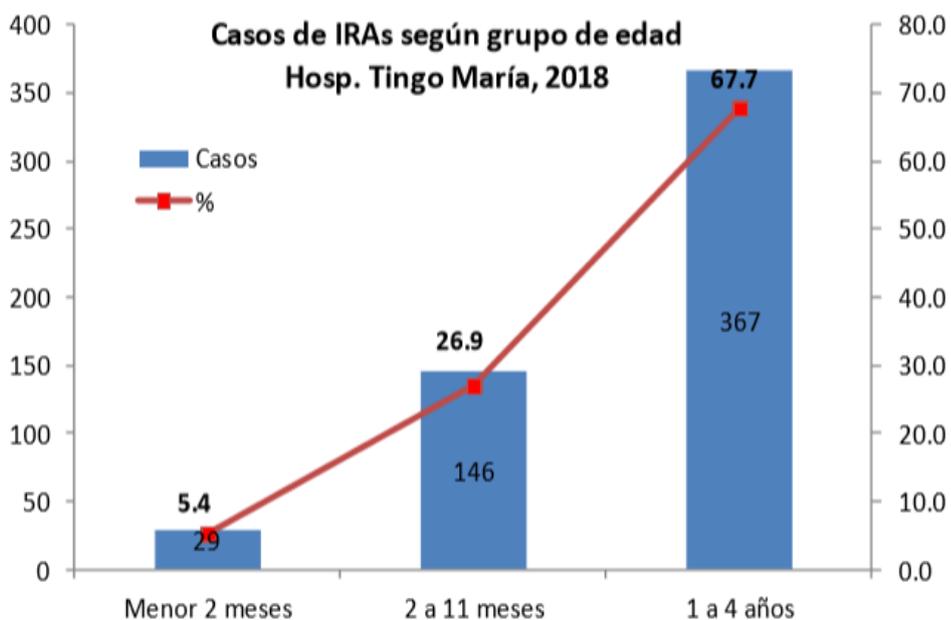


Figura 10. Casos de IRAs según grupo de edad HTM-2018

Anexo B: Tendencia y casos de neumónicas

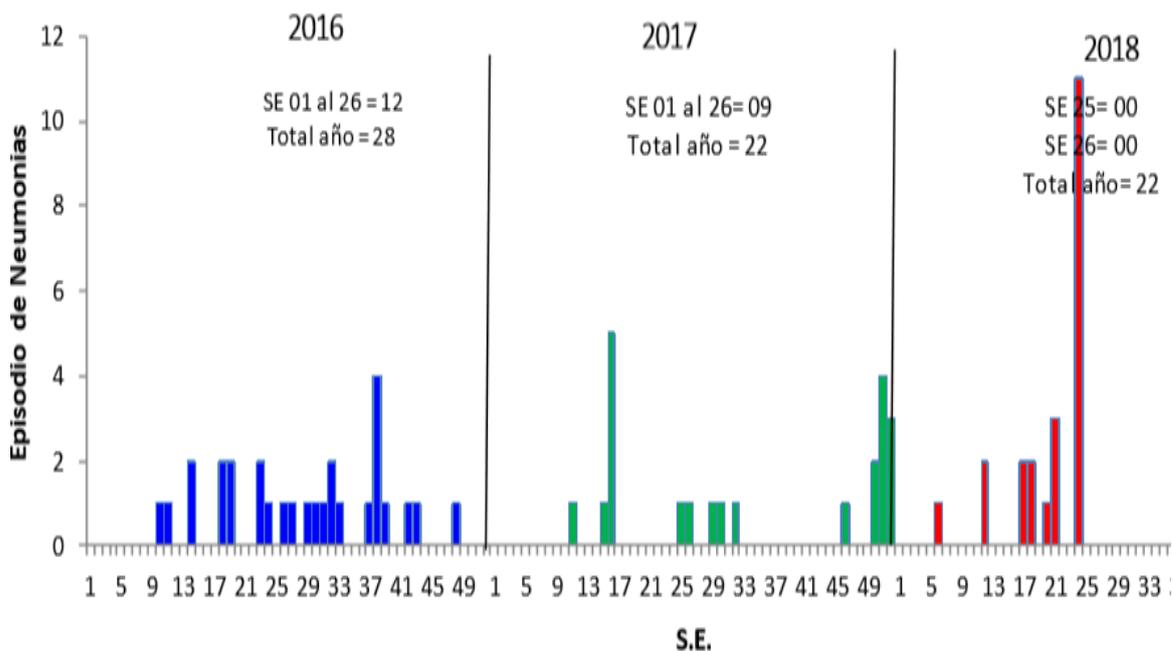


Figura 11. Tendencia de neumónicas menores de 5 años por semana – HTM 2016-2018

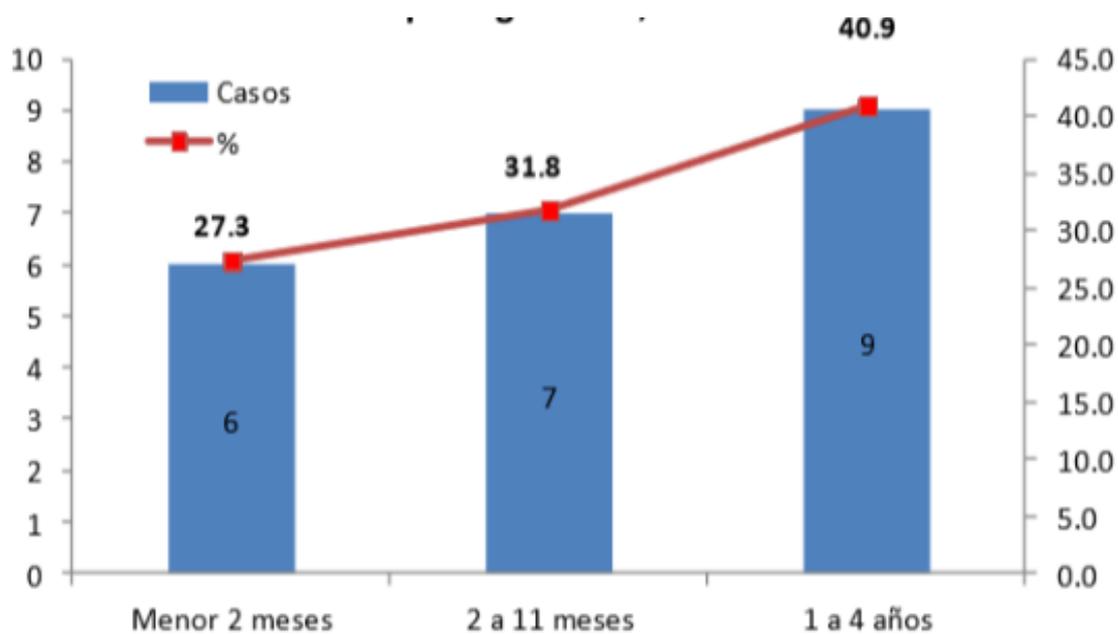


Figura 12. Casos de neumonía según grupos de edad HTM-2018

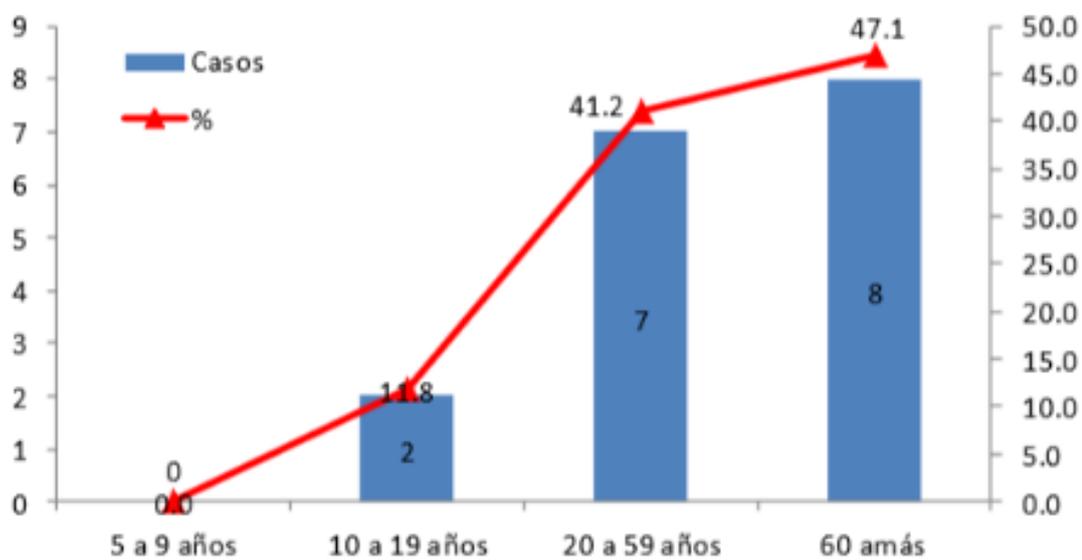


Figura 13. Casos de neumonía mayores de 5 años según grupos de edad HTM-2018

Fuente: Unidad de Epidemiología – HTM, 2018.

Apéndice 2: Datos meteorológicos en Tingo María-2018

Anexo A: Datos e interacción de temperatura y humedad relativa abril-junio, 2018

Cuadro 28. Temperatura en las 07 áreas verdes y 03 meses de evaluación

| Área | Abril | Mayo | Junio |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Temperatura (°C) | Temperatura (°C) | Temperatura (°C) |
| Ecoparque | 29,0 | 29,2 | 29,2 |
| Plaza de Armas | 30,0 | 29,8 | 29,0 |
| Parque el Colono | 29,0 | 28,6 | 28,0 |
| Parque Ramón Castilla | 31,1 | 30,0 | 31,2 |
| Parque Ricardo Carrión | 29,8 | 29,5 | 28,4 |
| Parque Bella Durmiente | 30,0 | 30,4 | 29,6 |
| Parque Tupac Amaru | 33,4 | 32,9 | 33,1 |

Cuadro 29. Humedad relativa en las 07 áreas verdes y 03 meses de evaluación

| Área | Abril | Mayo | Junio |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Humedad relativa (%) | Humedad relativa (%) | Humedad relativa (%) |
| Ecoparque | 70% | 65% | 70% |
| Plaza de Armas | 66% | 52% | 67% |
| Parque el Colono | 72% | 74% | 72% |
| Parque Ramón Castilla | 66% | 56% | 64% |
| Parque Ricardo Carrión | 70% | 68% | 69% |
| Parque Bella Durmiente | 64% | 48% | 58% |
| Parque Tupac Amaru | 62% | 46% | 52% |

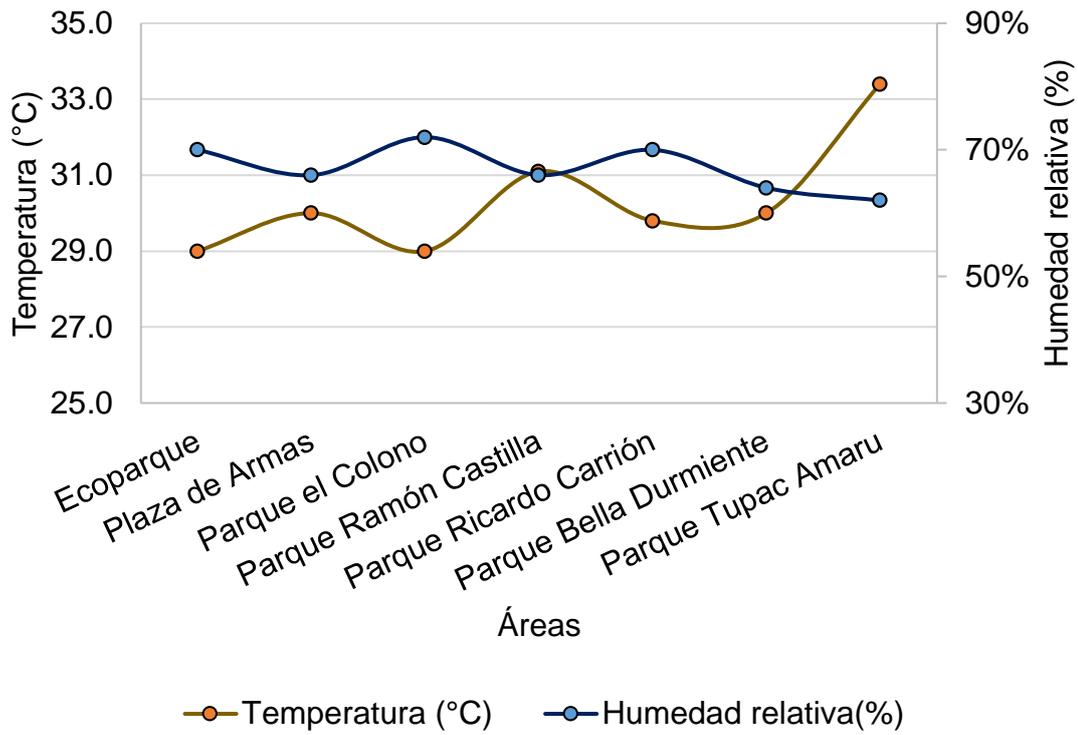


Figura 14. Interacción entre la temperatura y humedad relativa en las 07 áreas verdes – abril

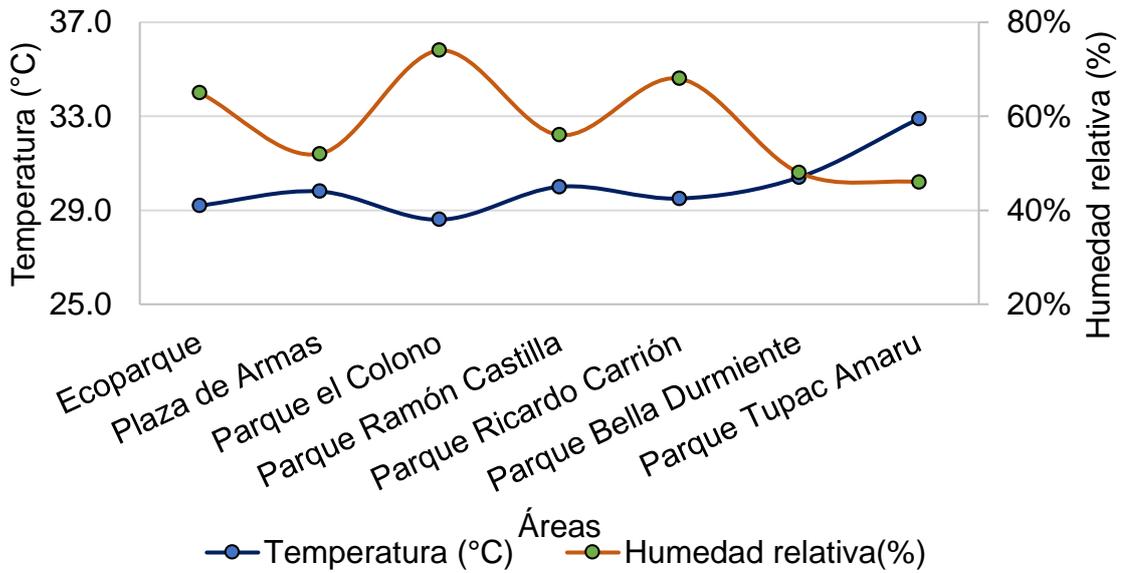


Figura 15. Interacción de la temperatura y humedad relativa en las 07 áreas verdes – mayo

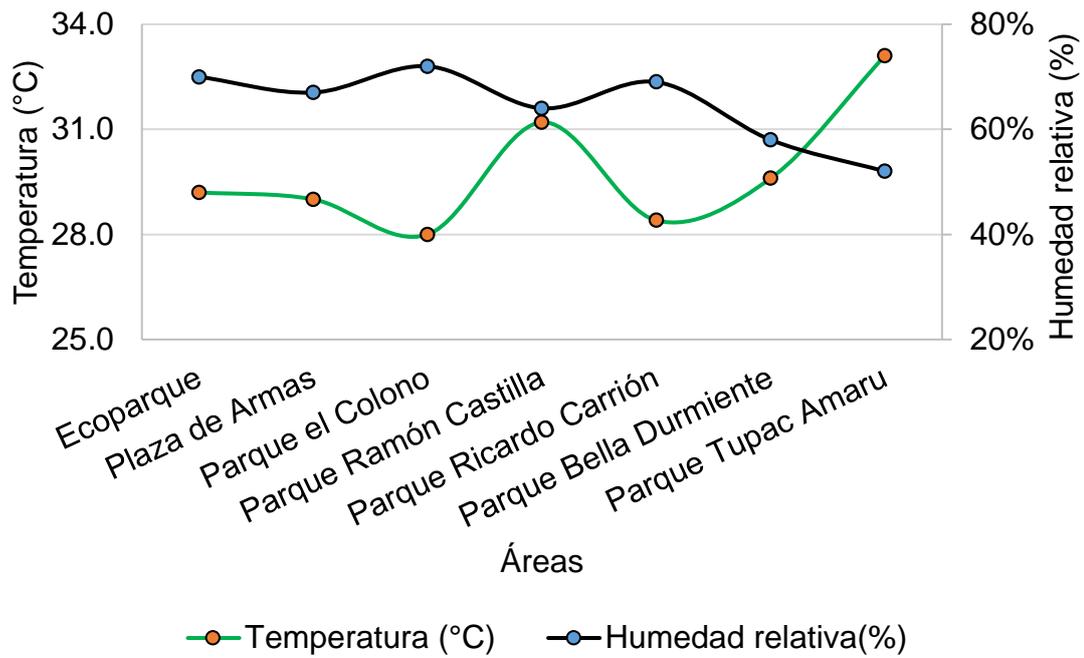


Figura 16. Interacción de la temperatura y humedad relativa en las 07 áreas verdes – junio

Anexo B: Informe de datos meteorológicos de temperatura, Humedad relativa, dirección y velocidad de viento



"Año del Buen Servicio al ciudadano"

INFORME DE DATOS METEOROLOGICOS DE TEMPERATURAS

Tingo María, 12 de Setiembre 2018

ESTACIÓN: UNAS/TINGO MARIA
MESES : ABRIL, MAYO Y JUNIO 2018 DE LA UNAS.
AÑOS : 2018

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD: 09° 18 00" SUR, LONGITUD: 76°01 00" OESTE, ALTITUD: 660 m.s.n.m.

CUADRO DE TEMPERATURAS/UNAS.:

| MESES AÑO-2018 | TEMPERATURA (°C) | | | H. R % | PRECIPITACIÓN | HORAS SOL |
|-------------------|------------------|--------|-------|-----------|---------------|--------------|
| | MAXIMA | MINIMA | MEDIA | | | |
| ABRIL | 29.9 | 20.6 | 25.4 | 81 | 224.8 | 140.2 |
| MAYO | 30.6 | 20.7 | 25.6 | 84 | 181.1 | 177.2 |
| JUNIO | 29.9 | 19.7 | 24.6 | 83 | 182.6 | 160.0 |

Es todo cuanto informo a usted para los fines del caso,

Atentamente,

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suárez
JEFE

LM/BIR.
c.c.arch.

UNAS - TINGO MARÍA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

INFORME DE DATOS METEOROLOGICOS VELOCIDADES DE VIENTOS

Tingo María, 12 de Setiembre 2018

ESTACIÓN: UNAS/TINGO MARIA.
MESES : ABRIL, MAYO Y JUNIO 2018 DE LA UNAS.
AÑOS : 2018

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD: 09° 18 00" SUR, LONGITUD: 76°01 00" OESTE, ALTITUD: 660 m.s.n.m.

CUADRO DE VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO/UNAS.:

| DIA | ABRIL 2018 | |
|-----|----------------------|----------------------|
| | DIRECCION DEL VIENTO | VELOCIDAD DEL VIENTO |
| 1 | E 91.99 | 13.0 |
| 2 | ENE 78.71 | 8.4 |
| 3 | E 84.97 | 15.6 |
| 4 | ENE 73.18 | 16.1 |
| 5 | E 85.15 | 16.4 |
| 6 | E 84.33 | 16.2 |
| 7 | ESE 103.1 | 13.1 |
| 8 | E 83.00 | 9.7 |
| 9 | ESE 100.80 | 17.9 |
| 10 | ENE 71.58 | 16.2 |
| 11 | ENE 68.43 | 28.00 |
| 12 | ESE 106.66 | 17.4 |
| 13 | E 92.97 | 13.4 |
| 14 | ESE 103.89 | 10.1 |
| 15 | ENE 76.43 | 17.6 |
| 16 | E 89.86 | 22.1 |
| 17 | ESE 112.84 | 22.9 |
| 18 | SE 128.73 | 20.6 |
| 19 | E 85.99 | 20.4 |
| 20 | ESE 101.30 | 14.7 |
| 21 | E 83.99 | 16.4 |
| 22 | E 84.00 | 17.2 |
| 23 | ENE 78.98 | 16.1 |
| 24 | ENE 76.15 | 31.2 |
| 25 | E 86.16 | 15.1 |
| 26 | E 92.40 | 12.9 |
| 27 | E 97.56 | 16.5 |
| 28 | ESE 111.48 | 29.0 |

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
GABINETE DE METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA

Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suárez
JEFE

| | | | |
|----|-----|-------------------|------|
| 29 | S | 93.99 | 19.9 |
| 30 | E | 97.33 | 21.0 |
| | | MAYO 2018 | |
| 1 | ESE | 105.19 | 16.7 |
| 2 | E | 82.82 | 23.1 |
| 3 | E | 91.11 | 15.3 |
| 4 | ESE | 112.76 | 12.2 |
| 5 | E | 87.85 | 10.6 |
| 6 | E | 80.55 | 11.6 |
| 7 | ESE | 105.59 | 17.2 |
| 8 | E | 91.81 | 20.6 |
| 9 | E | 99.19 | 20.9 |
| 10 | ESE | 102.95 | 15.9 |
| 11 | ESE | 113.39 | 12.4 |
| 12 | ENE | 68.58 | 21.8 |
| 13 | ESE | 114.26 | 19.7 |
| 14 | ESE | 111.56 | 23.2 |
| 15 | E | 81.53 | 24.7 |
| 16 | ENE | 75.25 | 21.1 |
| 17 | E | 84.73 | 20.1 |
| 18 | ESE | 110.69 | 16.9 |
| 19 | ESE | 103.94 | 34.2 |
| 20 | ENE | 77.66 | 26.2 |
| 21 | ENE | 74.35 | 20.4 |
| 22 | E | 81.41 | 23.2 |
| 23 | E | 80.89 | 22.9 |
| 24 | ENE | 76.39 | 14.4 |
| 25 | ENE | 76.37 | 20.2 |
| 26 | ENE | 76.69 | 17.3 |
| 27 | E | 89.32 | 30.2 |
| 28 | E | 91.73 | 24.4 |
| 29 | ENE | 71.44 | 21.2 |
| 30 | E | 99.14 | 20.2 |
| 31 | ENE | 74.25 | 20.7 |
| | | JUNIO 2018 | |
| 1 | ENE | 66.68 | 20.8 |
| 2 | E | 89.93 | 17.1 |
| 3 | ENE | 67.93 | 5.1 |
| 4 | ENE | 78.46 | 9.2 |
| 5 | ENE | 62.18 | 11.6 |
| 6 | ENE | 78.43 | 15.7 |
| 7 | ENE | 73.44 | 36.3 |
| 8 | E | 86.37 | 21.0 |
| 9 | ENE | 79.39 | 20.7 |
| 10 | ENE | 65.95 | 19.4 |
| 11 | ENE | 70.39 | 18.9 |
| 12 | NE | 53.98 | 12.3 |

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suarez
 JEFE

| | | | |
|----|-----|-------|------|
| 13 | ENE | 63.90 | 10.5 |
| 14 | ENE | 66.65 | 16.6 |
| 15 | E | 92.94 | 19.3 |
| 16 | ENE | 61.89 | 15.3 |
| 17 | NE | 48.17 | 13.1 |
| 18 | NE | 48.55 | 17.9 |
| 19 | NE | 57.14 | 11.4 |
| 20 | NE | 52.45 | 23.2 |
| 21 | NE | 54.14 | 23.0 |
| 22 | NE | 49.78 | 36.5 |
| 23 | NE | 55.03 | 36.0 |
| 24 | NE | 53.20 | 31.3 |
| 25 | NE | 37.06 | 20.7 |
| 26 | NE | 38.64 | 15.7 |
| 27 | NE | 55.89 | 32.7 |
| 28 | NE | 47.11 | 31.5 |
| 29 | NE | 37.86 | 25.3 |
| 30 | NE | 38.89 | 27.7 |

Es todo cuanto informo a usted para los fines del caso,

Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suárez
JEFE

LM/BIR.
c.c.arch.

Anexo C: Rosas de distribución de frecuencias de vientos

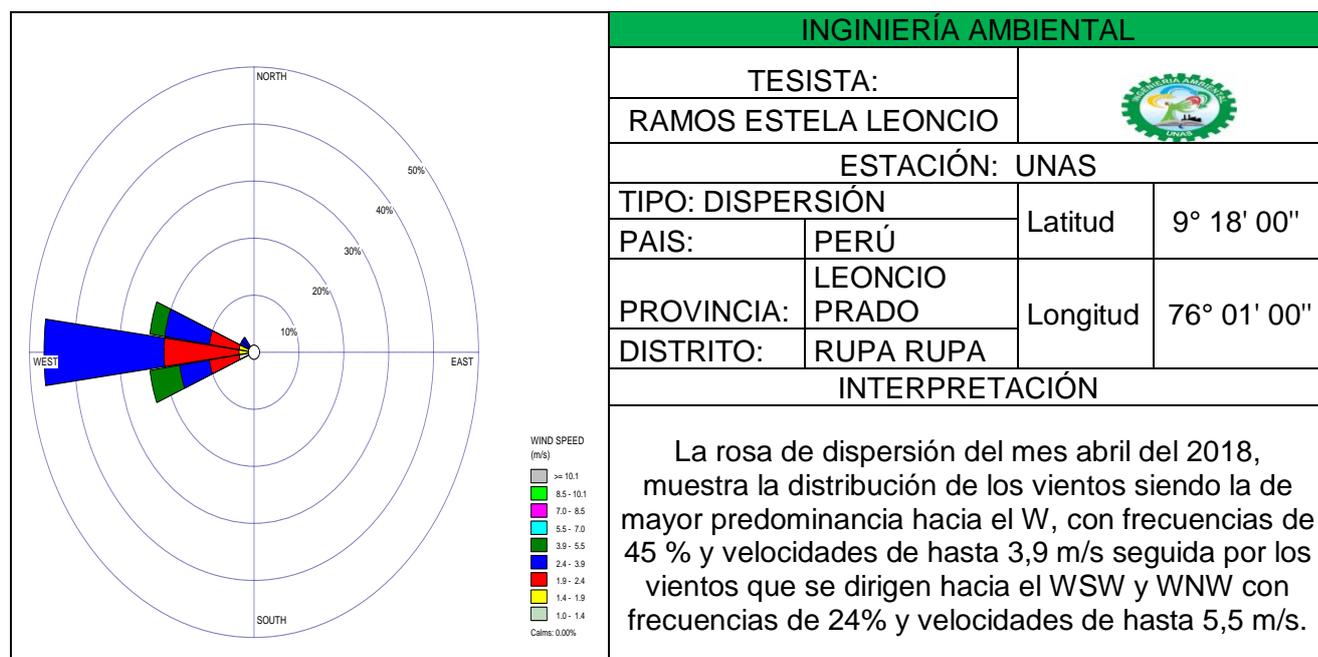


Figura 17. Rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de abril, 2018

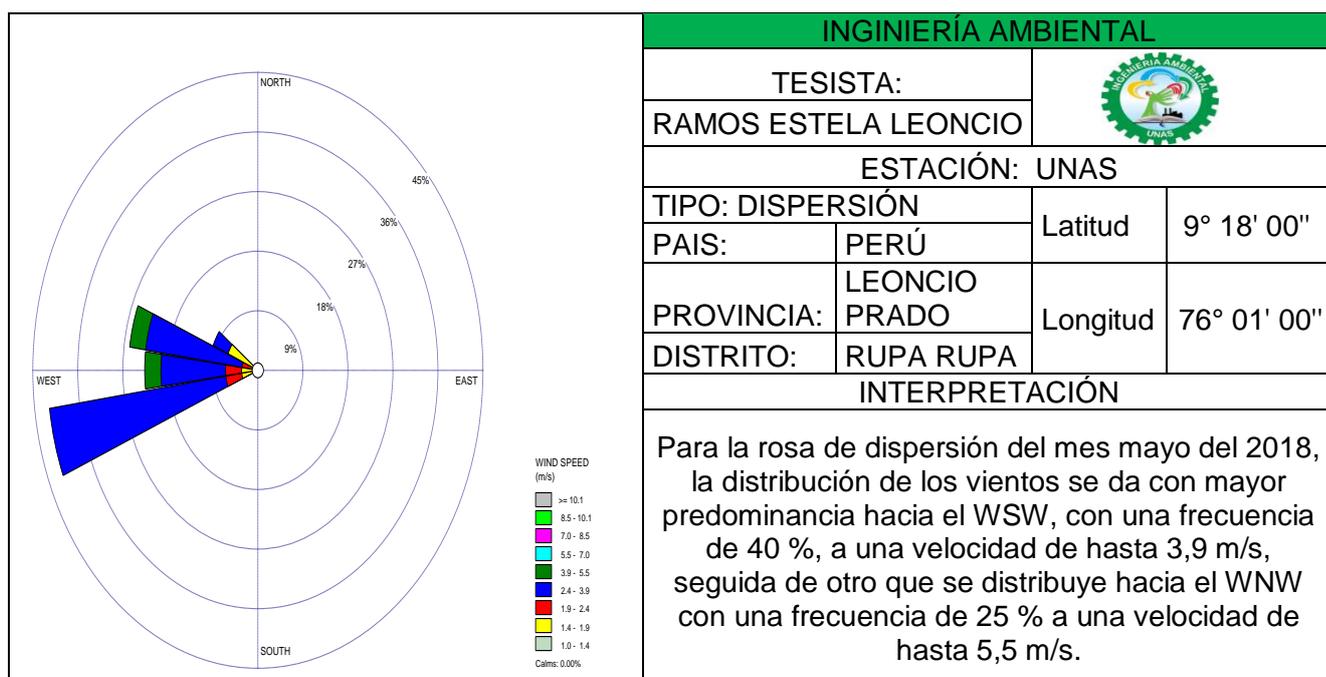


Figura 18. Rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de mayo, 2018

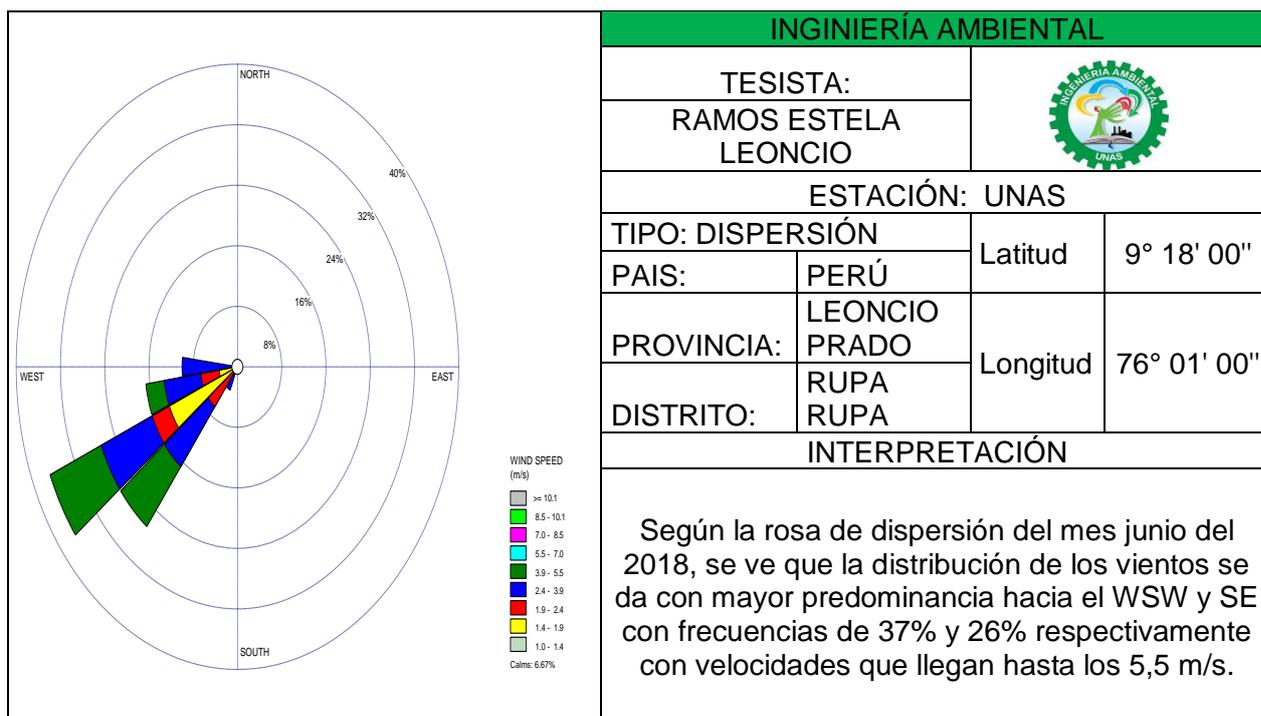


Figura 19. Rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de junio, 2018

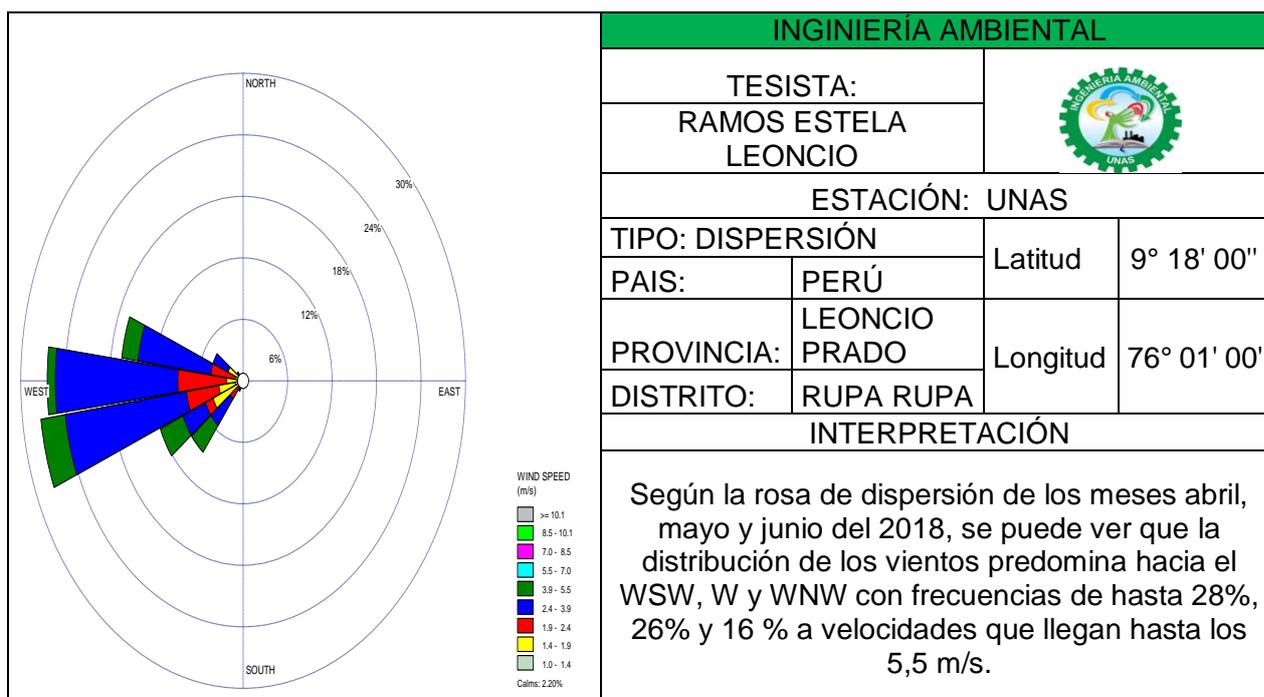


Figura 20. Rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del periodo abril - junio, 2018

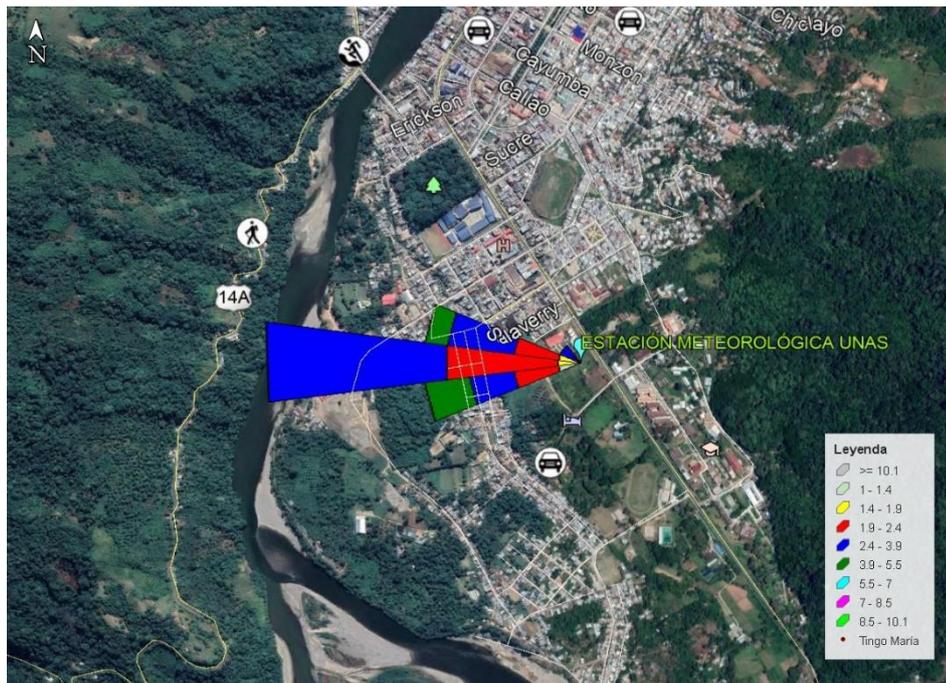


Figura 21. Vista satelital de la rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de abril, 2018



Figura 22. Vista satelital de la rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de mayo, 2018

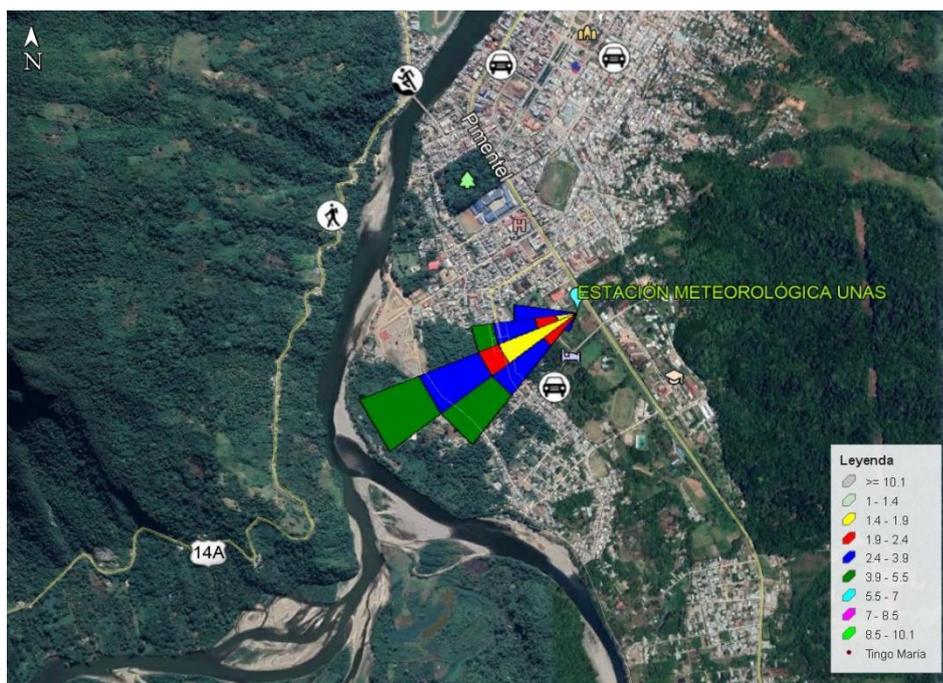


Figura 23. Vista satelital de la rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del mes de junio, 2018

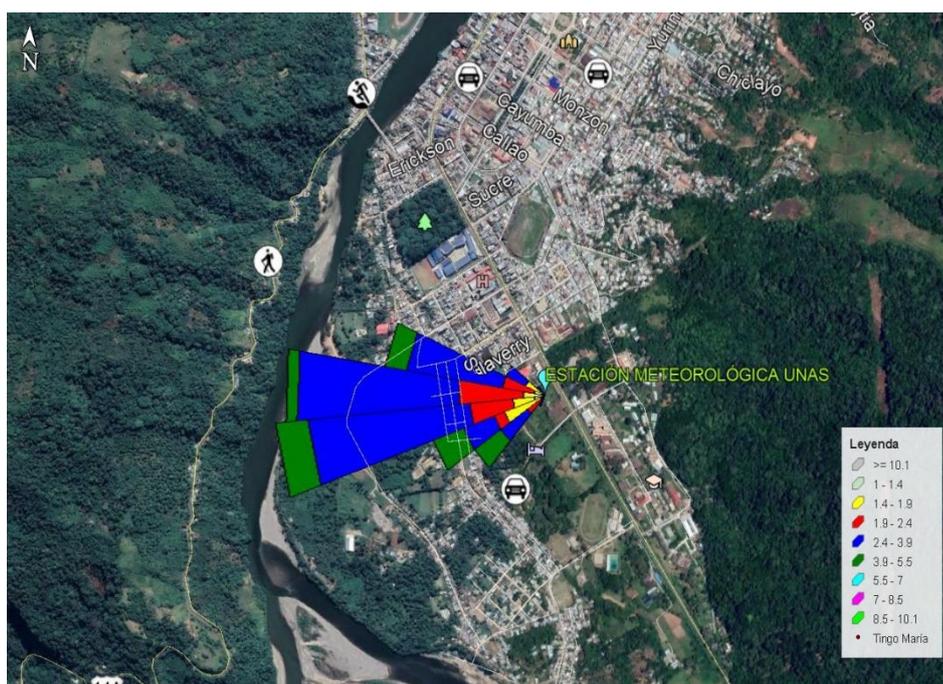
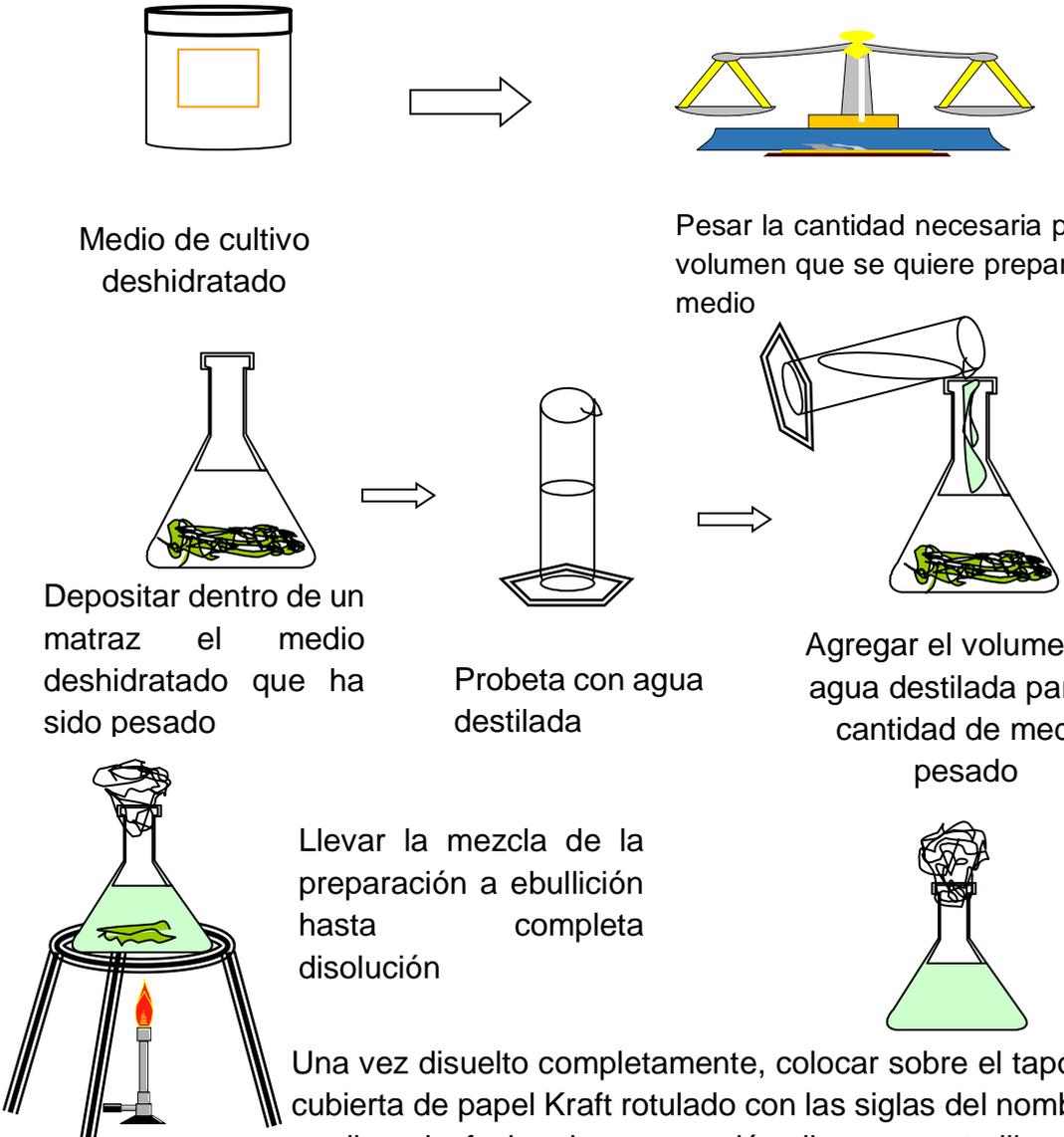


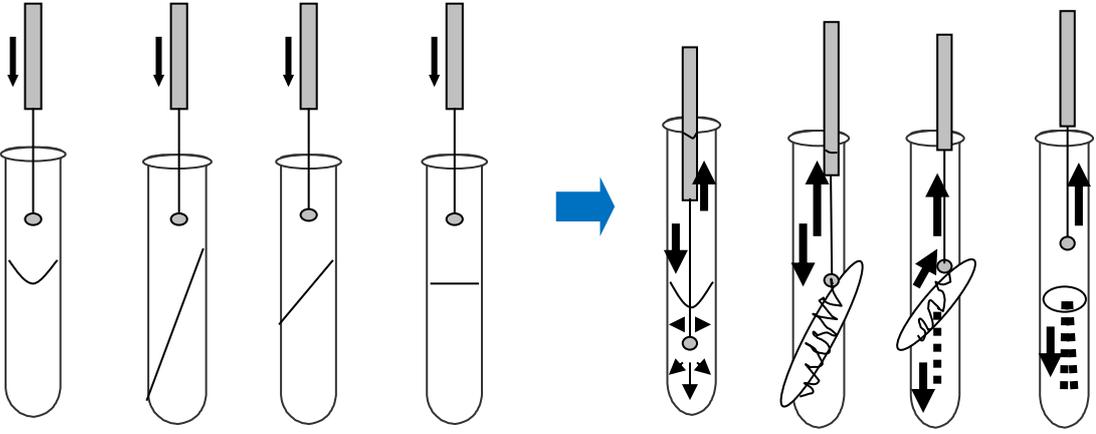
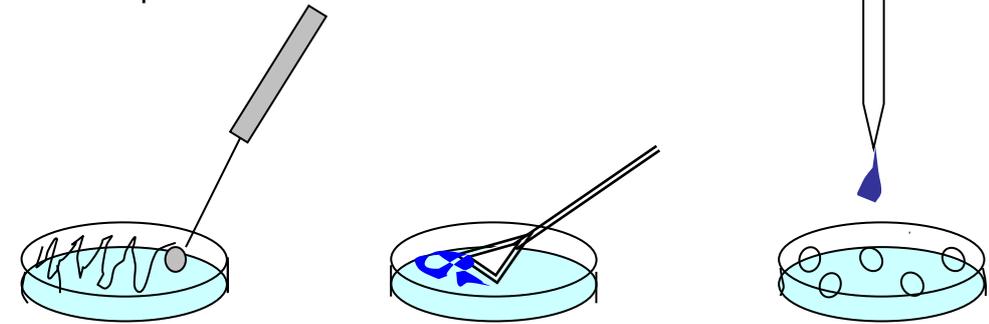
Figura 24. Vista satelital de la rosa de dispersión de la Estación Meteorológica Tingo María del periodo abril – junio, 2018

Apéndice 3: Protocolos fase laboratorio

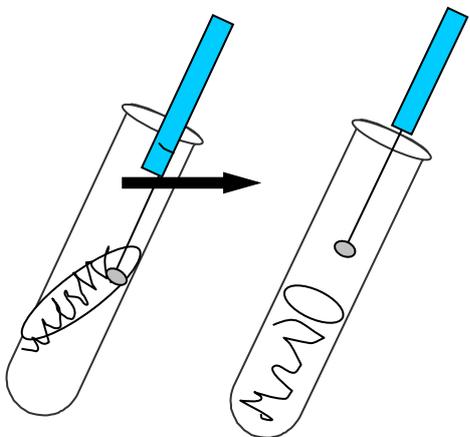
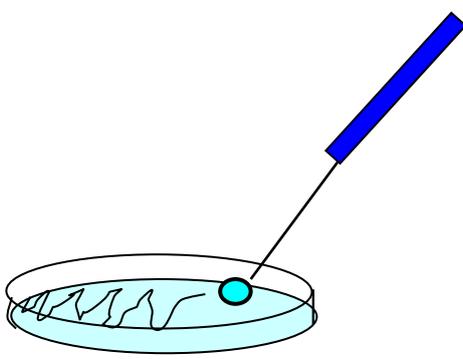
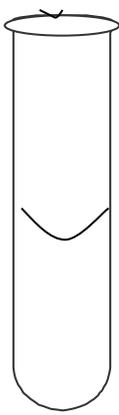
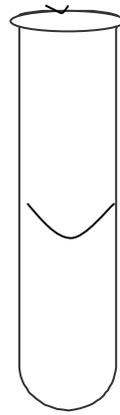
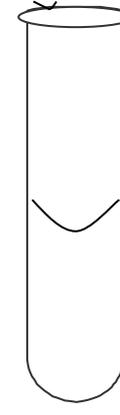
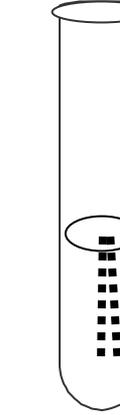
Anexo A: Protocolo para preparación de medios de cultivo

| Universidad Nacional Agraria de la Selva Protocolos de Práctica en Microbiología | Protocolo para preparación de medios de cultivo de cultivo |
|--|--|
|  <p>Medio de cultivo deshidratado</p> <p>Depositar dentro de un matraz el medio deshidratado que ha sido pesado</p> <p>Probeta con agua destilada</p> <p>Agregar el volumen de agua destilada para la cantidad de medio pesado</p> <p>Llevar la mezcla de la preparación a ebullición hasta completa disolución</p> | <p>Pesar la cantidad necesaria para el volumen que se quiere preparar del medio</p> <p>Agregar el volumen de agua destilada para la cantidad de medio pesado</p> <p>Una vez disuelto completamente, colocar sobre el tapón una cubierta de papel Kraft rotulado con las siglas del nombre del medio y la fecha de preparación. llevar a esterilizar en el autoclave a 121°C, 15 lbs. de presión, por 15 minutos. después del autoclavado si no se utiliza de inmediato, deberá conservarse en refrigeración.</p> |
| Fuente: LÓPEZ (2015) | Modificado por RAMOS ESTELA LEONCIO |

Anexo B: Protocolo de métodos de siembra microbiológica

| Universidad Nacional Agraria de la Selva Protocolos de Práctica en Microbiología | Protocolo métodos de siembra microbiológica |
|---|---|
| 1. Siembra en tubo: | |
|  <p> Caldo Plano Inclinado Pico de flauta En columna Enjuague Estrías Estrías y Puntura Puntura </p> | |
| 2. Siembra en placa: | |
| 2.1. En superficie: | |
|  <p> Estrías y agotamiento Diseminación Por goteo </p> | |
| Fuente: LÓPEZ (2015) | Modificado por: RAMOS ESTELA LEONCIO |

Anexo C: Protocolo de identificación de microorganismos (Dom. Bacteria)

| | |
|--|--|
| Universidad Nacional Agraria de la Selva Protocolos de Práctica en Microbiología | Protocolo identificación de macroorganismos (Dom. bacteria) |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>A partir de una cepa</p>  <p>Tubo con medio en plano inclinado (cepa de m.o.)</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>A partir de un cultivo primario</p>  <p>- Coger una sola colonia con el asa de siembra</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin: 10px 0;">Tomar una asada</p> <p style="text-align: center;">Sembrar en tubos con medios de cultivo diferenciales</p> <p>para gramnegativas (generalmente fam. enterobacteriaceae):</p> <p>-Sembrar una colonia elegida en cada tubo con medio diferencial</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end; text-align: center;"> <div style="width: 15%;">  <p>Caldo Peptona</p> </div> <div style="width: 15%;">  <p>Caldo MRVP</p> </div> <div style="width: 15%;">  <p>Caldo MRVP</p> </div> <div style="width: 15%;">  <p>Medio Citrato</p> </div> <div style="width: 15%;">  <p>Medio TSI</p> </div> <div style="width: 15%;">  <p>Medio LIA</p> </div> <div style="width: 15%;">  <p>Medio Urea</p> </div> </div> <p style="margin-top: 10px;">Incubar a 37°C por 24 a más horas. Leer los resultados. Agregar reactivos de confirmación a los tubos que corresponda y observar el cambio de color.</p> | |

Reactivos por utilizar:

- Prueba de Indol: Agregar 1 a 3 gotas del Reactivo KOVAC al tubo con Caldo Peptona. Si da color o anillo rojo es Positivo a Indol (metabolito proteico).
- Prueba SIM: realizar lo mismo que en indol, observar si el anillo formado es gelatinoso, de ser así se indica motilidad positiva.
- Prueba del Rojo de Metilo (RM): Agregar 2 a 3 gotas de Colorante Rojo de Metilo a uno de los tubos con caldo MRVP, si da color rojo es Positivo a RM
- Prueba de Voges Proskauer (VP): Al otro tubo de Caldo MRVP, agregar 2 a 3 gotas de KOH al 4 %, luego añadir 2 a 3 gotas del Rvo. Alfa Naftol, esperar entre 10 a 20 minutos. Una coloración rosada indica Positivo a VP.

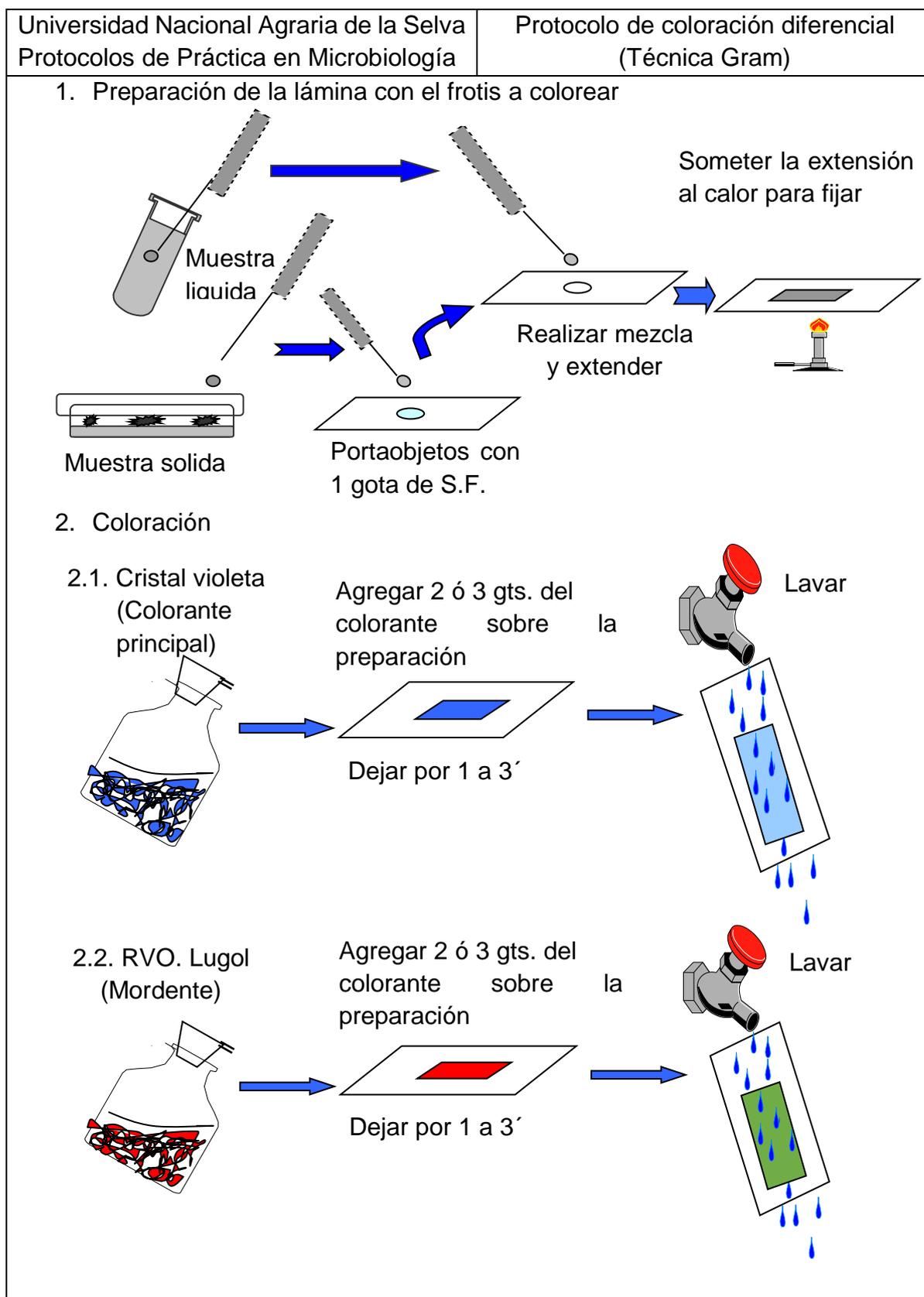
Cambios de color a observar:

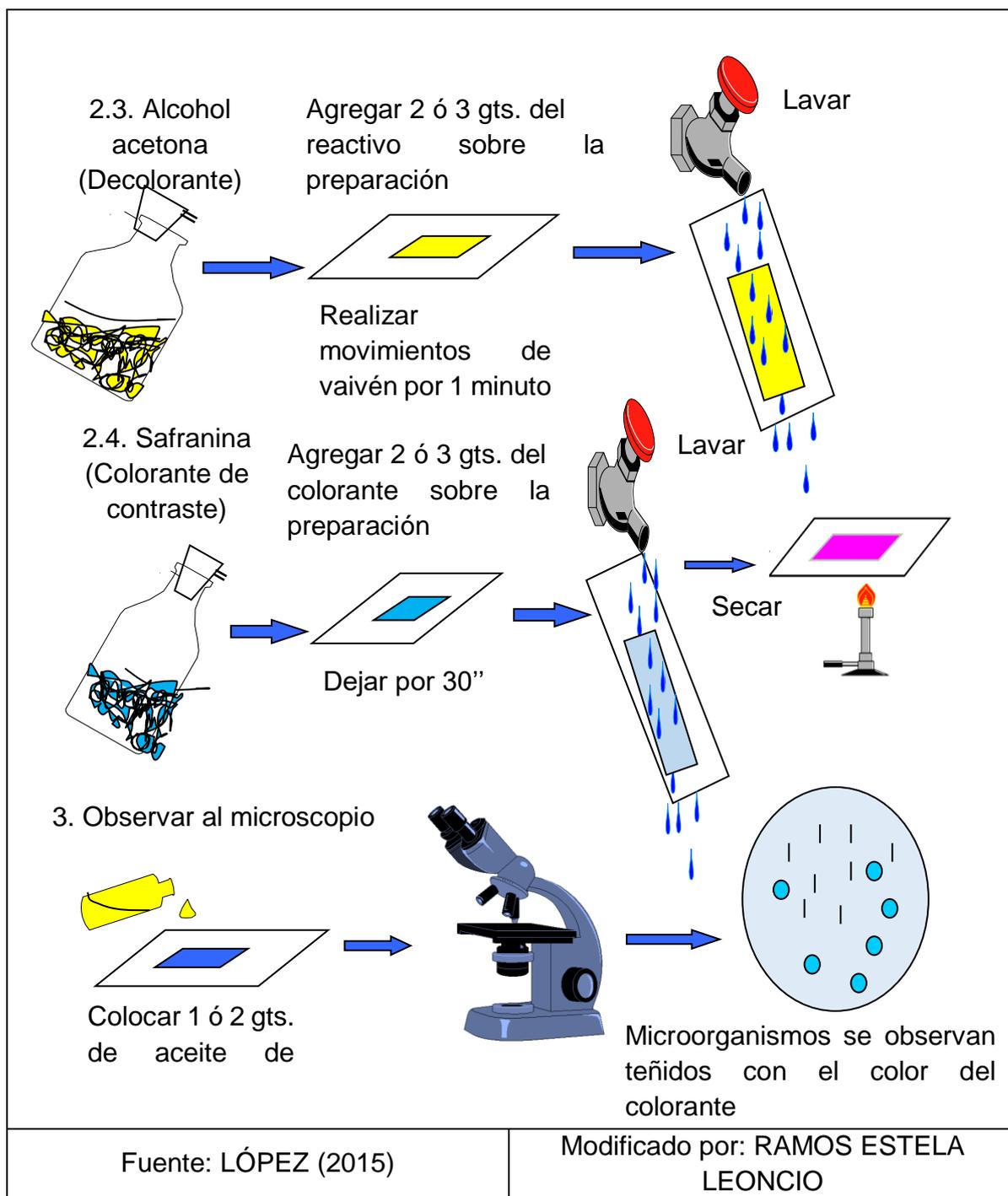
- Prueba de utilización de Citrato: Si el medio de Citrato según Simmons varía al color azul, se dice que la prueba es Positiva, porque los microorganismos utilizan el citrato como única fuente de carbono.
- Medio de TSI (utilización de Glucosa, Sacarosa y Lactosa): Dividir imaginariamente el tubo en dos porciones: La de la parte inclinada o superficie(pico) y la del fondo (profundidad). Verificar si hay cambios de color en ambas. Si del Rojo varía al 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, si hay se dice que es H₂S Positivo (Ac. sulfhídrico) colocando cruces, y asimismo detectar si se presentan burbujas de gas (CO₂), si las hay se colocan cruces según la intensidad de estas (1+, 2+, 3+, 4+). Un resultado en TSI podría 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): Similar a la lectura del medio TSI, solo que el 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 el medio cambió a coloración azul se dice que es reacción positiva.
- Prueba de Ureasa: Si el medio de Urea según Christensen varía del color amarillento a grosella o rosado intenso, se dice que es Positivo a ureasa.

Fuente: LÓPEZ (2015)

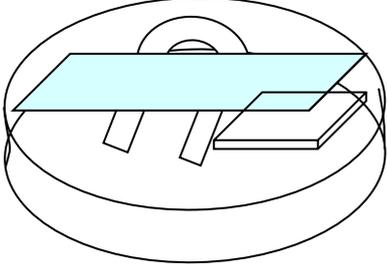
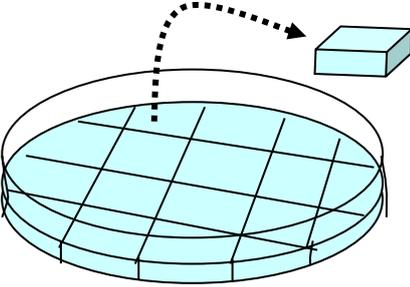
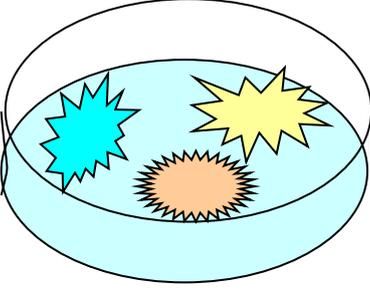
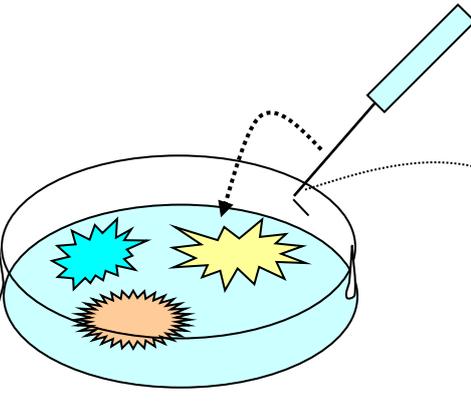
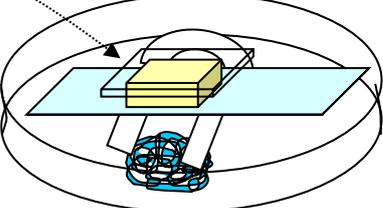
Modificado por: RAMOS ESTELA
LEONCIO

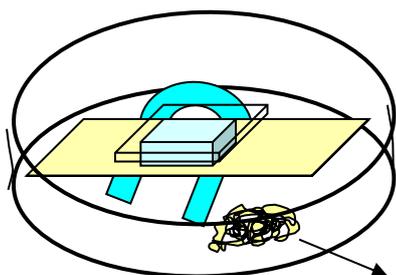
Anexo D: Protocolo de coloración diferencial (Técnica de Gram)





Anexo E: Protocolo microcultivo (Fungi)

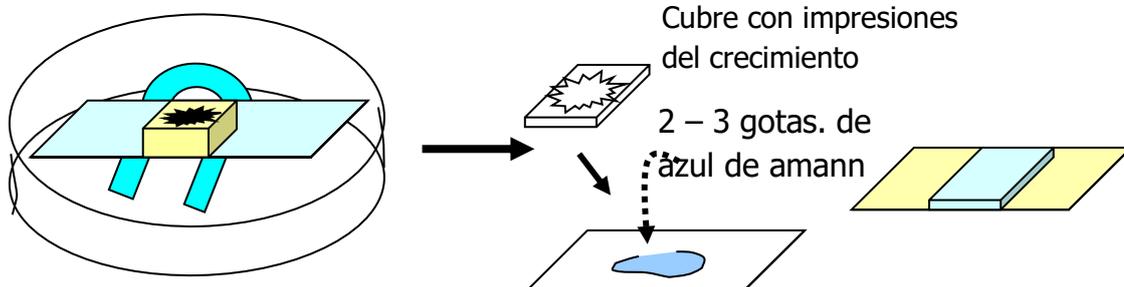
| Universidad Nacional Agraria de la Selva Protocolos de Práctica en Microbiología | Protocolo microcultivo (Fungi) |
|--|---|
| Los materiales que se utilizan son: | |
|  <p data-bbox="323 813 762 1014">Una placa Petri conteniendo: Un soporte de vidrio en forma de herradura, un porta y cubre objeto todos estériles (Esta es la placa de microcultivo).</p> |  <p data-bbox="802 768 1426 1014">Placa Petri con medio agar de Sabouraud-glucosa 4%, dividido en cubitos de 20 x 20 x 10 mm, cada cubito se coloca sobre la porta dentro de la placa de microcultivo. (El espesor del medio depositado en la placa no debe ser mayor de 10 mm)</p> |
| <p data-bbox="308 1093 786 1249">Cultivo primario de un fungi aislado de vegetales elegir una colonia por cada placa de microcultivo.</p> |  |
| <p data-bbox="323 1350 1401 1462">Elegida la colonia de fungi, con la ayuda de un anza micológica, tomar un inculo de la misma y trasladarla sobre el cubito de medio de Sabouraud que se ha colocado sobre el porta dentro de la placa de microcultivo.</p> | |
|  | <p data-bbox="810 1529 1425 1641">Colocar el cubre sobre el cubito de agar, poner dentro de la placa un algodón húmedo.</p>  |



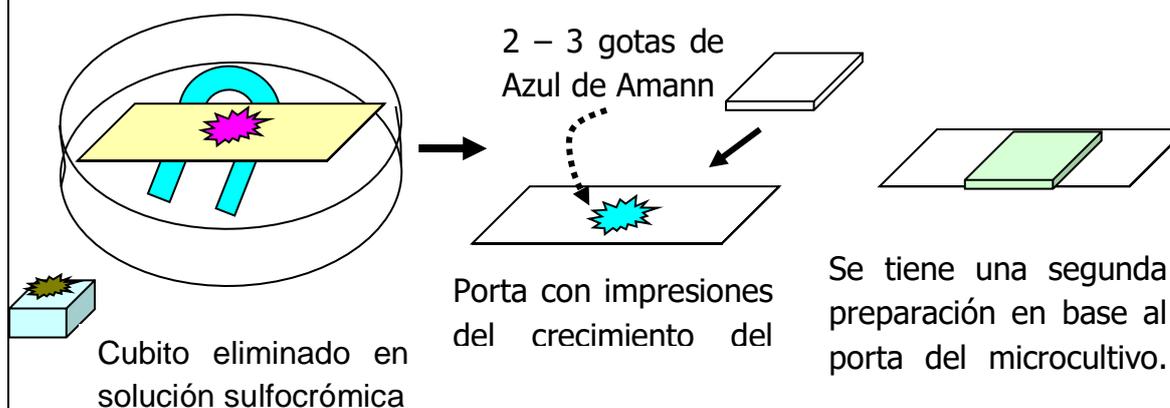
La placa de microcultivo se lleva a incubación a temperatura ambiente por 3 a 5 días. Cada día se debe verificar si el algodón aún sigue húmedo

Algodón húmedo

Al término de la incubación, retirar suavemente con ayuda de una pinza el cubre de la placa de microcultivo y colocarlo sobre un porta limpio y desengrasado al que se le ha colocado previamente 2 a 3 gotas de azul de amann. con papel secante, absorber el exceso de colorante. sellar los lados laterales con bálsamo de Canadá diluido o con esmalte de uñas transparente.



Luego eliminar el cubito de medio Sabouraud llevándolo a un recipiente con solución sulfocromica, retirar la porta de la placa de microcultivo y agregarle 2 a 3 gotas de azul de amann, añadir un cubre limpio y desengrasado. con papel secante, absorber el exceso de colorante. sellar los lados laterales con bálsamo de Canadá diluido o con esmalte de uñas transparente.



Fuente: LÓPEZ (2015)

Modificado por: RAMOS
ESTELA LEONCIO

Apéndice 4: Metodologías de preparación de placas colectoras de PAS, medios de cultivo microbiológico, siembra y caracterización

Anexo A: Preparación de placas receptoras de PAS

Se esterilizó 42 placas de polipropileno, luego mediante calentamiento con el uso de la estufa incubadora se fluidificó la vaselina, posteriormente se procedió a verter en las placas formando una película uniforme de tal manera que cubra el área de esta, pero sin que exista un volumen en exceso de vaselina. La cual constituye el elemento sensible de este método, ya que es una sustancia adherente que permite captar los contaminantes sobre la placa. Posteriormente se rotuló a cada una de las placas (SENAMHI, 2014 y LOZANO, 2013).

Anexo B: Preparación de medios de cultivo microbiológico

a. Preparación de caldo BHI

La preparación consistió en suspender 3,7 g de BHI granulado en 100 ml de agua destilada en cada uno de los 07 matraces Erlenmeyer previamente esterilizados realizando una mezcla con el apoyo del baño maría a 100 °C por 30 minutos; luego se llevó a autoclave a una presión de 15 PSI por 15 minutos de acuerdo con lo establecido en el protocolo para preparación de medios de cultivo señalado en el anexo A del apéndice 3. A los 07 matraces destinados para hongos se añadió 0,25 g de antibiótico cetraxona y de esa manera restringir el crecimiento de bacterias (HERNÁNDEZ y MARÍN, 2013; LÓPEZ, 2015).

b. Preparación de medios de crecimiento de bacterias

- 1) Agar Manitol Salado: Se suspendió 33,306 g del agar en 300 mL de agua destilada en un Erlenmeyer, a este se adicionó 1 g de agar agar (*)
- 2) Agar CLED: Se suspendió 10,8 g de agar CLED un matraz se vertió 300 mL de agua destilada por 10,8 g del agar a este se adiciona 1 g de agar (*).
- 3) Agar MacConkey: Se suspendió 15,009 g de agar MacConkey y 1 g de agar agar en 300 mL de agua destilada en un Erlenmeyer (*).
- 4) Agar M77: se suspendió peptona (1,5 g), 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 300 mL de agua destilada (*).

c. Preparación de medios de crecimiento de hongos

- 1) Agar Sabouraud: Se suspendió 19,5 g de agar Sabouraud y 1 g de agar agar en 500 mL de agua destilada (*).

d. Preparación medios de diferenciación bioquímica

- 1) Indol: Se suspendió 1 g de peptona en 200 mL de agua destilada en un matraz Erlenmeyer (*).
- 2) SIM: Se suspendió 6 g de SIM médium en 200 mL de agua destilada en un matraz Erlenmeyer (*).
- 3) Rojo de metilo (RM): Se suspendió 3,4 g de RMVP en 200 mL de agua destilada en un matraz Erlenmeyer (*).

- 4) Voges-Proskauer (VP): Se suspendió 3,4 g de RMVP en 200 mL de agua destilada en un matraz Erlenmeyer (*).
- 5) Agar hierro tres azúcares (TSI): Se suspendió 13 g de agar TSI en 200 mL de agua destilada en un Erlenmeyer (*).
- 6) Agar Lisina-Hierro (LIA): Se suspendió 6,4 g del agar en 200 mL de agua destilada en un Erlenmeyer (*).
- 7) Citrato de Simmons: Se suspendió 5 g del agar en 200 mL de agua destilada en un Erlenmeyer (*),
- 8) Caldo Malonato: Se suspendió 1,6 g de Malonate Borth en 200 mL de agua destilada en un Erlenmeyer (*).
- 9) Urea: Se suspendió 5,05 g de agar urea en 200 mL de agua destilada en un Erlenmeyer (*).

(*) Todos los matraces se mezclaron y llevaron a baño maría a 100 °C de ebullición hasta completar la disolución, luego se llevó a esterilizar al autoclave a una presión de 15 PSI por 15 minutos, se dejó enfriar hasta 45 °C, y plaquear (HERNÁNDEZ y MARÍN, 2013; LÓPEZ, 2015).

e. Preparación de tubos de ensayo para pruebas bioquímicas

Se realizó mediante el protocolo del anexo B, apéndice 3; los tubos variaron en cada muestreo debido al número de colonias; en el primer muestreo se identificaron 11 colonias por lo que se preparó 11 tubos por medio de diferenciación (total 99); a cada tubo se añadió 9 mL del medio correspondiente, los caldos (Indol, SIM, RM, VP, Malonato, Urea) se dejaron enfriar en forma de columna, el caso de TSI y LIA se vertió a 45 ° hasta la tercera parte de los tubos, se dejó enfriar en forma de pico de flauta, el Citrato de Simmons se vertió y dejó enfriar en forma inclinada (HERNÁNDEZ y MARÍN, 2013; LÓPEZ, 2015).

Apéndice 5: Detalle de resultados

Anexo A: Detalle de flujo vehicular en las principales áreas verdes de Tingo María

Cuadro 30. Detalle de flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María del mes de abril

| Área de esparcimiento | Intersecciones entre calles | Flujo vehicular (Veh/15') | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------|----------|---------|----------------|----------|----------|---------|----------------|----------|----------|---------|
| | | Mañana | | | | Tarde | | | | Noche | | | |
| | | Motos lineales | Trimovil | Livianos | Pesados | Motos lineales | Trimovil | Livianos | Pesados | Motos lineales | Trimovil | Livianos | Pesados |
| Ecoparque | Alameda Perú 813 | 125 | 154 | 31 | 5 | 148 | 139 | 54 | 7 | 96 | 86 | 26 | 2 |
| | San Alejandro | 101 | 111 | 20 | 6 | 105 | 121 | 46 | 6 | 89 | 99 | 30 | 3 |
| Plaza de armas | Alameda Perú 405 | 87 | 93 | 18 | 4 | 94 | 97 | 39 | 8 | 75 | 81 | 24 | 3 |
| | Alameda Perú 523 | 94 | 96 | 6 | 5 | 100 | 108 | 45 | 1 | 82 | 84 | 29 | 3 |
| Parque Colonos | Callao | 82 | 123 | 30 | 6 | 83 | 120 | 38 | 1 | 70 | 111 | 24 | 7 |
| Parque Ramon Castilla | Alameda Perú 525 | 67 | 82 | 28 | 5 | 83 | 81 | 34 | 3 | 55 | 70 | 18 | 4 |
| | Parque Ramón Castilla 211 | 29 | 36 | 12 | 18 | 17 | 20 | 32 | 3 | 17 | 24 | 21 | 4 |
| Parque Ricardo Carrión | Enrique Pimentel 216 | 170 | 371 | 52 | 7 | 168 | 399 | 61 | 19 | 120 | 359 | 45 | 14 |
| Parque Bella durmiente | San Martín | 80 | 126 | 6 | 3 | 87 | 122 | 26 | 4 | 84 | 117 | 25 | 3 |
| | Agricultura | 88 | 90 | 12 | 0 | 97 | 97 | 14 | 9 | 79 | 81 | 12 | 1 |
| Parque Tupac Amaru | Francisco Bolognesi | 73 | 36 | 8 | 1 | 80 | 58 | 12 | 0 | 64 | 42 | 6 | 1 |
| | Leoncio Prado | 34 | 28 | 6 | 0 | 41 | 67 | 19 | 1 | 25 | 51 | 9 | 1 |
| Parque Tupac Amaru | Tupac Amaru | 14 | 16 | 4 | 2 | 27 | 50 | 8 | 0 | 11 | 34 | 5 | 2 |
| | Elías Mabama | 20 | 21 | 9 | 0 | 33 | 47 | 10 | 0 | 17 | 29 | 4 | 1 |

Cuadro 31. Detalle de flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María del mes de mayo

| Área de esparcimiento | Intersecciones entre calles | Flujo vehicular (Veh/15') | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------|----------|---------|-------------------|----------|----------|---------|-------------------|----------|----------|---------|
| | | Mañana | | | | Tarde | | | | Noche | | | |
| | | Motos lineales | Trimoviles | Livianos | Pesados | Motos lineales | Trimovil | Livianos | Pesados | Motos lineales | Trimovil | Livianos | Pesados |
| Ecoparque | Alameda Perú 813 | 104 | 94 | 30 | 3 | 124 | 114 | 50 | 5 | 87 | 79 | 22 | 2 |
| | San Alejandro | 84 | 91 | 22 | 4 | 102 | 106 | 37 | 4 | 79 | 90 | 20 | 2 |
| Plaza de armas | Alameda Perú 405 | 60 | 77 | 16 | 1 | 67 | 84 | 23 | 7 | 62 | 77 | 22 | 3 |
| | Alameda Perú 523 | 76 | 87 | 12 | 2 | 87 | 98 | 23 | 2 | 82 | 78 | 11 | 3 |
| Parque Colonos | Callao | 63 | 109 | 21 | 8 | 80 | 126 | 38 | 0 | 65 | 98 | 18 | 7 |
| | Alameda Perú 525 | 44 | 73 | 28 | 4 | 77 | 106 | 61 | 3 | 51 | 51 | 26 | 4 |
| Parque Ramon Castilla | Parque Ramón Castilla 211 | 30 | 27 | 9 | 1 | 14 | 38 | 20 | 2 | 21 | 19 | 13 | 2 |
| | Enrique Pimentel 216 | 120 | 328 | 61 | 7 | 148 | 356 | 89 | 17 | 101 | 298 | 39 | 11 |
| Parque Ricardo Carrión | San Martín | 24 | 106 | 8 | 1 | 69 | 151 | 53 | 2 | 80 | 99 | 9 | 2 |
| | Agricultura | 64 | 70 | 17 | 3 | 55 | 61 | 8 | 7 | 72 | 77 | 6 | 2 |
| Parque Bella durmiente | Francisco Bolognesi | 16 | 24 | 8 | 0 | 76 | 84 | 19 | 1 | 61 | 23 | 6 | 1 |
| | Leoncio Prado | 26 | 8 | 6 | 0 | 37 | 19 | 17 | 2 | 23 | 17 | 4 | 1 |
| Parque Tupac Amaru | Tupac Amaru | 18 | 19 | 4 | 0 | 22 | 23 | 12 | 2 | 14 | 17 | 4 | 1 |
| | Elías Mabama | 12 | 6 | 0 | 0 | 11 | 16 | 5 | 1 | 11 | 9 | 3 | 1 |

Cuadro 32. Detalle de flujo vehicular en las áreas verdes de Tingo María del mes de junio

| Área de esparcimiento | Intersecciones entre calles | Flujo vehicular (Veh/15') | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------|----------|---------|-------------------|------------|----------|---------|-------------------|------------|----------|---------|
| | | Mañana | | | | Tarde | | | | Noche | | | |
| | | Motos lineales | Trimoviles | Livianos | Pesados | Motos lineales | Trimoviles | Livianos | Pesados | Motos lineales | Trimoviles | Livianos | Pesados |
| Ecoparque | Alameda Perú 813 | 167 | 157 | 67 | 39 | 172 | 162 | 72 | 44 | 138 | 128 | 38 | 10 |
| | San Alejandro | 124 | 134 | 65 | 45 | 129 | 139 | 70 | 50 | 95 | 105 | 36 | 16 |
| Plaza de armas | Alameda Perú 405 | 110 | 116 | 59 | 38 | 115 | 121 | 64 | 43 | 81 | 87 | 30 | 9 |
| | Alameda Perú 523 | 117 | 119 | 64 | 38 | 122 | 124 | 69 | 43 | 88 | 90 | 35 | 9 |
| Parque Colonos | Callao | 105 | 146 | 59 | 51 | 110 | 151 | 64 | 56 | 76 | 117 | 30 | 22 |
| | Alameda Perú 525 | 90 | 105 | 53 | 38 | 95 | 110 | 58 | 43 | 61 | 76 | 24 | 9 |
| Parque Ramon Castilla | Parque Ramón Castilla 211 | 45 | 52 | 42 | 31 | 48 | 55 | 45 | 34 | 23 | 30 | 20 | 9 |
| | Enrique Pimentel 216 | 186 | 387 | 73 | 42 | 189 | 390 | 76 | 45 | 164 | 365 | 51 | 20 |
| Parque Ricardo Carrión | San Martin | 96 | 142 | 50 | 30 | 97 | 143 | 51 | 31 | 77 | 123 | 31 | 11 |
| | Agricultura | 104 | 106 | 49 | 28 | 105 | 107 | 50 | 29 | 85 | 87 | 30 | 9 |
| Parque Bella durmiente | Francisco Bolognesi | 86 | 63 | 28 | 0 | 90 | 68 | 32 | 0 | 71 | 49 | 13 | 1 |
| | Leoncio Prado | 47 | 72 | 26 | 0 | 51 | 77 | 30 | 1 | 32 | 58 | 11 | 1 |
| Parque Tupac Amaru | Tupac Amaru | 33 | 38 | 20 | 0 | 37 | 42 | 42 | 1 | 18 | 41 | 23 | 1 |
| | Elías Mabama | 39 | 33 | 11 | 0 | 43 | 37 | 33 | 0 | 24 | 36 | 14 | 1 |

Anexo B: Detalle de concentración de partículas atmosféricas sedimentables

Cuadro 33. Detalle de concentración de partículas atmosféricas sedimentables del mes de abril

| Área | Estación | Código | Peso inicial (gr) | Peso Final (gr) | Wf - Wi | PAS (mg/cm ² /mes) | PAS (mg/cm ² /mes) | PAS (t/km ² /mes) | PAS (t/km ² /mes) | Promedio PAS (t/km ² /mes) |
|------------------|----------|--------|-------------------|-----------------|---------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Ecoparque | E1 | E1P1 | 16.99 | 17.09 | 0.10 | 1.76 | | 17.62 | | 18.2 |
| | | E1P2 | 18.66 | 18.78 | 0.12 | 2.11 | 1.94 | 21.15 | 19.38 | |
| | | E1P3 | 16.75 | 16.86 | 0.11 | 1.94 | | 19.38 | | |
| | E2 | E2P1 | 18.18 | 18.28 | 0.10 | 1.76 | | 17.62 | | |
| | | E2P2 | 18.06 | 18.14 | 0.08 | 1.41 | 1.70 | 14.10 | 17.04 | |
| | | E2P3 | 16.97 | 17.08 | 0.11 | 1.94 | | 19.38 | | |
| Plaza de Armas | E3 | E3P1 | 17.01 | 17.04 | 0.03 | 0.48 | | 4.76 | | 8.6 |
| | | E3P2 | 17.41 | 17.46 | 0.05 | 0.83 | 0.83 | 8.28 | 8.28 | |
| | | E3P3 | 17.56 | 17.63 | 0.07 | 1.18 | | 11.81 | | |
| | E4 | E4P1 | 16.05 | 16.08 | 0.03 | 0.48 | | 4.76 | | |
| | | E4P2 | 15.47 | 15.53 | 0.06 | 1.00 | 0.89 | 10.04 | 8.87 | |
| | | E4P3 | 14.79 | 14.86 | 0.07 | 1.18 | | 11.81 | | |
| Parque El Colono | E5 | E5P1 | 13.56 | 13.62 | 0.06 | 1.02 | | 10.22 | | 7.9 |
| | | E5P2 | 23.17 | 23.19 | 0.02 | 0.39 | 0.83 | 3.88 | 8.34 | |
| | | E5P3 | 16.6 | 16.66 | 0.06 | 1.09 | | 10.93 | | |
| | E6 | E6P1 | 14.66 | 14.72 | 0.06 | 1.09 | | 10.93 | | |
| | | E6P2 | 13.98 | 14.00 | 0.02 | 0.39 | 0.74 | 3.88 | 7.40 | |
| | | E6P3 | 14.14 | 14.18 | 0.04 | 0.74 | | 7.40 | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|-----|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|
| Parque Ramón Castilla | E7 | E7P1 | 14.54 | 14.61 | 0.07 | 1.15 | | 11.45 | 9.1 | |
| | | E7P2 | 15.59 | 15.65 | 0.05 | 0.97 | 0.97 | 9.69 | | |
| | | E7P3 | 15.68 | 15.73 | 0.04 | 0.79 | | 7.93 | | |
| | E8 | E8P1 | 16.16 | 16.21 | 0.05 | 0.79 | | 7.93 | | |
| | | E8P2 | 15.37 | 15.42 | 0.04 | 0.79 | 0.85 | 7.93 | | 8.52 |
| | | E8P3 | 14.11 | 14.17 | 0.05 | 0.97 | | 9.69 | | |
| Parque Ricardo Carrión (Club de Leones) | E9 | E9P1 | 17.35 | 17.43 | 0.07 | 1.32 | | 13.22 | 10.3 | |
| | | E9P2 | 16.71 | 16.75 | 0.04 | 0.62 | 0.97 | 6.17 | | 9.69 |
| | | E9P3 | 16.39 | 16.45 | 0.05 | 0.97 | | 9.69 | | |
| | E10 | E10P1 | 16.99 | 17.08 | 0.09 | 1.50 | | 14.98 | | |
| | | E10P2 | 15.21 | 15.26 | 0.04 | 0.79 | 1.09 | 7.93 | | 10.87 |
| | | E10P3 | 13.15 | 13.21 | 0.05 | 0.97 | | 9.69 | | |
| Parque Bella Durmiente | E11 | E11P1 | 15.09 | 15.13 | 0.04 | 0.74 | | 7.40 | 5.9 | |
| | | E11P2 | 16.57 | 16.61 | 0.04 | 0.74 | 0.56 | 7.40 | | 5.64 |
| | | E11P3 | 15.99 | 16.00 | 0.01 | 0.21 | | 2.11 | | |
| | E12 | E12P1 | 16.53 | 16.56 | 0.03 | 0.56 | | 5.64 | | |
| | | E12P2 | 15.04 | 15.06 | 0.02 | 0.39 | 0.62 | 3.88 | | 6.23 |
| | | E12P3 | 17.68 | 17.73 | 0.05 | 0.92 | | 9.16 | | |
| Parque Túpac Amaru | E13 | E13P1 | 16.79 | 16.80 | 0.01 | 0.25 | | 2.47 | 5.4 | |
| | | E13P2 | 15.05 | 15.10 | 0.05 | 0.95 | 0.60 | 9.52 | | 5.99 |
| | | E13P3 | 18.54 | 18.57 | 0.03 | 0.60 | | 5.99 | | |
| | E14 | E14P1 | 18.14 | 18.18 | 0.04 | 0.78 | | 7.75 | | |
| | | E14P2 | 15.38 | 15.41 | 0.03 | 0.60 | 0.48 | 5.99 | | 4.82 |
| | | E14P3 | 18.13 | 18.13 | 0.00 | 0.07 | | 0.70 | | |

Cuadro 34. Detalle de concentración de partículas atmosféricas sedimentables del mes de mayo

| Área | Estación | Código | Peso inicial (gr) | Peso Final (gr) | Wf - Wi | PAS (mg/cm ² /mes) | PAS (mg/cm ² /mes) | PAS (t/km ² /mes) | PAS (t/km ² /mes) | Promedio PAS (t/km ² /mes) |
|-----------------------|----------|--------|-------------------|-----------------|---------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Ecoparque | E1 | E1P1 | 21.69 | 21.81 | 0.12 | 2.11 | | 21.15 | | 15.9 |
| | | E1P2 | 27.04 | 27.11 | 0.07 | 1.23 | 1.64 | 12.34 | 16.45 | |
| | | E1P3 | 23.08 | 23.17 | 0.09 | 1.59 | | 15.86 | | |
| | E2 | E2P1 | 17.88 | 17.97 | 0.09 | 1.59 | | 15.86 | | |
| | | E2P2 | 16.25 | 16.31 | 0.06 | 1.06 | 1.53 | 10.57 | 15.27 | |
| | | E2P3 | 17.2 | 17.31 | 0.11 | 1.94 | | 19.38 | | |
| Plaza de Armas | E3 | E3P1 | 17 | 17.013 | 0.013 | 0.23 | | 2.29 | | 7.0 |
| | | E3P2 | 16.67 | 16.723 | 0.053 | 0.93 | 0.76 | 9.34 | 7.58 | |
| | | E3P3 | 17.2 | 17.263 | 0.063 | 1.11 | | 11.10 | | |
| | E4 | E4P1 | 18.47 | 18.523 | 0.053 | 0.93 | | 9.34 | | |
| | | E4P2 | 14.51 | 14.553 | 0.043 | 0.76 | 0.64 | 7.58 | 6.40 | |
| | | E4P3 | 16.82 | 16.833 | 0.013 | 0.23 | | 2.29 | | |
| Parque El Colono | E5 | E5P1 | 18.38 | 18.418 | 0.038 | 0.67 | | 6.70 | | 7.5 |
| | | E5P2 | 19.15 | 19.198 | 0.048 | 0.85 | 0.85 | 8.46 | 8.46 | |
| | | E5P3 | 20.12 | 20.178 | 0.058 | 1.02 | | 10.22 | | |
| | E6 | E6P1 | 18.35 | 18.377 | 0.027 | 0.48 | | 4.76 | | |
| | | E6P2 | 16.13 | 16.167 | 0.037 | 0.65 | 0.65 | 6.52 | 6.52 | |
| | | E6P3 | 17.36 | 17.407 | 0.047 | 0.83 | | 8.28 | | |
| Parque Ramón Castilla | E7 | E7P1 | 14.95 | 15.004 | 0.054 | 0.95 | | 9.52 | | 8.9 |
| | | E7P2 | 15.25 | 15.284 | 0.034 | 0.60 | 1.01 | 5.99 | 10.10 | |
| | | E7P3 | 17.34 | 17.424 | 0.084 | 1.48 | | 14.80 | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|-----|-------|-------|--------|-------|------|------|-------|------|-----|
| | | E8P1 | 18.05 | 18.084 | 0.034 | 0.60 | | 5.99 | | |
| | E8 | E8P2 | 17.18 | 17.234 | 0.054 | 0.95 | 0.78 | 9.52 | 7.75 | |
| | | E8P3 | 19.21 | 19.254 | 0.044 | 0.78 | | 7.75 | | |
| Parque Ricardo Carrión (Club de Leones) | E9 | E9P1 | 16.4 | 16.44 | 0.04 | 0.70 | | 7.05 | | |
| | | E9P2 | 14.73 | 14.77 | 0.04 | 0.70 | 0.88 | 7.05 | 8.81 | |
| | | E9P3 | 21.37 | 21.44 | 0.07 | 1.23 | | 12.34 | | 8.2 |
| | E10 | E10P1 | 15.48 | 15.52 | 0.04 | 0.70 | | 7.05 | | |
| | | E10P2 | 17.68 | 17.72 | 0.04 | 0.70 | 0.76 | 7.05 | 7.64 | |
| | | E10P3 | 19.32 | 19.37 | 0.05 | 0.88 | | 8.81 | | |
| Parque Bella Durmiente | E11 | E11P1 | 15.48 | 15.524 | 0.044 | 0.78 | | 7.75 | | |
| | | E11P2 | 15.27 | 15.294 | 0.024 | 0.42 | 0.60 | 4.23 | 5.99 | |
| | | E11P3 | 16.37 | 16.404 | 0.034 | 0.60 | | 5.99 | | 5.7 |
| | E12 | E12P1 | 16.65 | 16.674 | 0.024 | 0.42 | | 4.23 | | |
| | | E12P2 | 15.03 | 15.064 | 0.034 | 0.60 | 0.54 | 5.99 | 5.40 | |
| | | E12P3 | 19.67 | 19.704 | 0.034 | 0.60 | | 5.99 | | |
| Parque Túpac Amaru | E13 | E13P1 | 13.64 | 13.668 | 0.028 | 0.49 | | 4.93 | | |
| | | E13P2 | 23.22 | 23.258 | 0.038 | 0.67 | 0.49 | 6.70 | 4.93 | |
| | | E13P3 | 17.33 | 17.348 | 0.018 | 0.32 | | 3.17 | | 5.2 |
| | E14 | E14P1 | 25.75 | 25.768 | 0.018 | 0.32 | | 3.17 | | |
| | | E14P2 | 15.23 | 15.258 | 0.028 | 0.49 | 0.55 | 4.93 | 5.52 | |
| | | E14P3 | 18.33 | 18.378 | 0.048 | 0.85 | | 8.46 | | |

Cuadro 35. Detalle de concentración de partículas atmosféricas sedimentables del mes de junio

| Área | Estación | Código | Peso inicial (gr) | Peso Final (gr) | Wf - Wi | PAS (mg/cm ² /mes) | PAS (mg/cm ² /mes) | PAS (t/km ² /mes) | PAS (t/km ² /mes) | Promedio PAS (t/km ² /mes) |
|-----------------------|----------|--------|-------------------|-----------------|---------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Ecoparque | E1 | E1P1 | 34.11 | 34.27 | 0.160 | 2.82 | | 28.20 | | 20.18 |
| | | E1P2 | 39.98 | 40.14 | 0.165 | 2.91 | 2.86 | 29.08 | 28.64 | |
| | | E1P3 | 17.16 | 17.33 | 0.162 | 2.86 | | 28.64 | | |
| | E2 | E2P1 | 36.13 | 36.16 | 0.027 | 0.48 | | 4.76 | | |
| | | E2P2 | 27.97 | 28.08 | 0.106 | 1.87 | 1.17 | 18.68 | 11.72 | |
| | | E2P3 | 17.24 | 17.31 | 0.067 | 1.17 | | 11.72 | | |
| Plaza de Armas | E3 | E3P1 | 32.10 | 32.18 | 0.084 | 1.48 | | 14.80 | | 13.79 |
| | | E3P2 | 33.80 | 33.88 | 0.080 | 1.41 | 1.45 | 14.10 | 14.45 | |
| | | E3P3 | 17.44 | 17.52 | 0.082 | 1.45 | | 14.45 | | |
| | E4 | E4P1 | 29.58 | 29.65 | 0.070 | 1.23 | | 12.34 | | |
| | | E4P2 | 28.20 | 28.28 | 0.079 | 1.39 | 1.31 | 13.92 | 13.13 | |
| | | E4P3 | 15.08 | 15.16 | 0.075 | 1.31 | | 13.13 | | |
| Parque El Colono | E5 | E5P1 | 29.97 | 30.03 | 0.060 | 1.06 | | 10.57 | | 10.78 |
| | | E5P2 | 33.93 | 34.01 | 0.075 | 1.32 | 1.19 | 13.22 | 11.90 | |
| | | E5P3 | 12.59 | 12.66 | 0.067 | 1.19 | | 11.90 | | |
| | E6 | E6P1 | 31.18 | 31.23 | 0.048 | 0.85 | | 8.46 | | |
| | | E6P2 | 35.14 | 35.21 | 0.062 | 1.09 | 0.97 | 10.93 | 9.66 | |
| | | E6P3 | 13.81 | 13.86 | 0.054 | 0.96 | | 9.60 | | |
| Parque Ramón Castilla | E7 | E7P1 | 28.35 | 28.39 | 0.037 | 0.65 | | 6.52 | | 9.43 |
| | | E7P2 | 28.64 | 28.70 | 0.060 | 1.06 | 0.85 | 10.57 | 8.55 | |
| | | E7P3 | 29.20 | 29.25 | 0.049 | 0.85 | | 8.55 | | |

| | | | | | | | | | |
|---|-----|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| | | E8P1 | 24.40 | 24.46 | 0.059 | 1.04 | | 10.40 | |
| | E8 | E8P2 | 27.39 | 27.45 | 0.058 | 1.02 | 1.03 | 10.22 | 10.31 |
| | | E8P3 | 16.14 | 16.20 | 0.059 | 1.03 | | 10.31 | |
| Parque Ricardo Carrión (Club de Leones) | E9 | E9P1 | 26.54 | 26.61 | 0.064 | 1.13 | | 11.28 | |
| | | E9P2 | 31.19 | 31.25 | 0.064 | 1.13 | 1.13 | 11.28 | 11.28 |
| | | E9P3 | 16.47 | 16.53 | 0.064 | 1.13 | | 11.28 | |
| | E10 | E10P1 | 15.48 | 15.54 | 0.063 | 1.11 | | 11.10 | |
| | | E10P2 | 17.67 | 17.74 | 0.065 | 1.15 | 1.13 | 11.45 | 11.28 |
| | | E10P3 | 13.28 | 13.34 | 0.064 | 1.13 | | 11.28 | |
| Parque Bella Durmiente | E11 | E11P1 | 36.12 | 36.13 | 0.008 | 0.14 | | 1.41 | |
| | | E11P2 | 33.35 | 33.41 | 0.060 | 1.06 | 0.60 | 10.57 | 5.99 |
| | | E11P3 | 15.93 | 15.97 | 0.034 | 0.60 | | 5.99 | |
| | E12 | E12P1 | 34.36 | 34.40 | 0.043 | 0.76 | | 7.58 | |
| | | E12P2 | 38.02 | 38.05 | 0.031 | 0.55 | 0.65 | 5.46 | 6.52 |
| | | E12P3 | 17.74 | 17.78 | 0.037 | 0.65 | | 6.52 | |
| Parque Túpac Amaru | E13 | E13P1 | 33.37 | 33.41 | 0.042 | 0.74 | | 7.40 | |
| | | E13P2 | 31.73 | 31.76 | 0.032 | 0.56 | 0.58 | 5.64 | 5.84 |
| | | E13P3 | 18.32 | 18.34 | 0.026 | 0.45 | | 4.49 | |
| | E14 | E14P1 | 34.28 | 34.32 | 0.038 | 0.67 | | 6.70 | |
| | | E14P2 | 26.28 | 26.31 | 0.031 | 0.55 | 0.59 | 5.46 | 5.93 |
| | | E14P3 | 18.16 | 18.20 | 0.032 | 0.56 | | 5.64 | |

Anexo C: Identificación de bacteria método de coloración Gram

Cuadro 36. Bacterias identificadas en el primer muestro del mes de abril

| Área | Medios de cultivo | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Agar Manitol salado | Agar MacConkey | Agar Cleed | Agar M77 |
| Ecoparque (E1) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Plaza de Armas (E3) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | | | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Colono (E5) | <i>Lactobacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Ramón Castilla (E7) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Ricardo Carrión (E9) | <i>Bacillus sp (+)</i> | | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Bella Durmiente (E11) | | | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Parque Tupac Amaru (E13) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | | <i>Staphylococcus sp</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |

Cuadro 37. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de abril

| Área | Medios de cultivo | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Agar Manitol salado | Agar MacConkey | Agar Cleed | Agar M77 |
| Ecoparque (E1) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Plaza de Armas (E3) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | |
| Parque Colono (E5) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | | |
| Parque Ramón Castilla (E7) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | |
| Parque Ricardo Carrión (E9) | | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Bella Durmiente (E11) | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | | |
| Parque Tupac Amaru (E13) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | | | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |

Cuadro 38. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de abril

| Área | Medios de cultivo | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | Agar Manitol salado | Agar MacConkey | Agar Cleed | Agar M77 |
| Ecoparque (E1) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | - | <i>Streptobacillus sp (+)</i> |
| Plaza de Armas (E3) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Colono (E5) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - |
| Parque Ramón Castilla (E7) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - |
| Parque Ricardo Carrión (E9) | - | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Bella Durmiente (E11) | <i>Bacillus sp (+)</i> | - | - | - |
| Parque Tupac Amaru (E13) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | - |

Cuadro 39. Bacterias identificadas en el primer muestreo del mes de mayo

| Área | Medios de cultivo | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Agar Manitol salado | Agar MacConkey | Agar Cleed | Agar M77 |
| Ecoparque (E1) | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Enterobacter sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Plaza de Armas (E3) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Colono (E5) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Parque Ramón Castilla (E7) | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Parque Ricardo Carrión (E9) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | <i>Enterobacter sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Parque Bella Durmiente (E11) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | - | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Parque Tupac Amaru (E13) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |

Cuadro 40. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de mayo

| Área | Medios de cultivo | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Agar Manitol salado | Agar MacConkey | Agar Cleed | Agar M77 |
| Ecoparque (E1) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Plaza de Armas (E3) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Colono (E5) | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Ramón Castilla (E7) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Ricardo Carrión (E9) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Bella Durmiente (E11) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - |
| Parque Tupac Amaru (E13) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |

Cuadro 41. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de mayo

| Área | Medios de cultivo | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Agar Manitol salado | Agar MacConkey | Agar Cleed | Agar M77 |
| Ecoparque (E1) | <i>Bacillus sp (+)</i> | - | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Plaza de Armas (E3) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - |
| Parque Colono (E5) | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Ramón Castilla (E7) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | - | - |
| Parque Ricardo Carrión (E9) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | <i>Enterobacter sp (+)</i> | - |
| Parque Bella Durmiente (E11) | - | - | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Tupac Amaru (E13) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | - | - |

Cuadro 42. Bacterias identificadas en el primer muestreo del mes de junio

| Área | Medios de cultivo | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | Agar Manitol salado | Agar MacConkey | Agar Cleed | Agar M77 |
| Ecoparque (E1) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Enterobacter sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Plaza de Armas (E3) | - | <i>Enterobacter sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - |
| Parque Colono (E5) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Enterobacter sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Lactobacillus sp (+)</i> |
| Parque Ramón Castilla (E7) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Parque Ricardo Carrión (E9) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Enterobacter sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Parque Bella Durmiente (E11) | <i>Bacillus sp (+)</i> | - | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Parque Tupac Amaru (E13) | <i>Staphylococcus sp tetradas (+)</i> | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Enterobacter sp (+)</i> |

Cuadro 43. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de junio

| Área | Medios de cultivo | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Agar Manitol salado | Agar MacConkey | Agar Cleed | Agar M77 |
| Ecoparque (E1) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | - | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Plaza de Armas (E3) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Enterobacter sp (+)</i> | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Colono (E5) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Enterobacter sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Ramón Castilla (E7) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - |
| Parque Ricardo Carrión (E9) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |
| Parque Bella Durmiente (E11) | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> | <i>Bacillus sp (+)</i> |
| Parque Tupac Amaru (E13) | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | - | <i>Staphylococcus sp (+)</i> | <i>Staphylococcus sp (+)</i> |

Cuadro 44. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de junio

| Área | Medios de cultivo | | | |
|------------------------------|---|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | Agar Manitol salado | Agar MacConkey | Agar Cleed | Agar M77 |
| Ecoparque (E1) | <i>Staphylococcus sp</i> (+) | <i>Enterobacter sp</i> (+) | <i>Bacillus sp</i> (+) | <i>Streptobacillus sp</i> (+) |
| Plaza de Armas (E3) | <i>Staphylococcus sp</i> (+) | <i>Enterobacter sp</i> (+) | <i>Enterobacter sp</i> (+) | <i>Staphylococcus sp</i> (+) |
| Parque Colono (E5) | <i>Staphylococcus sp</i> (+) | <i>Enterobacter sp</i> (+) | <i>Bacillus sp</i> (+) | <i>Lactobacillus sp</i> (+) |
| Parque Ramón Castilla (E7) | <i>Staphylococcus sp</i> (+) | <i>Staphylococcus sp</i> (+) | - | <i>Bacillus sp</i> (+) |
| Parque Ricardo Carrión (E9) | <i>Staphylococcus sp</i> (+) | <i>Enterobacter sp</i> (+) | <i>Enterobacter sp</i> (+) | <i>Bacillus sp</i> (+) |
| Parque Bella Durmiente (E11) | <i>Bacillus sp</i> (+) | <i>Bacillus sp</i> (+) | <i>Bacillus sp</i> (+) | <i>Bacillus sp</i> (+) |
| Parque Tupac Amaru (E13) | <i>Staphylococcus sp</i> <i>tetradas</i> (+) | <i>Enterobacter sp</i> (+) | <i>Staphylococcus sp</i> (+) | <i>Enterobacter sp</i> (+) |

Anexo D: Identificación de bacterias por el método de diferenciación bioquímica

Cuadro 45. Bacterias identificadas en el primer muestreo del mes de abril

| Pruebas bioquímicas | Área / Medios de cultivo | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| | Ecoparque | | | Plaza de Armas | Parque el Colono | | | Parque Ricardo Carrión | Parque Bella Durmiente | | Parque Tupac Amaru | |
| | Cleed | M77 | MacConkey | M77 | Cleed | M77 | MacConkey | MacConkey | Cleed | MacConkey | Cleed | |
| Indol | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | |
| SIM (Motilidad) | + | - | + | + | - | + | - | - | + | + | + | |
| RM | + | - | - | - | + | + | + | - | - | - | - | |
| VP | - | + | + | + | - | - | - | + | + | + | + | |
| Citrato de Simmos | - | + | + | - | + | + | - | + | - | - | - | |
| TSI (Lactosa) | + | + | - | - | - | + | + | + | - | - | + | |
| TSI (Sacarosa) | + | + | + | - | - | + | + | + | - | - | + | |
| TSI (Glucosa) | - | + | + | + | - | + | + | + | + | + | + | |
| TSI (H ₂ S) | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | |
| TSI (Gas) | - | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - | |
| LIA | - | + | + | + | + | - | + | + | - | - | + | |
| Malonato | - | - | + | - | + | - | - | + | - | - | - | |
| Urea | + | + | - | - | + | + | - | + | + | + | - | |
| Género | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Serratia rubidaea</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Citrobacter freundii</i> | <i>Escherichia sp.</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | |

Cuadro 46. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de abril

| Pruebas bioquímicas | Área / Medios de cultivo | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|
| | Ecoparque | | Plaza de Armas | Parque el Colono | | Parque Ramon Castilla | | Parque Ricardo Carrión | | Parque Bella Durmiente | | Parque Tupac Amaru | |
| | Cleed | MacConkey | M77 | Cleed | MacConkey | M77 | MacConkey | M77 | MacConkey | Cleed | M77 | Cleed | 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>Serratia liquefaciens</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Morganella morganii</i> | <i>Serratia marcescens</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> | <i>Citrobacter freundii</i> | <i>Serratia rubidaea</i> | <i>Citrobacter freundii</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Shigella sp.</i> | <i>Morganella morganii</i> |

Cuadro 47. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de abril

| Pruebas bioquímicas | Área / Medios de cultivo | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| | Ecoparque | | | Plaza de Armas | | Parque el Colono | | Parque Ramón Castilla | Parque Ricardo Carrión | |
| | Cleed | M77 | MacConkey | MacConkey | M77 | Cleed | MacConkey | MacConkey | Cleed | MacConkey |
| Indol | - | - | - | - | - | - | - | - | + | + |
| SIM (Motilidad) | + | - | + | + | + | - | - | + | - | - |
| RM | + | - | + | + | - | - | + | - | - | - |
| VP | - | + | - | - | + | + | + | + | + | + |
| Citrato de Simmos | + | + | + | + | - | + | + | - | + | + |
| TSI (Lactosa) | + | + | - | - | - | + | + | + | - | - |
| TSI (Sacarosa) | + | + | + | + | - | + | + | - | - | - |
| TSI (Glucosa) | - | + | + | + | + | + | + | + | - | - |
| TSI (H ₂ S) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TSI (Gas) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| LIA | + | + | + | + | + | - | + | - | - | - |
| Malonato | - | - | + | - | - | - | + | - | - | - |
| Urea | - | + | - | + | - | - | + | + | + | + |
| Género | <i>Serratia liquefaciens</i> | <i>Serratia rubidaea</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Serratia marcescens</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Serratia rubidaea</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Pantoea morgani</i> |

Cuadro 48. Bacterias identificadas en el primer muestreo del mes de mayo

| Pruebas bioquímicas | Área / Medios de cultivo | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|
| | Ecoparque | Plaza de Armas | Parque el Colono | | Parque Ramon Castilla | | Parque Ricardo Carrión | | | | | |
| | M77 | M77 | MacConkey | M77 | MacConkey | Cleed (A) | Cleed (B) | M77 | MacConkey | Cleed | MacConkey | |
| Indol | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SIM (Motilidad) | + | + | - | + | + | + | - | - | - | - | - | + |
| RM | - | - | - | + | - | + | + | + | + | - | - | + |
| VP | + | + | + | - | + | - | - | - | - | + | - | - |
| Citrato Simmos | - | - | + | + | - | + | - | - | - | + | - | - |
| TSI (Lactosa) | - | - | + | + | - | + | - | + | + | - | - | + |
| TSI (Sacarosa) | - | - | + | + | - | + | - | + | + | - | - | + |
| TSI (Glucosa) | - | - | + | + | + | + | + | + | + | + | - | + |
| TSI (H2S) | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TSI (Gas) | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| LIA | - | - | + | - | + | + | - | - | - | - | - | + |
| Malonato | - | - | + | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| Urea | + | + | + | + | - | + | + | + | + | - | - | - |
| Género | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | <i>Citrobacter freundii</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | |

Cuadro 49. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de mayo

| Pruebas bioquímicas | Área / Medios de cultivo | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | Parque el Colono | | Parque Ramon Castilla | Parque Ricardo Carrión | Parque Bella Durmiente | Parque Tupac Amaru | |
| | Cleed | MacConkey | Cleed | M77 | M77 | Cleed | M77 |
| Indol | - | - | + | + | + | - | - |
| SIM (Motilidad) | + | + | - | + | - | - | + |
| RM | - | + | - | + | - | + | + |
| VP | + | - | + | - | + | - | - |
| Citrato de Simmos | + | + | + | - | - | - | + |
| TSI (Lactosa) | + | + | - | + | + | - | + |
| TSI (Sacarosa) | + | + | - | + | + | - | + |
| TSI (Glucosa) | + | + | - | + | + | + | + |
| TSI (H ₂ S) | - | - | - | - | - | - | - |
| TSI (Gas) | - | - | - | - | - | - | - |
| LIA | + | - | - | + | - | - | + |
| Malonato | - | + | - | - | - | - | - |
| Urea | - | - | + | - | + | + | + |
| Género | <i>Serratia rubidaea</i> | <i>Citrobacter freundii</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Escherichia sp.</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Morganella morganii</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> |

Cuadro 50. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de mayo

| Pruebas bioquímicas | Área / Medios de cultivo | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | Ecoparque | | Plaza de Armas | | Parque el Colono | | | Parque Ramon Castilla | | Parque Ricardo Carrión | | Parque Tupac Amaru |
| | Cleed | M77 | M77 | MacConkey | Cleed | M77 | MacConkey | Cleed | M77 | M77 | MacConkey | M77 |
| Indol | - | - | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - |
| SIM (Motilidad) | + | + | + | + | + | - | + | + | - | - | + | + |
| RM | + | - | + | + | - | + | + | + | + | + | + | - |
| VP | - | + | - | - | + | - | - | - | - | - | - | + |
| Citrato Simmos | - | + | + | + | + | - | - | + | - | + | - | + |
| TSI (Lactosa) | - | - | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| TSI (Sacarosa) | - | + | + | - | + | + | - | + | + | + | + | + |
| TSI (Glucosa) | + | - | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| TSI (H2S) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TSI (Gas) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| LIA | + | + | + | - | + | - | - | + | - | - | - | + |
| Malonato | + | - | - | + | - | - | + | - | - | + | + | - |
| Urea | - | + | - | + | - | - | - | + | + | - | + | - |
| Género | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> | <i>Citrobacter freundii</i> | <i>Serratia rubidaea</i> | <i>Escherichia sp.</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Serratia rubidaea</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> |

Cuadro 51. Bacterias identificadas en el primer muestreo del mes de junio

| Pruebas bioquímicas | Área / Medios de cultivo | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| | Ecoparque | | Plaza de Armas | | | Parque el Colono | | | Parque Ramón Castilla | | Parque Ricardo Carrión | | | Parque Tupac Amaru | |
| | Cleed | MacCon key | Cleed | MacCon key | M77 | Cleed | MacCon key | M77 | Cleed | MacCon key | Cleed | MacCon key | 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>Enterobacter hafniae</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Providencia alcalifaciens</i> | <i>Serratia marcescens</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Escherichia sp.</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> |

Cuadro 52. Bacterias identificadas en el segundo muestreo del mes de junio

| Pruebas bioquímicas | Área / Medios de cultivo | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
| | Ecoparque | | | Plaza de Armas | | | Parque el Colono | | | | Parque Ricardo Carrión | | Parque Bella Durmiente | | Parque Tupac Amaru | |
| | Cleed | MacCon key | M77 | Cleed | MacCon key | Cleed | MacCon key | MacCon key | M77 | MacCon key | M77 | MacCon key | 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>Serratia liquefaciens</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Serratia rubidaea</i> | <i>Serratia marcescens</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Escherichia sp.</i> | <i>Morganella morganii</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Serratia rubidaea</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Serratia rubidaea</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | <i>Pantoea agglomerans</i> | |

Cuadro 53. Bacterias identificadas en el tercer muestreo del mes de junio

| Pruebas bioquímicas | Área / Medios de cultivo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|
| | Ecoparque | | Plaza de Armas | | Parque el Colono | | | | | | Parque Ramón Castilla | | Parque Ricardo Carrión | | Parque Bella Durmiente | | Parque Tupac Amaru | |
| | Cleed | Mac Conk ey | Cleed | Mac Conk ey | Cleed (A) | Cleed (B) | M77 (A) | M77 (B) | Mac Conk ey(A) | Mac Conk ey(B) | M77 | Mac Conk ey | Mac Conk ey | M77 | Cleed | Mac Conk ey | Cleed | M77 |
| Indol | - | - | - | - | + | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | + | - |
| SIM (Motilidad) | + | - | + | + | - | + | - | - | - | + | + | + | - | + | + | + | - | - |
| RM | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + | - | - | + | + | - |
| VP | - | + | + | - | - | - | + | - | - | - | + | - | - | + | + | - | - | + |
| Citrato Simmos | - | + | + | + | - | - | + | + | - | + | + | + | - | + | - | + | - | + |
| TSI (Lactosa) | - | + | - | - | + | - | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - |
| TSI (Sacarosa) | - | + | + | - | - | - | + | + | + | - | + | + | - | + | - | - | - | - |
| TSI (Glucosa) | + | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + | - | + |
| TSI (H2S) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | + |
| TSI (Gas) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| LIA | - | + | + | - | + | + | - | + | - | - | + | - | - | + | - | - | - | + |
| Malonato | - | + | - | - | - | + | + | - | + | - | - | - | - | - | - | + | - | + |
| Urea | + | + | - | - | - | - | - | - | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - |
| Género | <i>Morganella morganii</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> | <i>Pantoea agglomeran</i> | <i>Escherichia sp.</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Serratia rubidaea</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | <i>Escherichia sp.</i> | <i>Citrobacter freundii</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> | <i>Citrobacter freundii</i> | <i>Shigella sp.</i> | <i>Serratia marcescens</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> | <i>Pantoea agglomeran</i> | <i>Shigella sp.</i> | <i>Enterobacter hafniae</i> |

Anexo E: Detalle de hongos identificados

Cuadro 54. Detalle de hongos identificados en los 03 muestreos del mes de abril

| Área | Géneros identificados | | | Diversidad |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------|
| | Muestreo 1 | Muestreo 2 | Muestreo 3 | |
| Ecoparque | <i>Fusarium sp.</i> | <i>Aspergillus sp.</i> | <i>Fusarium sp.</i> | 5 |
| | <i>Aspergillus sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Aspergillus sp.</i> | |
| Plaza de Armas | <i>Cándida sp.</i> | <i>Cándida sp.</i> | <i>Candida sp.</i> | 3 |
| | <i>Aspergillus sp.</i> | <i>Aspergillus sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | |
| Parque el Colono | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | 6 |
| | <i>Aspergillus sp.</i> | <i>Aspergillus sp.</i> | <i>Aspergillus sp.</i> | |
| | <i>Candida sp.</i> | <i>Penicillium sp.</i> | <i>Candida sp.</i> | |
| | | <i>Fusarium sp.</i> | <i>Epirophyton sp.</i> | |
| Parque Ramón Castilla | <i>Candida sp.</i> | <i>Fusarium sp.</i> | <i>Fusarium sp.</i> | 3 |
| | <i>Fusarium sp.</i> | | <i>Epirophyton sp.</i> | |
| Parque Ricardo Carrión | <i>Aspergillus sp.</i> | <i>Monosporium sp.</i> | <i>Monosporium sp.</i> | 4 |
| | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Aspergillus sp.</i> | |
| | | | <i>Geotrichum sp.</i> | |
| Parque Bella Durmiente | | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | 2 |
| | | <i>Aspergillus sp.</i> | <i>Aspergillus sp.</i> | |
| | | | <i>Fusarium sp.</i> | |
| Parque Tupac Amaru | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | 3 |
| | <i>Penicillium sp.</i> | <i>Penicillium sp.</i> | <i>Aspergillus sp.</i> | |
| | | <i>Aspergillus sp.</i> | | |

Cuadro 55. Detalle de hongos identificados en los 03 muestreos del mes de mayo

| Área | Géneros identificados | | | Diversidad |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|
| | Muestreo 1 | Muestreo 2 | Muestreo 3 | |
| Ecoparque | <i>Epirophyton sp.</i> | <i>Epirophyton sp.</i> | <i>Epirophyton sp.</i> | 4 |
| | <i>Aspergillius sp.</i> | <i>Aspergillius sp.</i> | <i>Aspergillius sp.</i> | |
| Plaza de Armas | <i>Trichoderma sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Fusarium sp.</i> | 3 |
| | | <i>Trichoderma sp.</i> | <i>Trichoderma sp.</i> | |
| Parque el Colono | <i>Richosporium sp.</i> | <i>Richosporium sp.</i> | <i>Richosporium sp.</i> | 5 |
| | <i>Fusarium sp.</i> | <i>Blastomyces sp.</i> | <i>Fusarium sp.</i> | |
| Parque Ramón Castilla | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Penicillium sp.</i> | <i>Aspergillius sp.</i> | 2 |
| | | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | |
| Parque Ricardo Carrión | <i>Aspergillius sp.</i> | <i>Aspergillius sp.</i> | <i>Aspergillius sp.</i> | 3 |
| | <i>Epirophyton sp.</i> | <i>Epirophyton sp.</i> | <i>Epirophyton sp.</i> | |
| Parque Bella Durmiente | | <i>Fusarium sp.</i> | <i>Fusarium sp.</i> | 1 |
| | | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | |
| Parque Tupac Amaru | <i>Geotrichum sp.</i> | | <i>Geotrichum sp.</i> | 1 |

Cuadro 56. Detalle de hongos identificados en los 03 muestreos del mes de junio

| Área | Géneros identificados | | | Diversidad |
|------------------------|--|--|---|------------|
| | Muestreo 1 | Muestreo 2 | Muestreo 3 | |
| Ecoparque | <i>Fusarium sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Epirophyton sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Botrytis sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Rhizopus sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> | 6 |
| Plaza de Armas | <i>Candida sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Trichoderma sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> | <i>Aspergillius sp.</i> <i>Geotrichum sp.</i> <i>Candida sp.</i> | 5 |
| Parque el Colono | <i>Aspergillius sp.</i> <i>Candida sp.</i> <i>Epirophyton sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> | <i>Richosporium sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> <i>Penicillium sp.</i> <i>Blastomyces sp.</i> <i>Penicillium sp.</i> | <i>Aspergillius sp.</i> <i>Rhizopus sp.</i> <i>Trichophyton sp.</i> <i>Mucor sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> <i>Microporum sp.</i> | 8 |
| Parque Ramón Castilla | <i>Fusarium sp.</i> <i>Epirophyton sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> | <i>Rhizopus sp.</i> <i>Geotrichum sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> | 4 |
| Parque Ricardo Carrión | <i>Monosporium sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Aspergillius sp.</i> <i>Epirophyton sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> | <i>Aspergillius sp.</i> <i>Geotrichum sp.</i> <i>Penicillium sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> | 6 |
| Parque Bella Durmiente | <i>Geotrichum sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> | 3 |
| Parque Tupac Amaru | <i>Geotrichum sp.</i> <i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> | <i>Geotrichum sp.</i> | <i>Aspergillius sp.</i> <i>Geotrichum sp.</i> <i>Penicillium sp.</i> | 3 |

Apéndice 6: Análisis estadísticos

Anexo A: Pruebas de distribución normal según Kolmogorov-Smirnov

a. Distribución normal de partículas atmosféricas sedimentables

1) Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: \text{PAS} = \text{DN}$$

$$H_a: \text{PAS} \neq \text{DN}$$

2) Nivel de significancia: $\alpha = 0,01$

Sig. $\geq \alpha$; Aceptamos la H_0

Sig. $< \alpha$; Aceptamos la H_a

Cuadro 57. Distribución normal de partículas atmosféricas sedimentables

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | |
|---|---------------------------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Concentración de PAS (t/km ²) | 0,185 | 21 | 0,058 |

3) Decisión estadística:

El Sig. Obtenido en la prueba de distribución normal es mayor que el α ($0,058 > 0,01$) por lo que aceptamos la hipótesis nula (H_0).

4) Conclusión:

Existe distribución normal en los 21 datos de concentración de PAS a un nivel de significancia de $\alpha = 0,01$ según la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

b. Distribución normal de diversidad de microorganismos patógenos

1) Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: \text{MO} = \text{DN}$$

$$H_a: \text{MO} \neq \text{DN}$$

2) Nivel de significancia: $\alpha = 0,01$

Sig. $\geq \alpha$; Aceptamos la H_0

Sig. $< \alpha$; Aceptamos la H_a

Cuadro 58. Distribución normal de diversidad de microorganismos patógenos

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | |
|---|---------------------------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Diversidad de microorganismos patógenos | 0,177 | 21 | 0,083 |

3) Decisión estadística:

El Sig. Obtenido en la prueba de distribución normal es mayor que el α ($0,083 > 0,01$) por lo que aceptamos la hipótesis nula (H_0).

4) Conclusión:

Existe distribución normal en los 21 datos de diversidad de microorganismos patógenos a un nivel de significancia de $\alpha = 0,01$ según la prueba de Kolmogorov-Smirnov

Anexo B: Prueba de homogeneidad de varianza según Levene

a. Homogeneidad de varianza de partículas atmosféricas sedimentables

1) Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = V_6 = V_7$$

$$H_a: V_1 \neq V_2 \neq V_3 \neq V_4 \neq V_5 \neq V_6 \neq V_7$$

2) Nivel de significancia: $\alpha = 0,01$

Sig. $\geq \alpha$; Aceptamos la H_0

Sig. $< \alpha$; Aceptamos la H_a

Cuadro 59. Homogenidad de varianza de partículas atmosféricas sedimentables

| | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|---|-----------------------|-----|-----|-------|
| Concentración de PAS (t/km ²) | 4,012 | 6 | 14 | 0,015 |

3) Decisión estadística:

El Sig. Obtenido en la prueba de homogenidad de varianza es mayor que el α ($0,015 > 0,01$) por lo que aceptamos la hipótesis nula (H_0).

4) Conclusión:

Existe homogenidad de varianza en los 21 datos de PAS a un nivel de significancia de $\alpha = 0,01$ según la prueba de Levene.

b. Homogenidad de varianza de la diversidad de microorganismos patógenos

1) Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: V1 = V2 = V3 = V4 = V5 = V6 = V7$$

$$H_a: V1 \neq V2 \neq V3 \neq V4 \neq V5 \neq V6 \neq V7$$

2) Nivel de significancia: $\alpha = 0,01$

Sig. $\geq \alpha$; Aceptamos la H_0

Sig. $< \alpha$; Aceptamos la H_a

Cuadro 60. Homogenidad de varianza diversidad de microorganismos patógenos

| | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|---|-----------------------|-----|-----|-------|
| Diversidad de microorganismos patógenos | 0,352 | 6 | 14 | 0,897 |

3) Decisión estadística:

El Sig. Obtenido en la prueba de homogeneidad de varianza es mayor que el α ($0,897 > 0,01$) por lo que aceptamos la hipótesis nula (H_0).

4) Conclusión:

Existe homogeneidad de varianza en los 21 datos la diversidad de microorganismos patógenos a un nivel de significancia de $\alpha = 0,01$ según la prueba de Levene.

Anexo C: Análisis de varianza según ANOVA

a. Análisis de varianza de partículas atmosféricas sedimentables

1) Planteamiento de la hipótesis

$H_0: PAS1 = PAS2 = PAS3 = PAS4 = PAS5 = PAS6 = PAS7$

$H_a: PAS1 \neq PAS2 \neq PAS3 \neq PAS4 \neq PAS5 \neq PAS6 \neq PAS7$

2) Nivel de significancia: $\alpha = 0,01$

$F_{cal} \leq F_{tab}$: Aceptamos la H_0 : Sig. $\geq \alpha$

$F_{cal} > F_{tab}$: Aceptamos la H_a : Sig. $< \alpha$

Cuadro 61. Análisis de varianza de partículas atmosféricas sedimentables

| FV | gl | Suma de Cuadrados | Media cuadrática | F calculado | F tabulado | Sig. |
|------------------|----|-------------------|------------------|-------------|------------|-------|
| Entre grupos | 6 | 310,143 | 51,690 | 15,527 | 3,871 | 0,000 |
| Dentro de grupos | 14 | 46,607 | 3,329 | | | |
| Total | 20 | 356,750 | | | | |

3) Decisión estadística:

El F_{cal} obtenido en el análisis de varianza es mayor al F_{tab} ($15,53 > 3,87$) y a su vez el Sig. es menor que el α ($0,00 < 0,01$) por lo que aceptamos la hipótesis alterna (H_a).

4) Conclusión:

Existe diferencia significativa entre las concentraciones de PAS en las 07 áreas verdes de estudio a un nivel de significancia $\alpha = 0,01$ según ANVA.

b. Análisis de varianza de la diversidad de microorganismos patógenos

1) Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: MO1 = MO2 = MO3 = MO4 = MO5 = MO6 = MO7$$

$$H_a: MO1 \neq MO2 \neq MO3 \neq MO4 \neq MO5 \neq MO6 \neq MO7$$

2) Nivel de significancia: $\alpha = 0,01$

$$F_{cal} \leq F_{tab}: \text{Aceptamos la } H_0 : \text{Sig.} \geq \alpha$$

$$F_{cal} > F_{tab}: \text{Aceptamos la } H_a : \text{Sig.} < \alpha$$

Cuadro 62. Análisis de varianza de diversidad de microorganismos patógenos

| FV | gl | Suma de Cuadrados | Media cuadrática | F calculado | F tabulado | Sig. |
|------------------|----|-------------------|------------------|-------------|------------|-------|
| Entre grupos | 6 | 307,238 | 51,206 | 6,401 | 3,871 | 0,002 |
| Dentro de grupos | 14 | 112,000 | 8,000 | | | |
| Total | 20 | 419,238 | | | | |

3) Decisión estadística:

El F_{cal} obtenido en el análisis de varianza es mayor al F_{tab} ($6,40 > 3,87$) y a su vez el Sig. es menor que el α ($0,00 < 0,01$) por lo que aceptamos la hipótesis alterna (H_a).

4) Conclusión:

Existe diferencia significativa entre la diversidad de microorganismos patógenos de las 07 áreas verdes de estudio a un nivel de significancia de $\alpha = 0,01$ según el ANVA.

Anexo D: Prueba de comparaciones múltiples según Tukey

Cuadro 63. Prueba Tukey de partículas atmosféricas sedimentables

| OH | Tratamientos | Promedio | Subconjunto para alfa = 0,01 | |
|----|--------------|----------|------------------------------|---|
| | | | 1 | 2 |
| 1 | A1 | 18,1 | a | |
| 2 | A5 | 9,9 | | b |
| 3 | A2 | 9,8 | | b |
| 4 | A4 | 9,1 | | b |
| 5 | A3 | 8,7 | | b |
| 6 | A6 | 6,0 | | b |
| 7 | A7 | 5,5 | | b |

A un nivel significancia de $\alpha = 0,01$, las medias de las concentraciones de PAS de las áreas verdes A2, A3, A4, A5, A6, A7 son iguales y a su vez todas se diferencian del área A1.

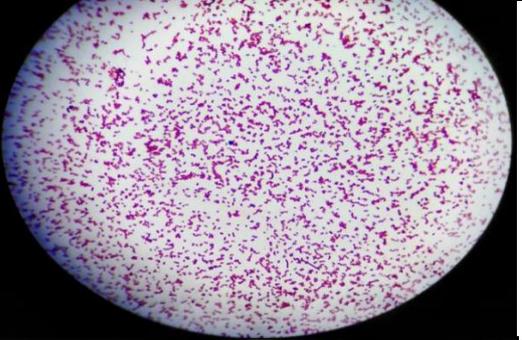
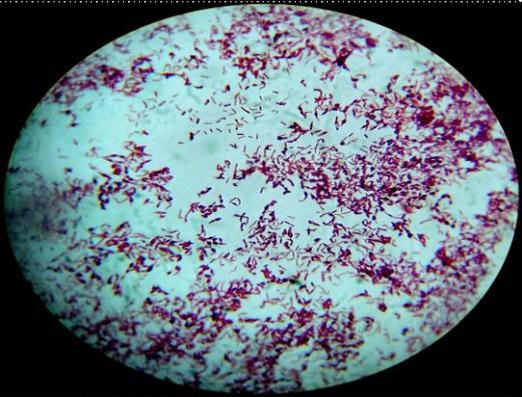
Cuadro 64. Prueba Tukey de diversidad de microorganismos patógenos

| OH | Tratamientos | Promedio | Subconjunto para alfa = 0,01 | |
|----|--------------|----------|------------------------------|---|
| | | | 1 | 2 |
| 1 | A3 | 16,3 | a | |
| 2 | A1 | 13,7 | a | b |
| 3 | A5 | 11,3 | a | b |
| 4 | A2 | 8,7 | a | b |
| 5 | A4 | 7,3 | a | b |
| 6 | A7 | 6,3 | | b |
| 7 | A6 | 5,0 | | b |

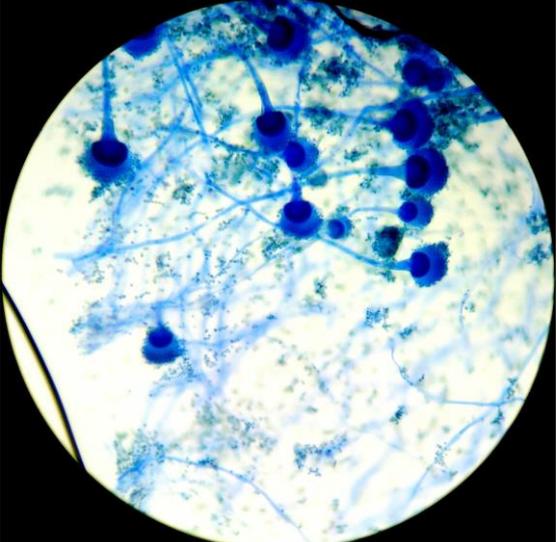
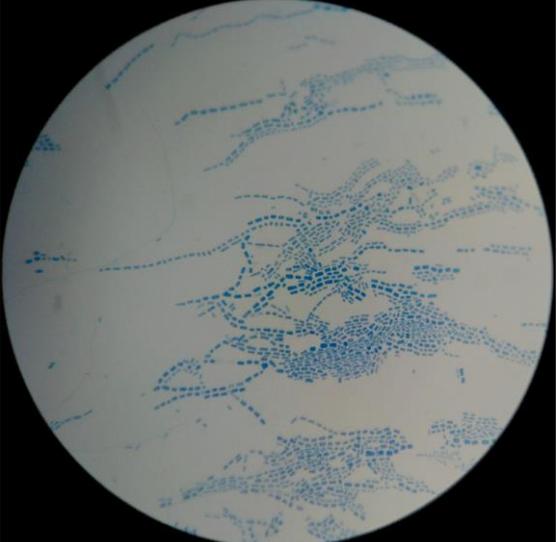
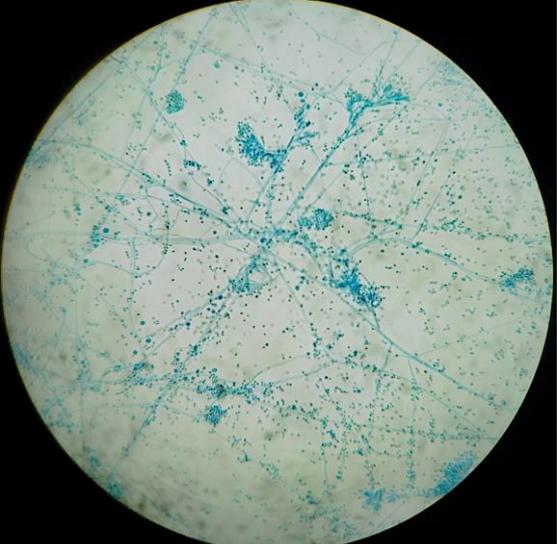
A un nivel significancia de $\alpha = 0,01$, las medias de la diversidad de microorganismos de las áreas verdes A1, A2, A3, A4, A5, son iguales, así mismo las de A1, A2, A4, A4, A6, A7 también son iguales, pero se diferencian del A3.

Apéndice 7: Catálogo de microorganismos patógenos caracterizados

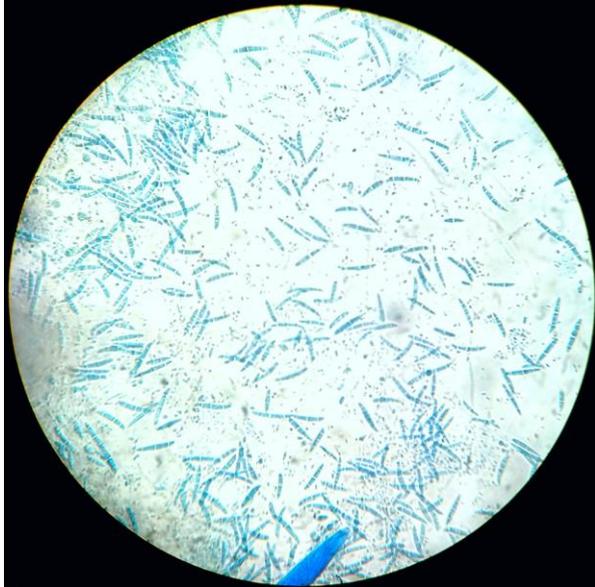
Cuadro 65. Bacterias identificadas microscópicamente

| Bacterias identificadas | Fotografía |
|----------------------------|--|
| <i>Staphylococcus sp.</i> |  |
| <i>Bacillus sp.</i> |  |
| <i>Streptobacillus sp.</i> |  |
| <i>Enterobacter sp.</i> |  |

Cuadro 66. Hongos identificados microscópicamente

| Hongos identificados | Fotografía |
|------------------------|--|
| <i>Aspergillus sp.</i> |  |
| <i>Geotrichum sp.</i> |  |
| <i>Penicillium sp.</i> |  |

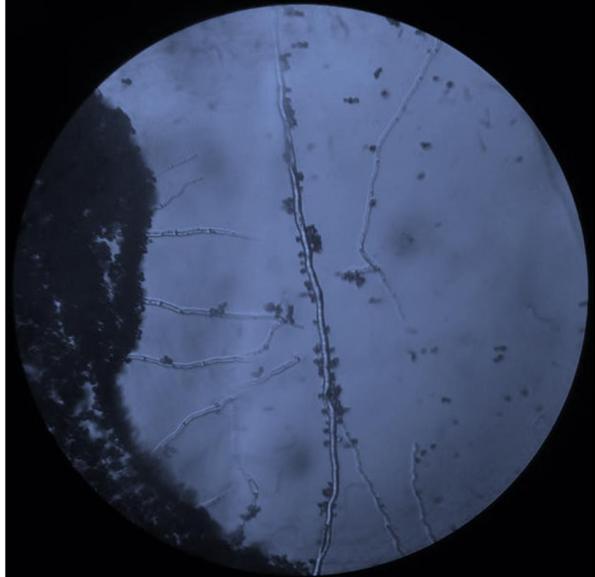
Fusarium sp.



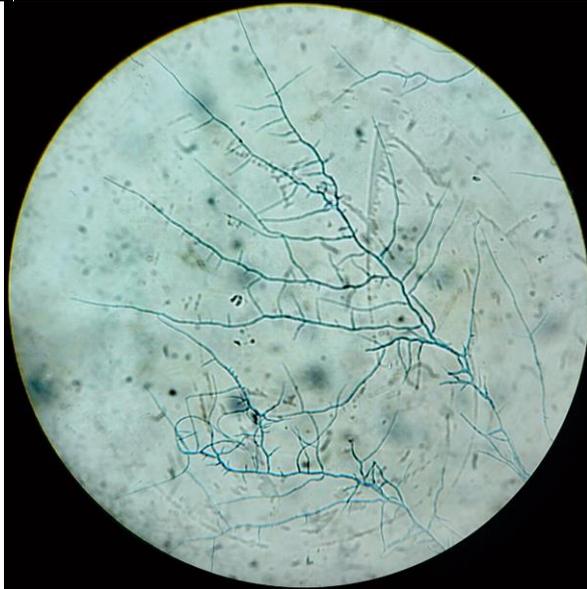
Epirophyton sp.



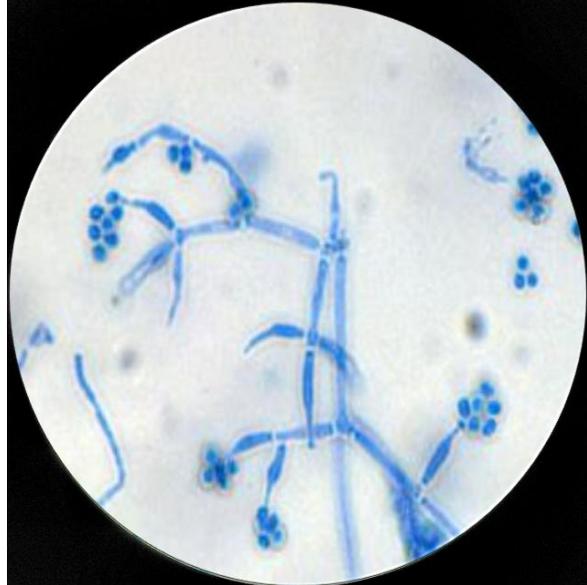
Candida sp.



Monosporium sp.



Trichoderma sp.



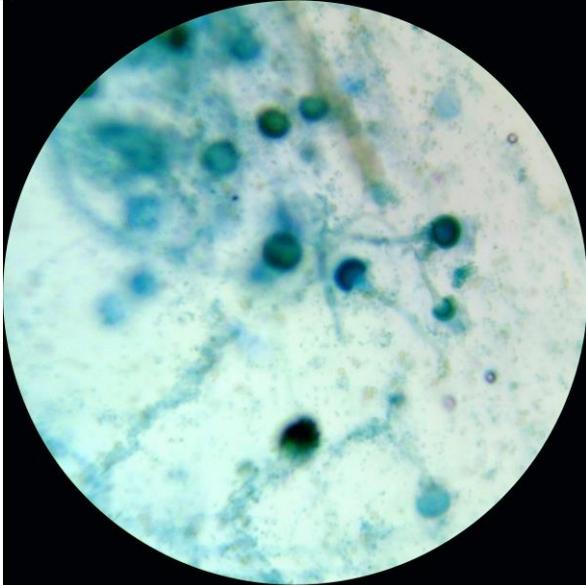
Richosporium sp.



Blastomyces sp.



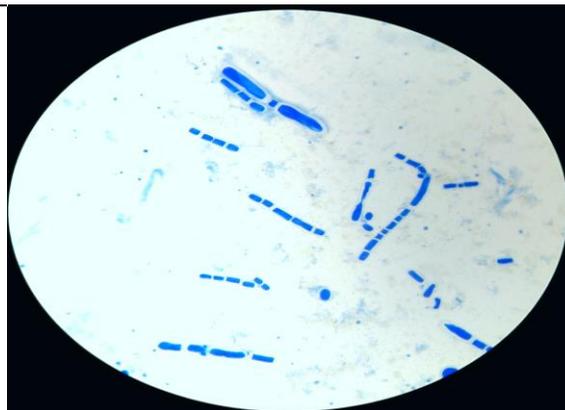
Rhizopus sp.



Botrytis sp.



Trichophyton sp.



Mucor sp.



Apéndice 8: Panel fotográfico

Anexo A: Fuentes de contaminación



Figura 25. Fuentes de contaminación en el Ecoparque



Figura 26. Fuentes de contaminación en la Plaza de Armas



Figura 27. Fuentes de contaminación en el parque El Colono



Figura 28. Fuentes de contaminación parque Ramón Castilla



Figura 29. Fuentes de contaminación en el parque Ricardo Carrión



Figura 30. Fuentes de contaminación en el parque Bella Durmiente



Figura 31. Fuentes de contaminación en el parque Túpac Amaru

Anexo B: Flujo vehicular



Figura 32. Flujo vehicular en el Ecoparque



Figura 33. Flujo vehicular en el parque Ramón Castilla

Anexo C: Determinación de concentración de PAS



Figura 34. Pesado de placas de monitoreo de PAS



Figura 35. Instalación de estación de monitoreo de PAS en la Plaza de Armas



Figura 36. Recolección de placas con muestra de PAS



Figura 37. Muestras de PAS de las 14 estaciones de monitoreo y pesado final

Anexo D: Caracterización de microorganismos patógenos



Figura 38. Soluciones de BHI para muestreo microbiológico



Figura 39. Materiales para muestreo microbiológico



Figura 40. Muestreo microbiológico en el parque Bella Durmiente



Figura 41. Toma de parámetros de temperatura y humedad relativa



Figura 42. Medios de agar para crecimiento bacteriológico y de hongos

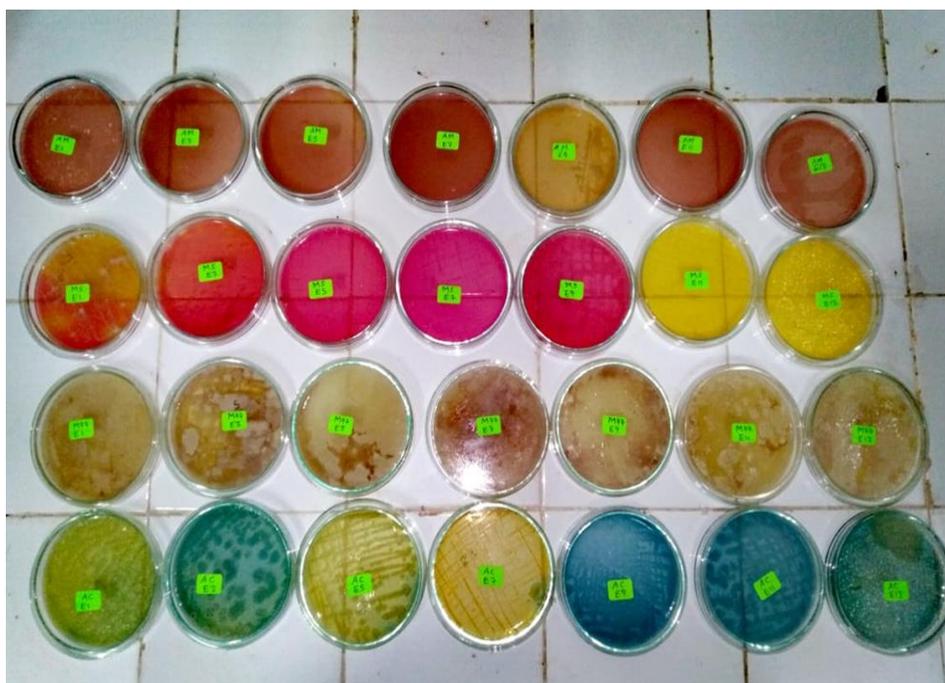


Figura 43. Crecimiento de colonias de bacterias en los diferentes tipos de agar



Figura 44. Siembra de inóculos de hongos en Agar Sabouraud



Figura 45. Medios de crecimiento para diferenciación bioquímica



Figura 46. Reactivos y colorantes utilizados



Figura 47. Siembra de colonias de bacterias para diferenciación bioquímica



Figura 48. Realización de pruebas bioquímicas

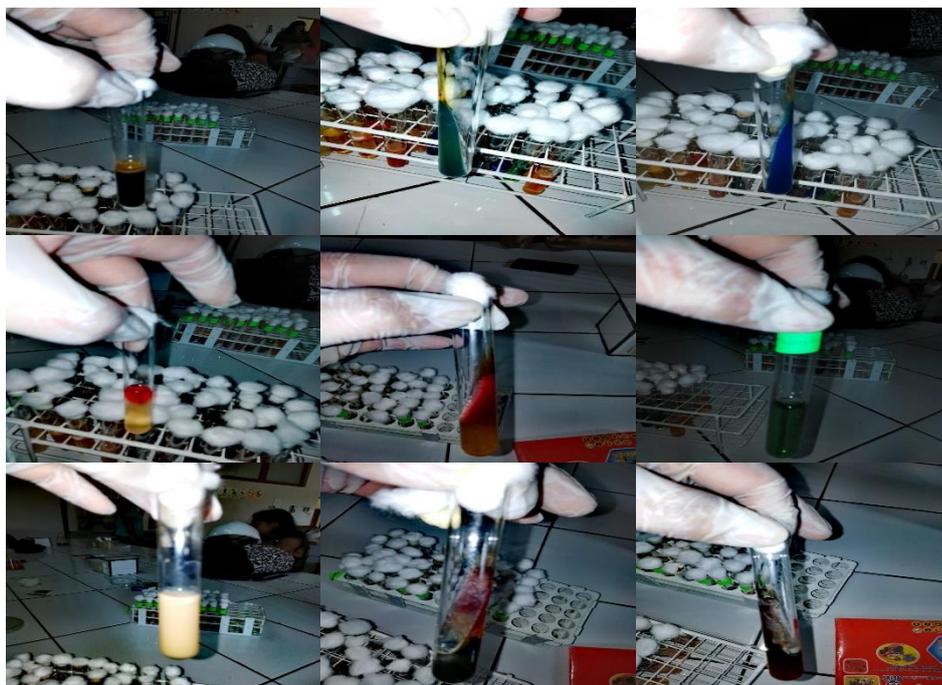


Figura 49. Lectura de pruebas bioquímicas

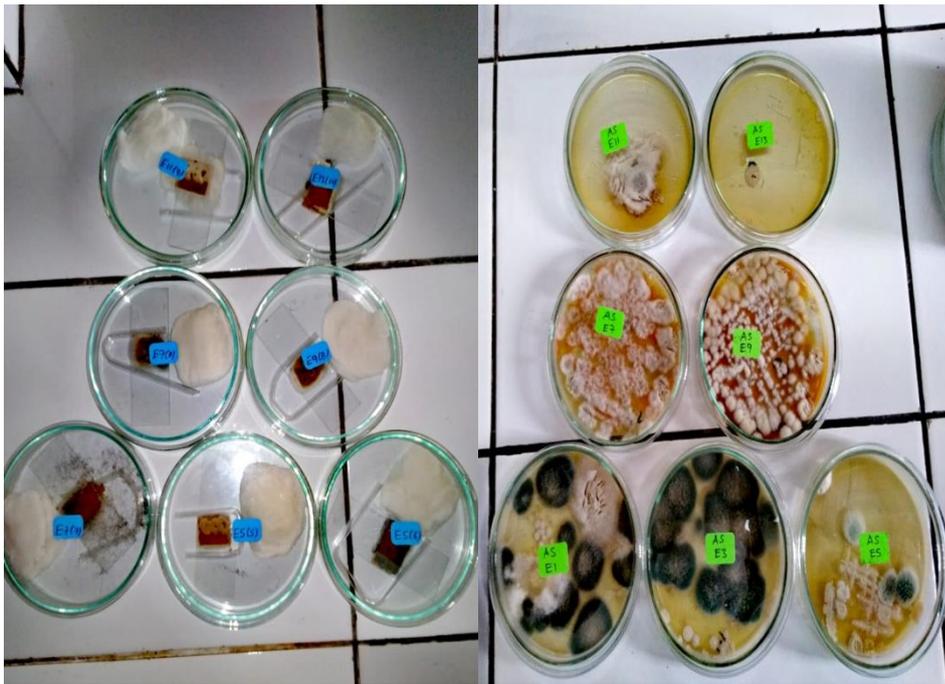


Figura 50. Siembra y crecimiento de hongos en Agar Sabouraud



Figura 51. Visualización de microorganismos en el microscopio electrónico



Figura 52. Equipo técnico de monitoreo microbiológico

Apéndice 9: Modelo de etiqueta de estación de monitoreo, padrón y autorización de la municipalidad

| | | |
|--|----|---|
|  | E1 |  |
| <p>TESIS: MICROORGANISMOS PATÓGENOS DEL AIRE PRESENTES EN LAS PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS SEDIMENTABLES DE LAS ÁREAS VERDES DE TINGO MARÍA (Enero – Junio, 2018).</p> | | |
| <p>PUNTO DE RECOLECCIÓN: Av. Alameda Perú N° 813.</p> | | |
| <p>COORDENADAS: X: 390336 m, Y: 8972326 m.</p> | | |
| <p>TESISTA: RAMOS ESTELA, Leoncio.</p> | | |
| <p>ASESOR: Ing. BETETA ALVARADO, Víctor Manuel.</p> | | |
| <p>“NO TOCAR – TESIS”</p> | | |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES



PADRÓN DE PUNTOS DE MONITOREO: MICROORGANISMOS PATOGENOS DEL AIRE PRESENTES EN LAS
PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS SEDIMENTABLES DE LAS ÁREAS VERDES DE TINGO MARÍA (Enero – Junio, 2018).

Tesisista: Ramos Estela, Leoncio. Especialidad: Ingeniería Ambiental. Institución: Laboratorio de Calidad de Aire - UNAS.

| Área | Código | Dirección | Apellidos y Nombres | DNI | Teléfono | Fecha de Instalación | Firma | Fecha de Retiro | Firma |
|---|--------|-----------------------------|-------------------------|----------|-----------|----------------------|-------|-----------------|-------|
| Ecoparque | E1 | AV. Alameda Perú 813 | Silva Davila, Darcy | 23015302 | 931720172 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |
| | E2 | AV. Alameda Perú 739 | Vera Hernandez, Hector | 23003032 | 981681569 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |
| Plaza de Armas | E3 | AV. Alameda Perú 525 | Ojeda campos Yuky | 23020332 | 979504834 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |
| | E4 | AV. Alameda Perú 405 | Lopez Paredes, Zoila | 22998181 | 969689274 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |
| Parque El Colono | E5 | AV. Alameda Perú 186 | Levean Fretel, Melvin | 44746351 | 987951365 | 01/04/2018 | — | 01/07/2018 | |
| | E6 | Sr. Callo 411 | Casas Barral, Moribel | 22476990 | 98195613 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |
| Parque Ramón Castilla | E7 | AV. Enrique Pimentel 165 | Diaz Paz, Aida | 22965386 | 062561361 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |
| | E8 | Sr. Ramon Castillo 211 | Soto Rios, Ana. Claudia | 44503817 | 969279995 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |
| Parque Ricardo Carrion "Club De Leones" | E9 | AV. Agricultura 125 | Flores Chavez, Olga M. | 22974609 | 062561439 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |
| | E10 | AV. San Martin 541 | Vasquez Arce, Lucila | 22960076 | 06250514 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |
| Parque Bella Durmiente | E11 | Sr. Francisco Bolognesi 138 | Rengifo Perez, Claudia | 70260202 | 062561871 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |
| | E12 | Sr. Leoncio Prado 352 | Rettis Montalvo, Otto | 22432763 | 062561871 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |
| Parque Túpac Amaru | E13 | Sr. Elias Mavama 278 | Laraes Marin, Herly | 22970828 | 955840104 | 01/04/2018 | — | 01/07/2018 | |
| | E14 | Sr. Tupac Amaru 208 | Ludeña De Soto, Dalila | 01116928 | 945440551 | 01/04/2018 | | 01/07/2018 | |



AUTORIZACIÓN DEL ESPACIO DE LA MPLP

LA SUBGERENCIA DE CONTROL PATRIMONIAL Y MARGESI DE BIENES DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LEONCIO PRADO, QUE SUSCRIBE:

Visto el proveído de la Gerencia de Administración y Finanzas donde autoriza y pide otorgar las facilidades del espacio que es propiedad de la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado al Sr. RAMOS ESTELA LEONCIO para llevar a cabo una investigación de tesis titulada: "Microorganismos Patógenos del Aire presentes en las Partículas Atmosféricas Sedimentables de las Áreas Verdes de Tingo María" para los meses siguientes:

- **MIÉRCOLES 07/03/2018 HASTA MIÉRCOLES 07/06/2018**

Es responsabilidad del Sr(a) _____ con DNI: _____ quien se **COMPROMETE Y SE ENCARGARA** de la conservación y el orden de los bienes a usar. Caso contrario asumirá los gastos de pérdida o reposición de bienes patrimoniales del Auditorio Municipal.

Se expide la presente Autorización, a solicitud de la parte interesada, para ser presentado a los responsables de la vigilancia del Palacio Municipal.

Tingo María, 06 de marzo del 2018

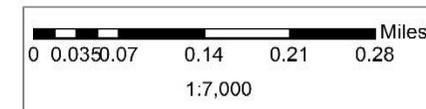
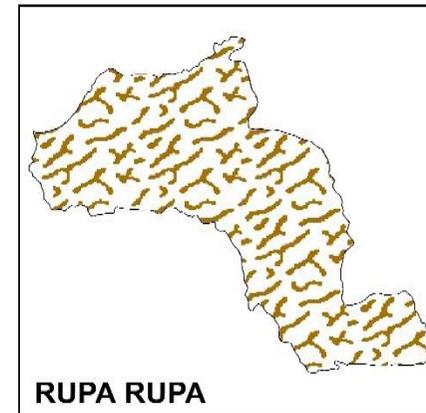
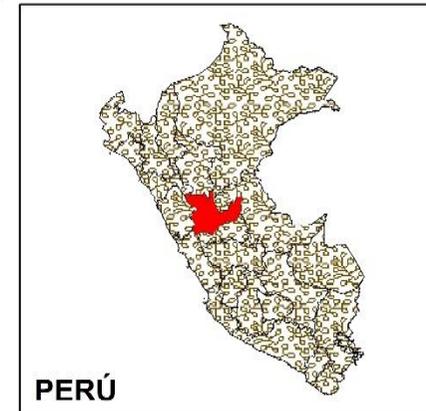
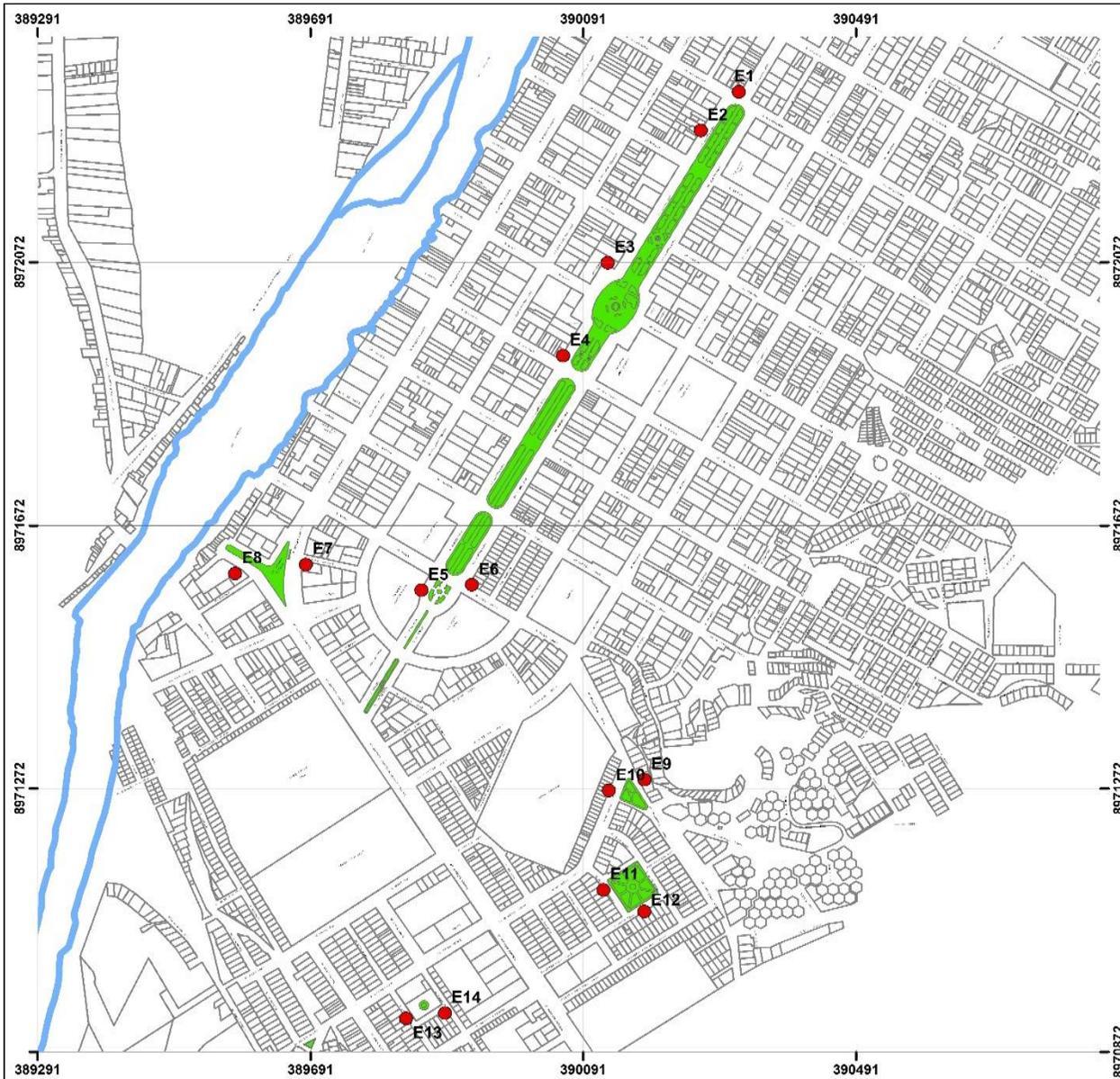
Municipalidad Provincial de Leoncio Prado
TINGO MARÍA

Lic. Adm. Nels David Poma Sanchez
SUB GERENTE DE CONTROL PATRIMONIAL
Y MARGESI DE BIENES

47179372

969279995

MAPA DE ÁREAS DE ESPARCIMIENTO POBLACIONAL EN LA CIUDAD TINGO MARÍA



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984

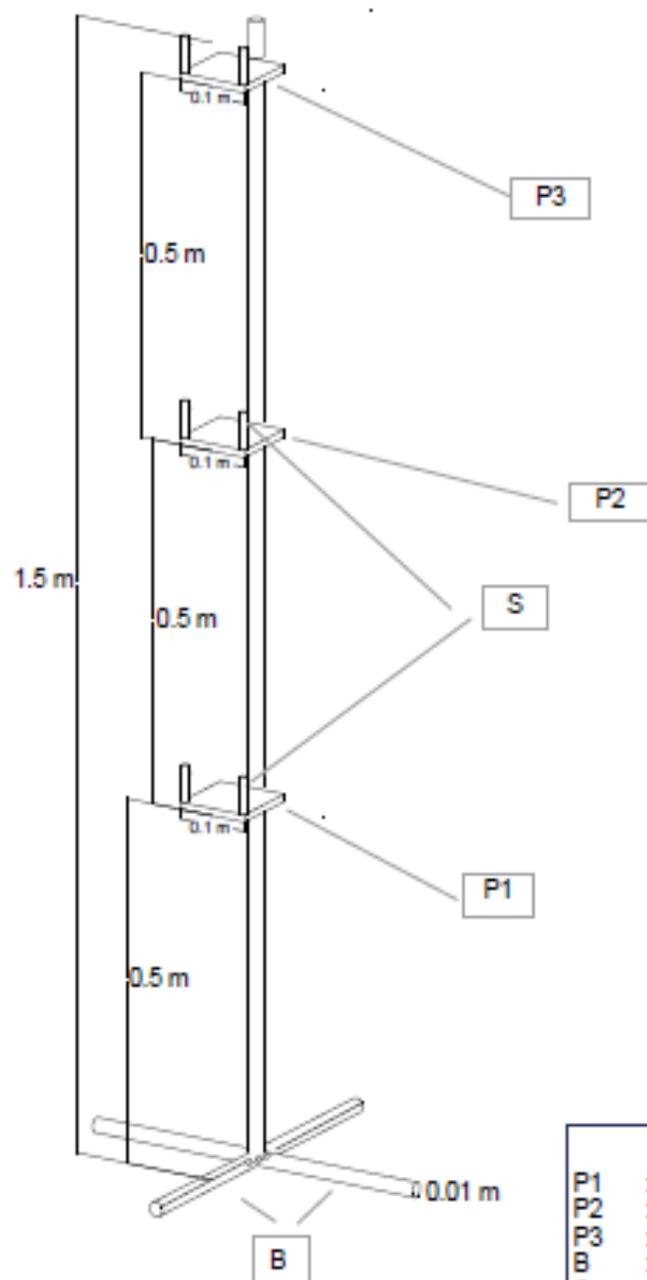
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
INGENIERÍA AMBIENTAL

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO Y ÁREAS DE MODELAMIENTO DE PAS
Práctica Preprofesional: Modelamiento de dispersión de partículas atmosféricas sedimentables en la ciudad de Tingo María.

| | | | |
|--------------------------|------------------------|---------------|----------------|
| UBICACIÓN POLÍTICA | UBICACIÓN GEOGRÁFICA | PRACTICANTE | ESCALA: |
| Departamento: Huánuco | Datum: WGS-84 | Indicada | Indicada |
| Provincia: Leoncio Prado | Proyección Geográfica: | RAMOS ESTTLA, | FECHA: |
| Distrito: Rupa Rupa | Zona 18 Sur | Leoncio | Junio del 2017 |

U - 02





LEYENDA

- P1 : Soporte para placa petri n°1 de monitoreo de PAS (h =0.5 m).
- P2 : Soporte para placa petri n°2 de monitoreo de PAS (h =1.0 m).
- P3 : Soporte para placa petri n°3 de monitoreo de PAS (h =1.5 m).
- B : Base del soporte de hierro.
- S : Sujetadores para las placas de monitoreo de PAS.