



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Capacidad del Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) para la Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca, 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR

Gianmarco Isaac Chavez Castro

ASESOR

Msc. Wilber Quijano Pacheco

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2017

## JURADO CALIFICADOR



---

Dr. JOSE ELOY CUELLAR BAUTISTA  
Presidente



---

Dr. MILTON C. TULLUME CHAVESTA  
Secretario



---

Msc. WILBER S. QUIJANO PACHECO  
Vocal

### **DEDICATORIA**

*El presente trabajo lo dedico a mis familiares que siempre me apoyan, también a mis docentes que han sabido guiarme como alumno y persona.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Cesar Vallejo sede San Juan de Lurigancho por dame los recursos necesarios para desarrollarme como profesional durante los años de estudio.

A mis padres y docentes que día a día supieron guiarme tanto en lo académico como en lo personal en especial al Dr. Eloy Cuellar, Dr. Antonio delgado, Dr. Tullume, Dr. Antonio Sánchez, Msc. Quijano Pacheco, Ing. Omar Vásquez y al Biólogo Ángel Ramírez por las enseñanzas, asesorías y consejos.

A mis amistades, compañeros por el apoyo en todo los años de estudio.

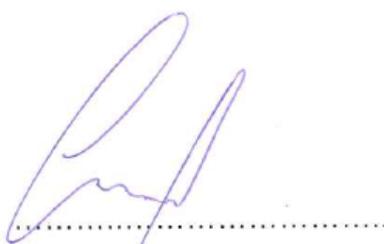
## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo **Gianmarco Isaac Chavez Castro**, con DNI N° 70023944, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes, consideradas en el reglamento de grado y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación es auténtica y veraz.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en la norma académica de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 15 de Julio del 2017



Gianmarco Isaac Chavez Castro

DNI: 70023944

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado presento ante ustedes la tesis titulada **“Capacidad del Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) para la Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca, 2017”** Con la finalidad de determinar la capacidad del Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) para la Bioacumulación de Plomo en el aire, realizados en zonas metalúrgicas en Jicamarca, en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Gianmarco Isaac Chavez Castro

## ÍNDICE

JURADO CALIFICADOR

¡Error! Marcador no definido.

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN.....	10
ABSTRACT .....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.2. Trabajos Previos.....	14
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	20
1.4. Formulación del problema .....	35
1.5. Justificación del estudio.....	35
1.6. Hipótesis.....	36
1.7. Objetivos .....	37
II. MÉTODO.....	38
2.1. Diseño de investigación.....	38
2.2. Variables, operacionalización .....	38
2.3. Población y muestra .....	39
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad .....	41
2.5. Métodos de análisis de datos .....	48
III. RESULTADOS.....	49
IV. DISCUSIÓN .....	75
V. CONCLUSION.....	78
VI. RECOMENDACIONES .....	79
ANEXOS.....	83

## INDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1 Liquen Crustaceos, Perteneiente al taxón Ascomycete.....	27
Imagen N° 2 Liquen Crustaceos Especie Lepraria sp .....	27
Imagen N° 3 Líquenes: que son y su uso como bioindicadores. ....	28
Imagen N° 4 Líquenes en arboles .....	29
Imagen N° 5. Fundido de metales .....	36
Imagen N° 6 Puntos de extracción de líquenes.....	40
Imagen N° 7. Zona de estudio.....	41
Imagen N° 8. Humedad en arboles de Olivo. 2017 .....	42
Imagen N° 9. Recolección de líquenes: 2017.....	43
Imagen N° 10. Quema de chatarra. 2017.....	44
Imagen N° 11. Medición de Líquenes. 2017.....	45
Imagen N° 12. Colocación de líquenes en área de muestreo. 2017 .....	45
Imagen N° 13. Grupo de Líquenes para muestreo. 2017 .....	49
Imagen N° 14. Colocación y cantidad de Líquenes. 2017 .....	51
Imagen N° 15 Grupo de Líquenes. 2017.....	53
Imagen N° 16 Deterioro de Liquen. 2017 .....	55
Imagen N° 17 Presencia de Soredios.....	57
Imagen N° 18 Grupo para determinar plomo. 2017.....	58
Imagen N° 19 Líquenes.....	60
Imagen N° 20 Pesaje de placas receptoras. 2017 .....	61
Imagen N° 22. Emanación de contaminantes al aire.....	65

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Tipos de Bioindicadores .....	31
Tabla N° 2. Principales contaminantes químicos y efectos ambientales .....	32
Tabla N° 3. Monitoreo de la calidad del aire de la empresa MYFRANVER.....	62

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Puntos de monitoreo.....	40
---------------------------------------	----

Cuadro N° 2. Cuadro Efecto del contaminante en las características del liquen .....	50
Cuadro N° 3. Características físicas de color del Liquen.....	52
Cuadro N° 4. Mortalidad de los Líquenes.....	54
Cuadro N° 5. Presencia de Soredios.....	56
Cuadro N° 4. Concentración de Plomo en Liquen.....	58
Cuadro N° 5. Monitoreo de aire con placas receptoras.....	60
Cuadro N° 6. Concentración de Plomo en placas receptoras .....	61
Cuadro N° 7. General de Biacumulación de Plomo en el Aire.....	63
Cuadro N° 8. Resultados de las partículas totales en Suspensión.....	64
Cuadro N° 9. Humedad Relativa .....	66
Cuadro N° 10. Temperatura del medio.....	68
Cuadro N° 11. Resumen del procesamiento de los casos .....	71
Cuadro N° 12 Estadísticos de fiabilidad .....	71
Cuadro N° 13. Pruebas de normalidad.....	72
Cuadro N° 14. Prueba de muestras relacionadas .....	72
Cuadro N° 15. Prueba de muestras relacionadas .....	73
Cuadro N° 16. Prueba de muestras relacionadas .....	74

### **INDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico N° 1 Variación de color .....	53
Gráfico N° 2. Mortalidad del Liquen.....	55
Gráfico N° 3 Presencia de Soredios.....	57
Gráfico N° 4 Concentración de Plomo en Liquen .....	59
Gráfico N° 5 Presencia de plomo en placas receptoras .....	62
Gráfico N° 6 Partículas Totales en Suspensión.....	65
Gráfico N° 7 Humedad Relativa .....	67
Gráfico N° 8 Temperatura del medio .....	69

### **INDICE DE ECUACIONES**

Ecuación N° 1 Conversiones de unidades .....	84
--	----

## RESUMEN

La presente investigación buscó conocer la capacidad del Liquen Fruticulado (*Ramalina Farinacea*), para la bioacumulación de plomo que se encuentra en el aire de las zonas metalúrgicas de Jicamarca, los grupos de muestreo para monitorear fueron recolectados del bosque el Olivar de San Isidro y para el estudio estos fueron colocadas en la zona de trabajo; Para el cual se colocaron los líquenes en tres grupos de muestreo como tratamientos, el trabajo se desarrolló durante un periodo de tres meses, para el monitoreo del aire se usó el método de placas receptoras con ello se determinó la cantidad de plomo y PTS; todas las muestras fueron analizadas en laboratorios particulares, la investigación tuvo como metodología experimental con el diseño longitudinal; los resultados que se obtuvieron dentro de la acumulación del liquen para el primer grupo inicial de 22.74 y final de 32.80 mg/kg, para el segundo grupo 28.16 inicial y final de 36 mg/kg y el tercer grupo inicial de 26.73 y final de 36.10 mg/kg, esto sirvió para conocer que el liquen es una especie que puede monitorear la calidad de aire del medio donde se encuentra.

**Palabras claves:** Aire, Biomonitorio, Contaminación, Liquen, Plomo

## ABSTRACT

This research sought to know the capacity of the Lichen Fruticulososo (*Ramalina Farinacea*), for the bioaccumulation of lead that is located in the air of the metallurgical areas of Jicamarca, sampling to monitor groups were collected from the forest the Olivar de San Isidro and to study these were placed in the work area; For which were placed lichens in three groups of sampling as treatments, the work was developed during a period of three months, for the air monitoring method of plates was used recipients thus determined the amount of lead and PTS; all samples were analyzed private laboratory, the research had experimental methodology with the longitudinal design; the results obtained within the Lichen for the first group of initial accumulation of 22.74 and end of 32.80 mg/kg for the second group 28.16 initial and end of 36 mg/kg and the third initial group of 26.73 and end of 36,10 mg/kg This served to know that Lichen is a species that can monitor the air quality of the environment where you will find.

**Keywords:** Air, Biomonitoring, Pollution, Lichen, Lead

## I. INTRODUCCIÓN

Las numerosas actividades antropogénicas liberan diversas cantidades de contaminantes al medio ambiente, convirtiéndose en una de las principales causas de alteración, afectando a los procesos naturales, flora y fauna. La presencia de los elementos tóxicos están en aumento, por tal motivo es indispensable tener sistemas de monitoreos fiables. (DÍAZ, E. 2006, p. 1)

Las técnicas para cuantificar la contaminación son costosas, por tal motivo el uso de líquenes como biomonitores se está extendido cada vez más. Estos organismos nos dan una medición inmediata de los niveles de contaminación en diversas zonas, sin embargo, se debe de entender que los líquenes no podrán reemplazar en su totalidad a los equipos técnicos que cuantifican la presencia de contaminantes. (HAWKSWORTH, D. 2005, p. 2)

Esta investigación se fundamenta en aplicar el proceso de la bioacumulación de metales pesados en específico del plomo. Se busca demostrar la capacidad que tiene el Liqueen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) para la acumulación de plomo que se encuentra en el aire. El Liqueen *Ramalina Farinacea* tiene la característica de absorber y acumular diferentes sustancias que se encuentra presentes en el ambiente, por ese motivo la mayoría de esta especie no toleran los gases contaminantes del aire, estas sustancias impiden su crecimiento y dificultan su reproducción, pudiendo provocarle la muerte. (GIACOBONE Y CABRERA, 2009, p. 16)

Esta especie como bioindicador de la contaminación atmosférica posee algunas ventajas que inician en un conjunto de características como la carencia de protección o estructura al contacto con las sustancias contaminantes presentes en el medio ambiente, los nutrientes que utiliza los líquenes provienen de algunas partículas que se encuentran en el ambiente, usan la energía lumínica como fuente de alimento todo el año. Los líquenes son muy sensibles a algunos gases como dióxido de azufre, ácido fluorhídrico. Pueden almacenar concentraciones de metales pesados sin sufrir algún daño y son sensibles a los cambios bruscos de pH en el lugar donde se encuentra. (GIACOBONE Y CABRERA, 2009, p.16)

## **1.1. Realidad Problemática**

La contaminación del aire es uno de los grandes problemas que presenta el medio ambiente en los últimos siglos que es causada en su mayoría por la quema de combustibles fósiles, los gases emitidos por las industrias, la creación de los vehículos y la aparición de las industrias que han aumentado las concentraciones de contaminantes, entre lo más destacados tenemos: dióxido de azufre, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos aromáticos policíclicos, metales pesados y oxidantes fotoquímicos.

En la zona de Jicamarca, existe diversos problemas sociales, entre estos tenemos el problema ambiental que está perjudicando la salud de la población; esto debido a la presencia de empresas fundidoras, las cuales no cuentan con un control adecuado de emisiones de gases que son concebidos por el proceso interdiario de quemado de los diversos materiales que llegan a las diferentes empresas que funden, como chatarra, plástico y demás. Esto ha generado una emanación de gases en el aire como la presencia de plomo, techos teñidos, eliminación de plantas y extinción de especies y la afectación de la salud de las personas. (SOCIEDAD PERUANA DE DERECHO AMBIENTAL, 2013)

Una de las consideraciones de más importancia que ha existido es que cerca de las fundidoras existen centros escolares, con un promedio de más de 200 niños que son afectados debido a que la quema de chatarra ocurre en la hora de estudios, y además se han presentado algunos casos que las personas del lugar registran un alto valor de plomo en la sangre, además se menciona que en el año 2013, un policía fue a cerciorarse de las quejas existentes por la alta contaminación y sufrió los estragos de contaminación inmediatos por la contaminación existente. (SPDA, 2013)

En febrero del 2016, el Instituto Nacional de Estadística e Informática, a través del estudio del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) informo que en el distrito de San Juan de Lurigancho la concentración de contaminantes en el aire por material particulado menor a 2.5 microgramos (P.M2.5) fue de 22.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo el límite del estándar de calidad ambiental de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; por material particulado menor a 10

microgramos (P.M10) fue de 73.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  siendo el límite del estándar de calidad ambiental de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016, p.2)

## 1.2. Trabajos Previos

ROIG et al. (2010) en la investigación titulada “Estudio sobre los líquenes como bioindicadores del contenido de metales pesados en el entorno de la iglesia de los santos Juanes de Valencia”, tuvieron como objetivo manifestar la calidad de aire de la ciudad de Valencia y confirmar la eficacia de los líquenes epilíticos crustáceos como bioindicadores de la contaminación existente en el lugar. El trabajo fue experimental observacional, para conocer las concentraciones de metales que podrían tener los líquenes del lugar. La selección de puntos fue de acuerdo a la presencia de líquenes en la fachada de la iglesia tomando 3 muestras blancas donde se supone no existe contaminación que se encontraban en piedra caliza, 4 muestras en sustratos de ladrillos, y otras cuatro en piedra caliza pero en área cercana a la iglesia. Se distinguieron tres tipos de especies *Lecanora sp.*, *Caloplaca sp.*, u *Candelaria sp.*, de las cuales se analizaron Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Pb, Bi y U. Los resultados que obtuvo fueron que la especie *Lecanora sp.* obtuvo diferencias significativas, debido a que las muestras blancas (lejanas al área de estudio) tenían menos concentración que las muestras del área de estudio, observando que Mo Blanco tenía 0.26 ppm y el Mo Muestra 1.58 ppm teniendo un incremento del 685.91% para el caso del Pb Blanco tenía 47.15 ppm y el Pb Muestra 68.97 ppm teniendo un incremento de 46.27%. Para el caso de la especie *Caloplaca sp.* obtuvo mayor diferencias significativas entre las muestras blancas y de estudio, observando que Cd Blanco 0.01 ppm y Cd Muestra 0.61 ppm teniendo un incremento de 7558.44%. Para el caso del Pb Blanco tenía 16.51 ppm y Pb muestra 90.29 ppm, teniendo un incremento de 446.83%. Para la especie *Candelariella sp.* se obtuvo diferencias significativas como el de Cu Blanco que tenía 0.14 ppm y Cu Muestra 60.37 ppm, teniendo un incremento de 43716.56% y en el caso Pb Blanco 29.87 ppm y Pb Muestra 69.60 ppm, teniendo un incremento de 133.01%. Con esto concluyó que las muestras de los análisis realizados indicador que la mayor concentración de

metales se encuentran en las muestras tomadas en la iglesia a diferencias de las muestras blancas o de control, además de observar que las variaciones fueron a consecuencia de la especie resaltando en las tres especies *Caloplaca sp.* Por ello las especies de líquenes epilíticos pueden ser utilizados como bioindicadores de la contaminación atmosférica debido a la presencia de metales.

HURTADO, W. y GOMEZ, H. (2013) en su artículo científico titulado “Liquen *Parmotrema Sancti Angelii* como biomonitor de los metales provenientes de la mina loma de Níquel, estado Aragua”, tuvo como objetivo evaluar el empleo de Liquen *Parmotrema Sancti Angelii* (Lynge) como potencial biomonitor activo de la contaminación por metales provenientes de las emisiones vinculados a la mina Loma de Níquel, Estado Aragua. Las muestras de líquenes fueron llevados a la zona de estudio a lo largo de un transecto cerca de la mina, también se colocaron muestras de suelo superficial para determinar el factor de enriquecimiento de los metales. Se empleó el análisis de Clúster para el tratamiento estadístico de los resultados, esto permitió asociar los metales de acuerdo a su similitud. El primer grupo fue los siguientes metales: Al, Co, Hg, Fe, Mg, Mn, Ni y Ti, asociados a las rocas máficas - ultramáficas serpentinizadas del lugar y el segundo grupo fue: Pb, Zn, Cr, Cu, que se vincula con las emisiones del parque automotor y el desgaste de las partes vehiculares. El cálculo del factor de enriquecimiento de los metales permitió diferenciar entre la zona más cercana a la mina y la que está más distante. Los resultados indican que los elementos de origen natural Al, Fe, y Mg no han variado, lo contrario pasa con los elementos de origen antrópico Pb y Zn se encuentran enriquecidos. Según los resultados obtenidos, se propone al Liquen *Parmotrema Sancti Angelii* (Lynge) Hale como un eficiente bioacumulador y biomonitor de metales pesados, debido al soporte de condiciones rigurosas (se observó la ausencia de líquenes autóctonos de la zona), así también por la mantención de su vitalidad durante los tres meses de exposición a la zona estudiada.

GHIRARDI, R. y FOSCO, M. (2010) en su artículo científico titulado “Líquenes y claveles del aire como bioindicadores de contaminación

atmosférica por metales pesados en el microcentro santafesino”, tuvo como objetivo analizar la presencia de metales pesados en líquenes y claveles del aire presentes en el centro de la ciudad de Santa Fe para evaluar su potencial utilización como bioindicadores de contaminación. Se seleccionaron tres zonas en el centro de la ciudad como unidades de muestreo y dos espacios en zonas cercanas a la ciudad como control. Se colectaron muestras de la especie de *Liquen Parmelia Caperata (L.) Ach. (Fungi: Parmeliaceae)* y de la epífita vascular *Tillandsia Recurvata L. (Plantae: Bromeliaceae)* presentes entre 1.5 y 2 metros del suelo, en la corteza de los árboles. Las muestras fueron lavadas con agua destilada, secadas u conservadas en bolsas plásticas, fue pesada con una balanza de alta precisión, según la norma EPA 2003 para tejidos biológicos la cantidad de muestra es hasta 5 gr en el estudio las muestras de líquenes oscilaron entre 0.5. 1.2 gr mientras que el de los claveles pesaron entre 0.25 – 1.30 gr. Se determinó la presencia de Hierro, Manganeso y Zinc en un espectrofotómetro de absorción atómica de llama. Los resultados señalan que el nivel de acumulación de metales pesados en las dos especies presentes en el centro de la ciudad fue mayor que el de las zonas cercanas a la ciudad. Se concluyó que las altas concentraciones de Mn y de Zn en los líquenes y claveles se deben a fuentes antropogénicas. El monitoreo de estas especies sería provechoso para las evaluaciones y monitoreos temporales de la calidad del aire en diferentes zonas.

QUISPE, J. (2016) en su tesis titulado “Estudio de niveles de Plomo (ii) y Cadmio (ii) en macroalgas marinas del litoral Arequipeño, como propuesta de bioindicador marino, Arequipa - 2015”, tuvo como objetivo validar el método para la determinación de plomo (II) y cadmio (II) en agua y macroalgas marinas por voltamperometría de redisolución anódica y determinar las concentraciones de Pb(II) y Cd(II) en aguas de mar del litoral de la región Arequipa y en las tres especie de macro algas: *Lessonia Nigresceus*, *Corallina officinalis* y *Porphyra Columbina* siendo los objetivos más resaltantes de dicha investigación. El método empleado para determinar las concentraciones de plomo y cadmio fue por voltamperometría de redisolución anódica, fue validado mostrando ser lineal exacto, preciso con LDD Y LDQ de 0.0015 y 0.0021 mg/Kg para Plomo y 0.00038 y 0.00039 mg/Kg para Cadmio. Se realizó un monitoreo de los metales

mencionados en macro algas de la especie *Lessonia Nigresceus*, *Porphyra Columbina* y *Corallina officinalis*. Se tomaron 5 puntos del litoral de Camaná, se recolectaron muestras a dos metros de distancia de la orilla, por cada punto se tomó 3 muestras, luego fueron llevadas al laboratorio donde se lavaron con agua de calidad ultra pura y procesadas para determinar el concentrado de metales ya mencionados, este muestreo se realizó en otoño del 2015 a Invierno 2016. Se determinó concentrados que van desde 5.51 a 104 mg de plomo por kilogramo de macroalga, en la especie de *Lessonia nigresceus* se mostró una mayor captación de plomo y cadmio. En conclusión, se encontró concentraciones de plomo y cadmio en las macroalgas. Se logró validar el método para la determinación de cadmio y plomo en macroalgas marinas por voltamperometría de redisolución anódica.

DARRÉ, E. (2011), en su trabajo de tesis titulado “Líquenes como Bioindicadores de contaminación atmosférica en Montevideo – Uruguay”, para obtener la maestría en ciencias ambientales, donde se planteó como objetivo general analizar si las comunidades de líquenes epifitos de parques de la ciudad de Montevideo reflejan las diferencias en calidad del aire entre estos, observando comparar la riqueza y abundancia de líquenes foliosos y fruticulosos. Este trabajo fue de estudio en campo experimental observacional, teniendo en consideración el habitat donde se encuentran en donde se observaron a las comunidades de líquenes en los parques urbanos de Montevideo, en donde se muestrearon 30 árboles adultos de *Acacia caven* en su mayoría y en menor cantidad *Eucalyptus Camaldulensis* para la detección de concentraciones de contaminantes gaseosos como los óxidos de azufre, carbono, nitrógeno y material particulado en un periodo de tres meses. Los resultados que se obtuvieron fueron las diferentes significancias en la diversidad de las comunidades de líquenes en las zonas de estudio en donde se encontró que el área de muestra control se obtuvo más cantidad de especies de líquenes en comparación de 10%, 42% y 86%, en cuanto al análisis de pH se obtuvo que una de la especie de Liquen *P. Pilosum* tenía rangos más ácidos entre 4.03 y 5.01. Las muestras de líquenes en las zonas de muestreo son dos a cinco veces menor que la muestra control que se hizo, y que esto dependió de la ubicación de la zona de muestreo. Por ello llego a la

conclusión de que se puede utilizar los líquenes en estudios de contaminación atmosféricas en la ciudad de Montevideo para referencia de estudios complementarios a los métodos fisicoquímicos, para analizar efectos de disminución de la calidad del aire.

MÉNDEZ V. Y MONGE J. (2011), en su artículo científico titulado “El uso de los líquenes como biomonitores para evaluar el estado de la contaminación atmosférica a nivel mundial” en el cual plantearon como objetivos el evidenciar, por medio de la literatura, el potencial que tienen los líquenes como monitores de la contaminación atmosférica a nivel mundial y mapear la distribución mundial de los estudios de contaminación ambiental que emplean a los líquenes como bioindicadores y bioacumuladores. Los líquenes se han utilizado como biomonitores, según la línea de investigación se pueden dividir en dos, de acuerdo con la metodología empleada: como bioindicadores, en el que consiste en el mapeo de las especies de líquenes presentes en un área en específico que manifiestan síntomas particulares frente a los cambios ambientales; y como bioacumuladores, basado en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los líquenes cuando acumulan sustancias dentro de sus tejidos y son medidas a través de métodos químicos. Los líquenes no miden la contaminación atmosférica sino lo que hacen es reaccionar frente a los contaminantes presentes en su medio por lo cual informan sobre las condiciones de normalidad que deben existir en sus ecosistemas para su desarrollo óptimo. Además, la calidad del aire se puede medir a través de los síntomas o daños que lleguen a presentar los líquenes como disminución de la cobertura o de la producción de propágulos o en forma de reacciones ecológicas en las comunidades liquénicas siendo cambios de distribución espacial y de patrones de diversidad. En la mayoría de estudios se ha demostrado que la desaparición de líquenes se debe a la contaminación producida por el dióxido de azufre y por el dióxido de nitrógeno.

RIQUELME, F. (2008), en su tesis titulada “Evaluación del uso de líquenes como indicadores biológicos de contaminación atmosférica en la quebrada de La Plata, región Metropolitana”, para obtener el título profesional de Ingeniero Forestal, tuvo objetivo general realizar el estudio de evaluación del

uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la Quebrada de la Plata. Haciendo uso de una metodología de indicadores cuantitativos, se eligieron especies que en su corteza posea la característica de pH, capacidad de almacenar agua y contenido de nutrientes. Además se evitó usar partes dañadas o descortezadas, nudos, canalículos, y partes con coberturas. Además el área de estudio fue de 224 hectáreas en donde se muestrearon 32 árboles. Y tuvo como resultado que el comportamiento de las especies se generó por los factores ambientales teniendo en consideración la humedad ya que fue un factor limitante para la reproducción y tolerancia a la contaminación atmosférica. Y por ello llegó a la conclusión que la contaminación es uno de los factores causales en la disminución de la diversidad líquénica de la ochos especies conocidas en el área.

MOREANO D. y PALMISANO A. (2012) en la investigación titulada “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”, tuvieron como objetivos Describir el estado de los contaminantes del aire: partículas de CO, PM10 y SO2 en el campus universitario y En base a la investigación, cuantificar los daños que podrían ocasionar los contaminantes y medir su nivel de respuesta. El trabajo de investigación fue descriptivo y explicativo por el alcance del estudio transversal debido a que se escogió una muestra del universo analizado. La metodología de toma de muestras es llamada monitoreo densiométrico pasivo de la calidad del aire. El estudio presento 42 estaciones de monitoreo. El procedimiento usado en la toma de muestras se basa en la colocación de diferentes trípodes cada uno conteniendo 3 placas de lámina de vidrio de 10 x 10 cm y 4 mm de espesor donde se colocó una pequeña capa de vaselina transparente. Estas placas fueron colocadas en diferentes alturas (0.10 0.90 y 1.50 metros) de tal forma conformando un volumen de aire teniendo una distancia según los permisos y restricciones. La fecha de muestreo fue en los meses de Noviembre Y Diciembre del año 2010, en las horas 08:00 – 18:00. Una vez recogidas las muestras se envolvieron con pastico transparente y se guardaron de forma vertical, siendo rotuladas. Durante el procesamiento de la data las muestras se escanearon para empezar a cuantificar las partículas que tuvieran el tamaño adecuado para ser

consideradas PM 10, el proceso de conteo fue estandarizado con un eje en forma diagonal considerando todos los puntos cercanos a la línea. Se usó papel milimetrado para tener mayor uniformidad y contabilizar todos los recuadros teniendo en cuenta el tamaño de la muestra, la idea era obtener la cantidad de tipo de partículas por  $\text{cm}^2$  de la placa, con ayuda del Software Adobe Photoshop CS4. Usando una serie de procedimientos estadísticos se obtuvo los cálculos de cada estación por  $\text{cm}^2$ , posteriormente se calcula cuanto saldrá por placa de vidrio y luego se calcula para un volumen de aire en  $\text{m}^3$ , luego para el caso de CO se trasladan a  $\text{mg}/\text{m}^3$  y para PM 10 es el mismo caso. De las 42 estaciones que se monitorearon se obtuvieron que para el caso de CO la concentración más alta fue de  $3236.12 \text{ mg}/\text{m}^3$  y la más baja fue  $315.99 \text{ mg}/\text{m}^3$ . Para el caso de PM10 la concentración más alta fue de  $669.09 \text{ mg}/\text{m}^3$  y la más baja fue de  $88.46 \text{ mg}/\text{m}^3$ . Concluyendo con el trabajo de investigación se comprobó que en el campus de la PUCP existe la presencia de contaminantes como CO y PM10, junto a otros contaminantes afectan a la infraestructura debido a que acelera los procesos de fenómenos como la carbonatación, lixiviación, eflorescencia y corrosión, así como el cambio en el fenómeno de pasivación del acero, Se ha demostrado que la concentración de PM10 y SOx afecta mayoritariamente a la mampostería y el modelo que se postula, permitiendo explicar este daño de manera constante mediante la expresión, se evidencia que el daño en el acero es parcialmente explicado por la concentración de PM10 y SOx, y solo es consistente para la data de la muestra recogida mediante la ecuación.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Marco Teórico**

En la actualidad, con la presencia constante de la contaminación, ha sido necesaria la utilización de diversas técnicas para conocer el estado ambiental de un área definida. Es por ello que a inicios del siglo se propuso el uso de organismos como bioindicadores, cuyos atributos se emplearían para conocer los factores de mortalidad, reproducción, cambios, etc., de los mismos en relación del ambiente que lo rodeara, tratando además de saber cómo estos organismos se modificaban a nivel de ecosistemas, poblaciones, comunidades,

debido a que resulta muy útil para conocer el nivel de contaminación existente. (CENTRO CIENTIFICO TECNOLOGICO MENDOZA, 2017). Además los bioindicadores ayudaran a contar con la información necesaria para la generación de diversos indicadores ambientales que son necesarias para la toma de decisiones técnicas y políticas en cuanto al respeto y protección al medio ambiente, para mejorar la gestión ambiental y lograr un desarrollo sostenible. (COLMENAR, 2002, p. 33)

Por otro lado, también, se entiende que los bioacumuladores son seres vivos que tienen la capacidad de absorber del medio ambiente algunas sustancias y/o elementos que lo retienen en su interior sin eliminarlas. La finalidad principal de estos organismos es la de emplearse como bioindicadores. Al monitorear a los individuos bioacumuladores se puede conocer el nivel de contaminación en los ecosistemas, analizando la presencia de metales pesados, hidrocarburos, elementos radioactivos, etc. Diversos organismos pueden ser utilizados como bioindicadores. Los que más se emplean son los líquenes y los musgos, también pueden emplearse diversos tipos de coleópteros terrestres y microorganismos acuáticos. (GARCÍA, F. 2012. p.02)

En los últimos años el uso de los líquenes como organismos capaces de evaluar la contaminación del aire se ha desarrollado notablemente. Según Marti, E. (2003), menciona que se conoce que los líquenes pueden atrapar partículas, mediante las hifas fúngicas, que a medida que van creciendo, rodean e incorporan al talo todo tipo de elemento procedente de partículas de polvo, roca o contaminantes, se conoce que los líquenes permiten un estudio amplio de determinación de diversos contaminantes como el Plomo, Hierro, Zinc, Cadmio, etc., estos elementos son incorporados en sus paredes celulares, y se llegan a disolver en el agua intercelular de la medula del liquen. Además que los metales como el cobre, plomo y zinc son los más tóxicos para los líquenes, debido a que se manifiesta en su dificultad para colonizarse en ambientes donde existen estos metales. (p. 78)

Los acumuladores biológicos son individuos que muestran el estado químico de su entorno. El monitoreo biológico con especies acumuladores brinda datos esenciales. De acuerdo a estudios realizados en las últimas

décadas, se menciona que los líquenes son acumuladores de contaminantes inorgánicos más destacados. El empleo de los bioindicadores es de bajo costo en comparación a los demás métodos químicos y físicos. (Díaz, 2006, p. 01)

El Liquen es la unión simbiótica de un hongo y un organismo fotosintético o una cianobacteria. Esta asociación es beneficiosa para ambos, debido a que se aportan protección y alimento para sobrevivir. Estos organismos que resisten altas temperaturas no necesitan tener cantidades grandes de nutrientes, se adaptan a cualquier superficie, suelo, arboles, construcciones. (GIACOBONE Y CABRERA, 2009, p. 16)

También los líquenes logran absorber del aire los nutrientes necesarios para su alimentación y compuestos contaminantes los cuales impiden el crecimiento y la reproducción e inclusive provocar la muerte de la especie, debido a su capacidad de absorber y acumular diversos contaminantes, y esto se muestra en su disminución de crecimiento, su reproducción (GIACOBONE Y CABRERA, 2009, p. 16)

En la misma dirección BARRENO Y PEREZ (2003) indica que la capacidad de un Liquen se mide por diversas características físicas de la especie para su función de acumulación, además de que se basara en la concentración que se encuentre en el ambiente, para influir en su capacidad de subsistencia en un área. (p. 85)

El Liquen como tiene una capacidad de absorber contaminantes inorgánicos, y con lo que menciona Hawksworth (2005) que los líquenes absorben metales pesados, como el plomo que resulta aparentemente menos toxico en algunas especies de líquenes a comparación con el Hierro o el Cobre. (p. 75).

Según Cubas (2010) indica que los líquenes tienen una sensibilidad a la presencia de concentraciones de Plomo, además de algunos parámetros químicos que imposibilitan su desarrollo, esto se debió a una experiencia en donde se observó que dichas especies ya se estaban extinguiendo, por la presencia de estos metales en el aire. (p. 7)

Los metales se almacenan en forma de partículas en la zona intramedular que no son lavables. Esta ubicación admite al Liquen en acumular metales sin sufrir daños visibles. (ASOCIACIÓN DE GEÓGRAFOS ESPAÑOLES. 2003 p.77)

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA (2004), menciona que la acumulación del metal pesado como el Plomo se debe por los procesos de combustión, y que una vez en el aire estos son transportados por las características que se hallen en la zona como la temperatura, la velocidad, el viento, la precipitación, etc.). (p. 207)

Los líquenes son empleados como biomonitores (bioindicadores y bioacumuladores) para estimar la calidad atmosférica debido al largo tiempo de vida y porque se alimentan de los nutrientes del aire; son muy sensibles a las impurezas o agentes contaminantes presentes. El Liquen es utilizado como biomonitores cuando se realiza un conteo de todas las especies encontradas en una zona específica o cuando son estudiados en un periodo para ser comparados los resultados con valores promedio. Los líquenes son empleados como bioacumuladores cuando se realiza muestreo de estas especies, se miden por medio de análisis químicos y por los contaminantes acumulados en sus talos. Tras revisar fuentes actuales se concluyó que el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno son los principales contaminantes que afectan en el crecimiento y salud de los líquenes. (MÉNDEZ, V. Y MONGE, J. 2011 p.01)

Entre las especies de líquenes que pueden realizar biomonitorización, encontramos a los foliosos, epífitos y los fruticulosos, las propiedades que los hacen los más adecuados para el monitoreo son los sistemas de cutículas, haces vasculares y la ausencia de raíces, haciendo que su naturaleza la haga creciente y su ciclo de vida sea más amplia y que su reproducción sea mayor. Además de que los talos que poseen las hacen que sean sensibles a la contaminación del lugar donde se encuentran, pero esto no hace que todos los líquenes sean igual de sensibles, todo dependerá de la contaminación atmosférica en específica. (Wolterbeek et al., 2003, p. 377)

### **a) Bioindicación por acumulación de contaminantes atmosféricos**

Aparte de ser usado en la bioindicación, los líquenes han sido utilizados como bioacumuladores. Esto se debe a su estructura porosa y absorbente. Las partículas submicrónicas podrán penetrar en el talo y estar atrapadas en los filamentos del hongo. Los líquenes permiten el estudio de diferentes contaminantes, entre ellos están los metales: plomo, hierro zinc cadmio, elementos radiactivos: Radio, Polonio o Urano, también los Fluoruros y Cloruros.

### **b) El uso de líquenes como biomonitores para evaluar el estado de la contaminación atmosférica**

Los líquenes son empleados como biomonitores (bioindicadores y bioacumuladores) para estimar la calidad atmosférica debido al largo tiempo de vida y porque se alimentan de los nutrientes del aire; son muy sensibles a las impurezas o agentes contaminantes presentes. El Liquen es utilizado como biomonitores cuando se realiza un conteo de todas las especies encontradas en una zona específica o cuando son estudiados en un periodo para ser comparados los resultados con valores promedio. Los líquenes son empleados como bioacumuladores cuando se realiza muestreo de estas especies, se miden por medio de análisis químicos y por los contaminantes acumulados en sus talos. Tras revisar fuentes actuales se concluyó que el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno son los principales contaminantes que afectan en el crecimiento y salud de los líquenes. (MÉNDEZ, V. y MONGE, J. 2011 p.01)

El nivel de la sensibilidad está relacionado con su biología, los líquenes no tienen estomas o cutícula, esto significa que los contaminantes pueden ser absorbidos por el vástago, extendiéndose a través del tejido. La ausencia de sistema excretor permite que las sustancias tóxicas sean absorbidas. (DE AZEVEDO Y KÄFFER, 2008, p.01)

Los líquenes son poiquilohídricos, quiere decir que absorben la humedad, debido a que no pueden regular las cantidades de agua que poseen. En síntesis, se hidratan de agua en estado líquido en forma de lluvia o rocío a

través de toda la superficie del talo, algunos líquenes pueden hidratarse directamente de la atmósfera, absorbiendo vapor de agua. Los líquenes a diferencia de las plantas son muy resistentes a condiciones ambientales extremas y resisten grandes periodos sin consumir agua estando en estado latente, forman costras características en su superficie. (TOVAR Y AGUINAGA, 2004, p.02)

### **1.3.2. Marco conceptual**

#### **1.3.2.1. Líquenes**

El Liquen es la unión simbiótica entre un organismo fotosintético o una cianobacteria y un hongo. En este caso el tipo de simbiótico es mutualista debido a que ambos organismos se benefician al aportarse mutuamente protección y alimento necesario para vivir. El Liquen no necesita tener grandes proporciones de agua ni alimento, son resistentes a las diferentes temperaturas de la zona. Son organismos que pueden subsistir sin necesidad de grandes cantidades de nutrientes o agua y son característicamente resistentes a los extremos hídricos y térmicos. También estos organismos logran absorber del aire los nutrientes necesarios para su alimentación y compuestos contaminantes los cuales impiden el crecimiento y la reproducción e inclusive provocar la muerte de la especie. (GIACOBONE y CABRERA, 2009, p. 16)

La contaminación se conceptualiza como la presencia de concentraciones por encima de los estándares existentes por ley. Las técnicas para determinar los niveles de contaminación tienen un alto costo (monitoreos, análisis) por lo que el uso o empleo del Liquen como biomonitores es ideal para determinación un contaminante en el ambiente. Estos organismos facilitan la medición de los niveles de contaminación en extensas zonas. Pero los líquenes no podrán igualar la precisión de los datos arrojados por los equipos técnicos. (HAWKSWORTH, D. 2005. p. 72)

Son importantes porque se pueden colonizar en las rocas desérticas, siendo iniciadores y formadores de suelo, se acondicionan a diferentes tipos de superficie sea en los suelos, rocas o árboles. En la reproducción de los líquenes, una de las formas de reproducción es generada en las épocas muy

secas donde el talo suele deshidratarse a tal punto que llegan a quebrarse y deja pedazos de líquenes que emigraran a otros ambientes. (GIACOBONE Y CABRERA, 2009, p. 18)

En cuanto a las características del Liquen en cuanto a color es un factor importante debido a que los sustratos oscuros elevan su temperatura más que los sustratos claros y ello incide en la retención de agua de los talos. (BARRENO, 2003, p. 84)

Uno de los Bioindicadores más importantes por la sensibilidad que tienen a los cambios del medio ambiente son los líquenes debido a que:

- No tienen raíces, es por ello que usan lo que existe en el aire para incorporarlas a su organismo.
- No tienen cutícula, es por ello que los contaminantes ingresan fácilmente.
- No regulan el contenido de agua, es por ello que en los líquenes no se da la excreción por ello se acumulan los contaminantes. (VALTUEÑA, 2001, p. 102)

En el proceso de investigación de un área contaminada en donde se usen líquenes se pueden identificar tres zonas claras:

- Zona desierto liquénica: son áreas altamente contaminadas en donde no existe ninguna comunidad de líquenes.
- Zona de lucha: en donde solo los líquenes más resistentes permanecen en el área y las especies más sensibles han desaparecido o se han dañado.
- Zona normal: es la zona donde no existe contaminación en exceso y el desarrollo de los líquenes se da de forma normal. (VALTUEÑA, 2001, p. 102)

Eventos en los que los líquenes pueden ser empleados como bioindicador

- Lluvia ácida.
- Derrames de hidrocarburos.

- Cambios climáticos.
- Niveles en el agua.
- Contaminación aérea por dióxido de azufre.
- Eutrofización por amonio.
- Hidrocarburos clorinados.
- Contaminación por metales pesados.
- Radionucleidos.
- Radiación UV.
- Continuidad ecológica.



Imagen Nº 1. Liquen Crustaceos, Pertenciente al taxón Ascomycete

Fuente: Cabanillas, 2015



Imagen Nº 2 . Liquen Crustaceos Especie Lepraria sp

Fuente: Cabanillas, 2015

### a) Líquenes fruticulosos

Son ramificaciones con forma de pequeño arbusto que se estrechan y alargan, de tal forma que se sujetan del sustrato por una mínima superficie, estos sobresalen del sustrato pudiendo ser erectos o colgantes. Los lóbulos pueden ser cilíndricos o aplastados, el tamaño es muy variado de <1 cm hasta varios metros de largo, en algunos casos el talo tiene una parte basal crustácea o escumulosa y una parte vertical llamada podocios (ramificaciones). Esta especie necesita de la humedad del aire para su hidratación, por este motivo suele abundar en zonas con nieblas. (BARRENO, E. y PÉREZ, S. 2003 p. 69)



Imagen N° 3. Líquenes: que son y su uso como bioindicadores.

Fuente: Cubas, 2010

### b) Ramalina Farinacea

*Ramalina Farinacea* (L.) Ach. es denominado como un Liqueen Fruticuloso de color verde amarillento mayormente y en ocasiones grisáceo, con presencia en muchas ocasiones de soledios, tiene un amplio rango de habitas de supervivencia, donde su abundancia se da en ciertas áreas del hemisferio norte, también puede ser encontradas en zonas forestales de altitudes medias; es además considerada como la especie dentro del rango de líquenes que tiene menor sensibilidad a la contaminación por SO<sub>2</sub> y considerada como

toxitolerante; además de su poder de colonización en diferentes sustratos. (BARRENO et. al, 2010, p. 327)

Este tipo de especie crece perpendicularmente al sustrato donde crezca, además las ramas son muy estrechas y lineales que no llegan a medir más de 2 mm de ancho. Los soledios que son las estructuras de reproducción, son bien definidos, de forma ovalada blanca y distribuida a lo largo del talo y las ramas. En cuanto a la sensibilidad frente a la contaminación, las especies de líquenes se rigen bajo una serie, primero son los líquenes crostosas, las foliosas y luego las fruticulosas dependiendo de su degradación y respuesta frente a la contaminación atmosférica, los líquenes pueden ser denotados como excelentes biomonitores. (VILELA, 2016).



Imagen N° 4. Líquenes en arboles

Fuente: Elaboración Propia

### **c) Bioacumulación**

La bioconcentración o bioacumulación es el proceso de acumular sustancias o elementos químicos en seres vivos de tal manera que alcanzan mayores concentraciones que las de su entorno. Depende de cada sustancia, la acumulación puede realizarse a partir de fuentes abióticas o bióticas. Las

principales vías de introducción de un elemento en un organismo vivo son por la vía respiratoria, digestiva y por el contacto físico.

Entre las principales sustancias bioacumulables tenemos: los compuestos de mercurio, el DDT, la Dieldrina, el Dinoseb, el Endrin, la Fenacetina, el Heptacloro, los compuestos Organofosforados, el Óxido de Tributilestaño, el Toxafeno, los compuestos que contienen Bifenilos policlorados, el Trióxido de antimonio, entre otros. También los metales pesados son bioacumulables (GARCÍA, F. 2012 p.01)

#### **d) Bioindicador**

Un bioindicador en síntesis es un ser vivo que exterioriza las condiciones del medio en el que vive. Estos pueden ser organismos o comunidades en los que su subsistencia, sus rasgos estructurales, sus funcionamientos y sus reacciones dependen del medio en que se desarrolla y cambian al alterarse los escenarios ambientales. (CAPO, 2007, p. 139)

Las respuestas de los bioindicadores obedecerán a diversos factores como:

- Al tipo de genética que tenga la comunidad u organismo bioindicador.
- Del estado con el cual se desarrollan los organismos, esto se observa en el proceso de juventud de los cuerpos en donde son más sensibles a modificarse por alguna reacción adversa.
- De las condiciones ambientales, debido a que los estímulos son variados y no siempre se adicionan a la estructura. (CAPO, 2007, p.139)

Es por ello que se define claramente que un bioindicador, precisa las condiciones del medio en el que vive y se desarrolla, y cambiaran si las condiciones ambientales se modifican. (VALTUEÑA, 2001, p.102)

**Tabla N° 1. Tipos de Bioindicadores**

<b>Criterio</b>	<b>Tipo de Bioindicadores</b>
Grado de sensibilidad	Muy sensibles Sensibles Pocos sensibles Resistentes
Forma de respuesta	Detectores Explotadores Centinelas Acumuladores Organismos test o Bioensayo
Posibilidad de medida	Bioindicadores en sentido estricto Biomonitores: Por reacciones manifiestas, por acumulación Biomonitores: Pasivos (naturales), activos (trasplantes)

*Fuente: Principios de ecotoxicología. Tipos de Bioindicadores. (2001)*

### **1.3.2.2. Plomo (Pb)**

Es un elemento químico que no forma parte de ningún proceso metabólico de los seres vivos, debido a las propiedades físicas ha sido utilizado en diversos procesos industriales. Actualmente se encuentra en grandes cantidades, más de lo que sería naturalmente, al ser unos de los metales más tóxicos genera en los humanos la enfermedad conocida como saturnismo y en los animales el plumbismo. (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE DE ESPAÑA, 2006, p.01)

De todos los elementos presentes en el ambiente, el plomo es el más persistente, se acumula en el ser humano por más de 30 años. Cada año se reportan envenenamiento en áreas urbanas. Estas partículas pueden ser transportadas a diferentes lugares con facilidad por medio del aire, el plomo también es generado en la combustión de petróleo, en la industria

metalúrgica, en la incineración de residuos, en el uso de pinturas, etc. (CASTILLO, F. 2005 p.226)

### 1.3.2.3. Contaminación atmosférica

La contaminación del aire debido a contaminantes dañino en la atmósfera es un problema antiguo y extendido. El alcance de la contaminación atmosférica varía enormemente, puede ocurrir en una escala muy pequeña en forma de contaminación del aire en interiores, como por ejemplo en las cocinas y otra forma es la contaminación atmosférica local, como sería una fábrica o un grupo de empresas industriales. Además, también existe la contaminación atmosférica regional, que ocurre a una escala mayor que va hasta varios kilómetros como el smog fotoquímico. Para la generación de la contaminación atmosférica existe varios factores como los clorofluocarburos que dañan la capa protectora de ozono, en la estratosfera, también los gases contaminantes como el dióxido de carbono y metano, que original el calentamiento global, todo ello lleva a una contaminación constante del aire. (MANAHAN, 2006, p. 401)

Existen varios causales de la contaminación atmosférica entre los cuales podemos tener la gran variedad de gases, vapores y partículas. Entre ellos los más comunes como gases inorgánicos como los óxidos de nitrógeno, azufre y carbono. También las partículas atmosféricas emitidas causan importantes problemas por los procesos químicos que se generan en el ambiente. (MANAHAN, 2006, p. 401)

**Tabla Nº 2.** Principales contaminantes químicos y efectos ambientales

<b>Contaminante</b>	<b>Efectos Ambientales</b>	<b>Efectos en la salud</b>
Ozono (O3)	-Daña la vegetación	-Lesiones pulmonares -Irritación de los ojos -Problemas respiratorios
Dióxido de Azufre (SO2)	-Causa lluvia acida -Mata la vida acuática -Forma Smog fotoquímico	-Irritación de los ojos -Lesiones pulmonares -Infecciones en tracto respiratorio

Óxido de Nitrógeno (NOX)	-Forma lluvia acida -Daña los bosques	-Lesiones pulmonares -Irritación de los ojos -Infecciones de vías respiratorias
Monóxido de Carbono (CO)	-Forma smog fotoquímico	-Reduce el transporte de O2 sanguíneo -Dolores de cabeza y fatiga -Muerte
Partículas suspendidas totales y PM 10	-Reduce la visibilidad Daña los cultivos	-Lesiones pulmonares -Irritación de los ojos
Plomo (Pb)	-Contamina los cultivos y el ganado	-Lesiones cerebrales y renales -Trastorno de aprendizaje
COV	-Forman lluvia acida -Mata la vida acuática -Forma smog	-Lesiones pulmonares -Irritación de vías respiratorias superiores

Fuente: Agencia de Protección Ambiental. Monitoreos de Líquenes como Bioindicadores de contaminación (P.12)

#### 1.3.2.4. Partículas Totales en Suspensión

Son materiales sólidos de un diámetro inferior a 50 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) lo que les permite flotar en el aire. Su fracción más gruesa, entre 10 y 50  $\mu\text{m}$  forma capas de suciedad en el ambiente. Las PTS que flotan en el aire, actúan como medios transportadores de partículas sólidas, consiguiendo ingresar a los pulmones y ser absorbidos por la sangre y los tejidos. Existe un riesgo a la salud por la aspiración de estas partículas que depende de su composición química y tamaño, cuantas más pequeñas sean, éstas pueden ingresar fácilmente a los pulmones. Como efectos medioambientales, se presenta como una fuente de niebla que reduce la visibilidad y son causa de daños a la

propiedad y estructuras. (SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL, 2013)

#### **1.3.2.5. Humedad en el aire**

La humedad del aire se refiere a la cantidad de vapor de agua inmovilizada en la atmosfera. La cantidad de vapor que se encuentra en la atmosfera puede variar dependiendo del tiempo y del espacio. (GIANCOLI, 2006, p. 375)

Para las condiciones del Liquen de especie Fruticulosos dependen en su mayoría por el vapor de agua de la atmosfera, debido a que lo necesitan para hidratarse y poder tener un rendimiento favorable cuando su contenido hídrico pueda llegar al 80% del peso seco. (BARRENO, 2003, p. 85)

#### **1.3.2.6. Temperatura**

La temperatura es una medida que indica que tan frio o caliente puede estar algo, definiendo que una temperatura baja es algo frio y una temperatura alta es algo caliente; por eso cada materia tiene una temperatura diferente. (GIANCOLI, 2006, p. 375).

La temperatura es uno de los factores de importancia debido a que determinan la distribución de los líquenes e influyen directamente sobre el metabolismo de los mismos. Además de que la temperatura actúa de manera indirecta sobre la disponibilidad de agua, quiere decir que cuanto mayor sea la temperatura del aire, la pérdida de agua del talo será mucho más rápida y esto generará que la compensación sea más corta. Pero no también los líquenes pueden resistir temperaturas extremas debido a que tienen una alta adaptabilidad. (BARRENO, 2003, p. 86)

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

- ¿Cuál es la capacidad del Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) para la bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca?

### **1.4.2. Problema específico**

- ¿En qué medida las características físicas del Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) variaron por la bioacumulación de plomo del aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca?
- ¿Cuál es la concentración de metales en los Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) después de la bioacumulación de plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca?

## **1.5. Justificación del estudio**

En la actualidad, la calidad de aire ha disminuido por la constante emisión de contaminación que existe a causa de gases que se generan por las diversas actividades económicas; una de ellas es la industria metalúrgica que genera gases debido a la fundición de hierro y otros metales en diversas cantidades, esto mismo sucede en una de las zonas de Jicamarca que existen empresas de ese rubro que sin ningún tipo de control ambiental operan. Esto viene causando daños a la salud de los pobladores y al medio ambiente del lugar. Es por ello que es necesario realizar estudios sobre la calidad de aire en las zonas con actividad económica de fundición empleando una especie Biológica como Bioacumulador de Plomo.

Esta investigación trata de sobresaltar los puntos más importantes para conocer la calidad del aire en la zona de Jicamarca.

Además, de que, es mejor considerar una biomonitorización de agentes vivos como los líquenes, para conocer los síntomas visibles de daños, la variación de

vitalidad, su variación de respuesta funcional o las alteraciones en la biodiversidad en los ecosistemas por el factor de contaminación, es por ello que la investigación hace uso de líquenes los cuales son fáciles de monitorizar por sus diversas cualidades y por su poder de supervivencia en diferentes superficies.



Imagen N° 5. Fundido de metales

Fuente: Imagen propia.

## 1.6. Hipótesis

### 1.6.1. Hipótesis general

- El Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) tiene la capacidad de bioacumulación de plomo en el aire en las zonas metalúrgicas en Jicamarca

### 1.6.2. Hipótesis específicos

- Las características Físicas del Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) tuvieron un cambio significativo después de la bioacumulación de plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca

- Existe una concentración de metales en los Liqueenes Fruticulosos (*Ramalina Farinacea*) después de la bioacumulación de plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivos general**

- Evaluar la capacidad del Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) para la bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca

### **1.7.2. Objetivo específicos**

- Determinar las características físicas del Liquen que variaron por la bioacumulación de plomo del aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca
- Determinar la concentración de metales en los líquenes después de la bioacumulación de plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de investigación**

Este trabajo de investigación es un diseño experimental porque la variable independiente se manipulará intencionalmente, esta variable se considera como la causa en una relación entre variables, el efecto provocado por dicha causa se nombra variable dependiente.

Un experimento nos sirve para analizar una o dos variables independientes que afectan a una o más variables dependientes y el motivo de realizar la investigación. (SAMPIERI, R. 5ta Edición, p. 121)

### **2.2. Variables, operacionalización**

#### **2.2.1. Variables**

En esta investigación posee dos variables las cuales se observó con el fin de medirlos.

- Variable independiente

Capacidad del Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*)

- Variable dependiente

Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.

#### **2.2.2. Operacionalización**

- Variable independiente:

Capacidad del Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*)

Se extrajo los líquenes y se realizó el análisis de metales para conocer la concentración inicial de plomo, y luego del mismo grupo se colocaron en ramas en áreas cercanas a las zonas metalúrgicas.

- Variable dependiente:

Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.

Se realizaron en placas de vidrio que fueron colocadas en los puntos de monitoreo para conocer la concentración de plomo en el aire.

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

La población de la investigación son los Líquenes Fruticulosos (*Ramalina Farinácea*) que se encuentran en el bosque El Olivar - San Isidro, Lima. De dicha zona se extrajeron las muestras necesarias para llevar a cabo dicho estudio, para poder determinar la capacidad del Liqueen mencionado para la acumulación de plomo que se encuentra en el aire.

### **2.3.2. Muestra**

Las muestras para la investigación fue de 154 Líquenes Fruticulosos (*Ramalina Farinacea*) tomadas a través de la técnica de homogeneidad de las poblaciones o sus subgrupos debido a que se recolectaron los Líquenes) de igual tamaño (cm). Las muestras fueron extraídas del Bosque el Olivar – San Isidro, se escogió el lugar porque es accesible y solo se encuentra una sola especie de Líquenes.

Las muestras fueron tomadas de los puntos extremos del Bosque el Olivar y de los puntos centros, que luego fueron colocadas en las áreas de estudio para la calidad del aire. El periodo de monitoreo fue de tres meses dentro del periodo de Marzo, Abril y Mayo.



Imagen Nº 6 Puntos de extracción de líquenes

Fuente: Google eart. 2017

**a) Zona de estudio**

El área de estudio es la Zona de Jicamarca, del Distrito de San Juan de Lurigancho, en donde existen 5 empresas fundidoras de diversos materiales, las cuales vienen afectando tanto a la población y las áreas verdes por los vientos que transportan los contaminantes de los gases que se generan por la actividad, la zona de estudio tiene un área de 2500 m<sup>2</sup>.

Los puntos de monitoreo para aire y colocación de Líquenes fueron:

Cuadro Nº 1. Puntos de monitoreo

<b>Zona de Monitoreo</b>		
<b>Puntos</b>	<b>Este</b>	<b>Sur</b>
Punto 1	285430	8680854
Punto 2	285440	8680856
Punto 3	285446	8680850

Fuente: Elaboración propia



Imagen N° 7. Zona de estudio

Fuente: Elaboración Propia, Google eart. 2017

## **2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnica e instrumentos de recolección de datos**

Para el trabajo de investigación se empleó la técnica Observacional No Participante: porque el observador permanece ajeno a la situación de estudio.

Como instrumento se tendrá las hojas de registro para anotar los cambios físicos del Liquen y los resultados de análisis de las concentraciones de Plomo acumuladas en esta especie, llamadas fichas de observación.

#### **2.4.1.1. Recolección de muestra de Líquenes**

- Para determinar el lugar de retiro de muestra se consideró que la zona posea solo una especie de Líquenes. Por ello el Bosque el Olivar fue la zona para extraer los líquenes debido a que solo alberga la especie *Ramalina Farinacea*. En la zona se observó la gran cantidad de árboles de Oliva y la longevidad de estos que ayudaron a encontrar grandes cantidades de muestra.

- Para la recolección de los Líquenes se usó guantes y una paleta de aluminio para extraer la especie de los arboles sin lastimar el talo del Liquen ni al sustrato (Árbol de Olivo).
- Se recolecto las muestras de líquenes en los arboles adultos de Olivo debido a que la mayoría de árboles superan los 50 año, por lo tanto se encontró mayor cantidades de Líquenes en comparación a los arboles jóvenes.
- Para extraer la especie se usó una cinta métrica con el objetivo de recolectar líquenes que sean iguales o mayores de 3 cm. Se observó que la mayoría de Líquenes que cumplían con el tamaño establecido se encontraron en árboles que poseían manchas de color verde – blanco que significa una alta humedad.



Imagen N° 8. Humedad en arboles de Olivo. 2017

Fuente: Imagen propia.

- Del Bosque el Olivar se extrajo 154 líquenes
- Las muestras fueron colocadas en bolsas de papel debido a que debían contener intacta su estructura física para el trasplante al lugar de estudio.
- De los 154 Líquenes se empleó 120 líquenes debido a que solo esa cantidad supero los 3 cm de largo.
- Para poder analizar las concentraciones de Plomo usando la técnica de digestión seca en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la Universidad nacional Agraria La Molina se

tuvo que tener un peso vivo de 10 gr por muestra. Dándonos la cantidad de 15 Líquenes en promedio.

- Los 120 líquenes fueron separados en dos grupos: 60 Líquenes para determinar la concentración inicial de plomo y 60 líquenes para ser colocados en el área de estudio. El resto se desechó por que no cumplían las características para el monitoreo
- La muestra de Líquenes fue separado en 3 grupos, 20 líquenes por grupo (L1, L2 y L3).
- Se tomó una muestra, conformado por 3 grupos de 20 Líquenes cada uno para ser analizado en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la Universidad nacional Agraria La Molina y determinar la concentración Inicial de Plomo.



Imagen N° 9. Recolección de líquenes: 2017

Fuente: Imagen propia.



Imagen N° 10. Quema de chatarra. 2017

Fuente: Imagen propia.

#### **2.4.1.2. Colocación de las muestras de líquenes**

- Los 3 grupos de 20 líquenes por cada grupo fueron colocadas en un sustrato de madera de 15 cm de largo se usó madera aferrándolas con un hilo simple para luego ser colocadas en el área de estudio. Se usó madera debido a que tiene mayor movilidad, facilitando el traslado de los líquenes.
- Cada sustrato de madera se obtuvo de un palo de escoba que fueron lavados.
- Los sustratos de madera fueron colocadas en los puntos de monitoreo fue regada por única vez para que pueda a empezar la adaptación de la especie en el lugar de estudio
- Las ramas fueron colocadas en el sitio seleccionado, y regado por única vez, para que pueda a empezar la adaptación de la especie al lugar.



Imagen N° 11. Medición de Líquenes. 2017

Fuente: Imagen propia.



Imagen N° 12. Colocación de líquenes en área de muestreo. 2017

Fuente: Imagen propia.

### **2.4.1.3. Monitoreo del aire empleando placas receptoras**

#### **a) Pasos para determinar Partículas totales en suspensión**

- Se pesó la placa de 10 por 10 cm. Y se secó en la estufa por 10 minutos a 103 °C.
- Se enfrió la placa en el desecador
- Se Untó con vaselina la placa y luego pesar con una graduación de 4 decimales
- Se Trasladó la placa a la estación de monitoreo
- Se colocó las placas en una base con un soporte acondicionado de madera u otro material y con un techo una altura de 1.2 m – 1.7 m
- Se Dejó las placas por un tiempo de 30 días
- Se Retiró las placas pasado el tiempo de exposición
- Se Llevó a laboratorio y pesó en la balanza analítica
- S Halló el peso de los materiales sedimentados por diferencia de peso
- Se Retiró todas las partículas sedimentadas y se llevó a un vaso precipitado de 200 ml.

#### **b) Pasos para determinar Plomo en las Partículas totales en suspensión**

- Se pesó la placa de 10 cm por 10 cm. Y se dejó secar en la estufa por 10 minutos a 103 °C.
- Se enfrió la placa en el desecador.
- Untar con vaselina la placa y luego pesar con una graduación de 4 decimales.
- Trasladar la placa a la estación de monitoreo.
- Colocar las placas en una base con un soporte acondicionado de madera u otro material y con un techo una altura de 1.2 m – 1.7m.
- Dejar las placas por un tiempo de 30 días.
- Retirar las placas pasado el tiempo de exposición.
- Llevar a laboratorio y pesa en la balanza analítica.
- Hallar el peso de os materiales sedimentados por diferencia de peso.

- Retirar todas las partículas sedimentadas y llevarlos a un vaso precipitado de 200 ml.
- Añadir 3 ml de ácido clorhídrico y 1 ml de ácido nítrico.
- Llevar la muestra de digestión sobre una placa de calentamiento a 90 C aproximadamente.
- Digestar la muestra hasta que se halla volatizado parte del ácido y la muestra se encuentre en estado pastoso (húmedo).
- Enfriar la muestra añadir aprox. 50 ml agua destilada y agitar por un tiempo de 2 minutos.
- Filtrar la muestra en una Fiola de 100 ml utilizando papel filtro de 1 micra de porosidad.
- Completar el volumen de aforo hasta los 100 ml.
- Agitar y llevar a lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica.
- Preparar los estándares de calibración de Plomo.
- Realizar las lecturas correspondientes para cada una de las muestras y estándares.

### **c) Determinación del cálculo de PTS y plomo de las placas receptoras**

De los resultados obtenidos se procede a calcular para convertirlos en unidades de comparación que se necesitan. Estos datos se pueden observar en los anexos.

#### **2.4.2. Validez y confiabilidad**

La validez del trabajo realizada por los docentes acreditados como metodólogos y especialista de la universidad, donde observaron el instrumento y emitieron un juicio del mismo.

La confiabilidad de los datos serán dados por el dato estadístico T de Student datos relacionados.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

En la investigación se utilizarán gráficos y tablas que muestren el avance de progresión de la técnica de monitoreo, los datos serán tratados a través de la prueba de T-STUDENT para datos apareados, debido a que son muestras de pre y post prueba en la utilización del Liquen, en cuanto a lo acumulado dentro de su estructura fue de un periodo determinado, y con ello se contrastó la hipótesis general planteada. Los datos fueron procesados en el software SPSS versión 22, para el tratamiento de datos y el análisis estadístico.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis de Liquen y Aire

Se tomaron 60 muestras de líquenes al azar del total de líquenes recolectados para conocer el valor inicial de plomo con el que se encontraban los líquenes, para esto fueron llevadas al laboratorio de la Universidad Agraria para que sea analizada por digestión seca en un espectrofotómetro. El grupo restante paso a ser caracterizada para la colocación en el punto de muestreo y conocer los cambios que se generarían en cuanto a color, mortalidad y presencia de soledios.

En cuanto al muestreo de aire, se usaron las placas de vidrio y se procedieron a colocar en los puntos de monitoreo. Para conocer la presencia de plomo y PTS en el ambiente y analizarlas a través de la técnica de digestión seca y con el equipo de espectrofotometría en el laboratorio de la Universidad Federico Villarreal; además se tomó como información el monitoreo en cuanto a humedad y Temperatura que fue realizado en una empresa cercana al área de estudio.



Imagen N° 13. Grupo de Líquenes para muestreo. 2017

Fuente: Imagen propia.



En el cuadro N°1 podemos observar que, las características y la concentración de plomo, tuvieron cambios, significativos. En las características físicas de la especie se conoció que de la variación del color podemos observar que de los 60 líquenes 33 cambiaron de verde gris a gris claro; en cuanto a la mortalidad de los 60 líquenes, 13 murieron en el proceso, y en la presencia de soledios, de los 60 líquenes, 52 inicialmente no presentaron soledios y 8 si se encontraban con soledios y al final del monitoreo de los 60 líquenes, 47 presentaron soledios; en cuanto a la concentración de metales de los tres grupos el valor final de plomo en líquenes arrojó que el grupo L-1 absorbió de 10.06 mg/kg, el grupo L-2 concentró 7.84 mg/kg y el grupo L-3, una concentración de 9.37 mg/kg.



Imagen N° 14. Colocación y cantidad de Líquenes. 2017

Como se observa en la imagen N° 14 el Liquen sea adaptando acorde al lugar donde fue colocado, y esta adaptabilidad fue siendo visible por el cambio de color, la mortalidad y la presencia de soledios para su reproducción, el sustrato donde fue colocado no fue impedimento para su supervivencia, así como lo menciona Giacobone y Cabrera (2009), donde resalta que los líquenes no necesitan grandes cantidades de nutrientes y que se pueden adaptar a cualquier superficie, como sucedió en esta investigación

Cuadro N° 3. Características físicas de color del Liquen

Grupo Muestra	Características físicas de la especie			
	Color de especie			
	Inicial	Final		
Gris Claro		Verde Gris	Extinta	
L-1	Verde Gris		Verde Gris	
	Verde Gris			Extinta
	Verde Gris		Verde Gris	
	Verde Gris			Extinta
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris		Verde Gris	
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris		Verde Gris	
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris		Verde Gris	
	Verde Gris	Gris claro		Extinta
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
<b>Subtotal</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
L-2	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris			Extinta
	Verde Gris		Verde Gris	
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris			Extinta
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris		Verde Gris	
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris			Extinta
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris			Extinta
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris		Verde Gris	
<b>Subtotal</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
L-3	Verde Gris			Extinta
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris		Verde Gris	
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris			Extinta
	Verde Gris		Verde Gris	
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris		Verde Gris	
	Verde Gris			Extinta
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris			Extinta
	Verde Gris	Gris claro		Extinta
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		
	Verde Gris	Gris claro		Extinta
	Verde Gris	Gris claro		
	<b>Subtotal</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>36</b>	<b>11</b>	<b>13</b>

Fuente: Elaboración propia. 2017



Imagen N° 15 Grupo de Líquenes. 2017

Fuente: Imagen propia.

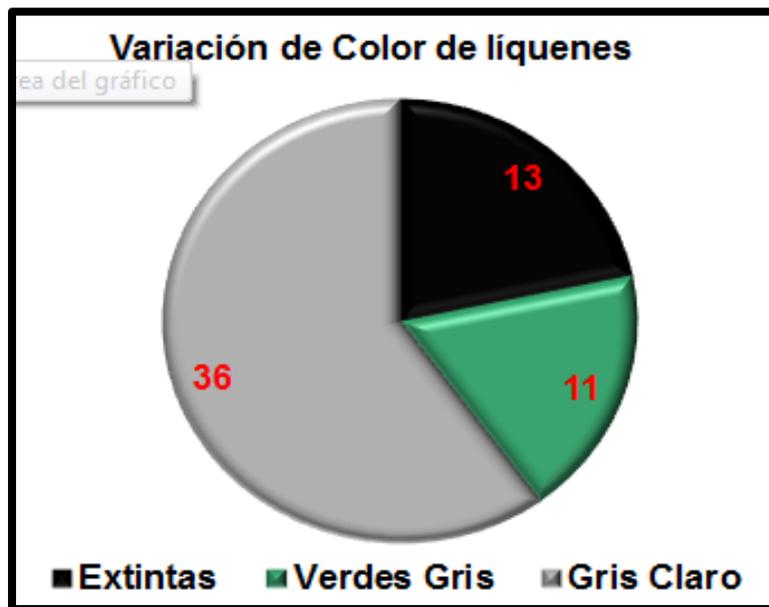


Gráfico N° 1 Variación de color

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N° 3 para la variación de color, se puede observar que de las 60 muestras de líquenes de los tres grupos estudiados, 36 de ellas mantuvieron el color verde gris inicial y solo 11 cambiaron a gris claro; esto es importante porque los colores claros retienen más tiempo el agua y ello concuerda con lo mencionado por Barreno (2003), que indica que los líquenes más oscuros

elevan su temperatura y aceleran el proceso de retención de agua por humedad, a diferencia de los claros en donde la retención es más prolongada.

Cuadro N° 4. Mortalidad de los Líquenes

Grupo muestra	Características físicas de la especie	
	Mortalidad de Liquen	
	Inicial	Final
L-1	1	1
	1	0
	1	1
	1	0
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	0
	1	1
	1	1
<b>Subtotal</b>	<b>20</b>	<b>17</b>
L-2	1	1
	1	1
	1	0
	1	1
	1	1
	1	1
	1	0
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	0
	1	1
	1	1
<b>Subtotal</b>	<b>20</b>	<b>16</b>
L-3	1	0
	1	1
	1	1
	1	1
	1	0
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
	1	0
	1	1
	1	1
	1	1
	1	0
	1	1
	1	1
	1	0
1	1	

<b>Subtotal</b>	<b>20</b>	<b>14</b>
-----------------	-----------	-----------

Fuente: Elaboración propia



Imagen N° 16 Deterioro de Liquen. 2017

Fuente: Imagen propia.

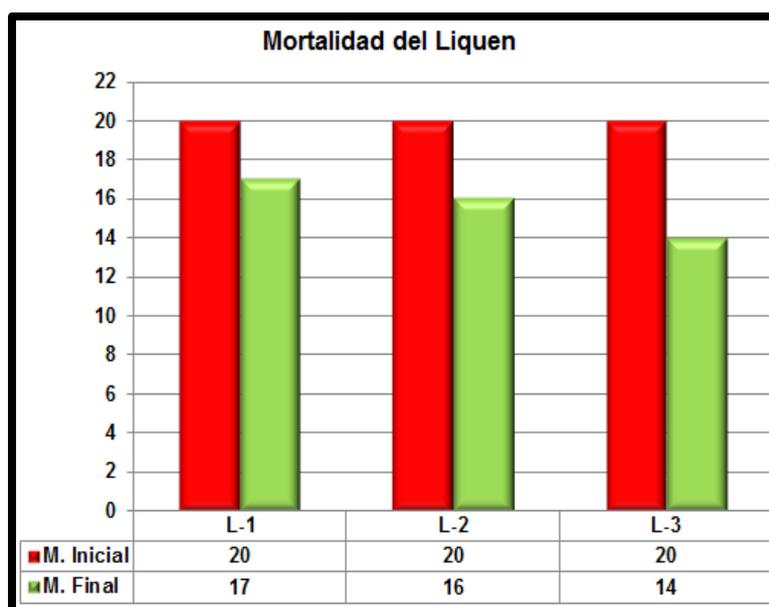


Gráfico N° 2. Mortalidad del Liquen

Fuente: Elaboración propia

De los 60 líquenes muestreados y repartidos en tres grupos, hubo presencia de mortalidad (Cuadro N°4), notándose que en el grupo L-1, se murieron tres líquenes, siendo este grupo de menor extinción de especie, en el grupo L-2, murieron cuatro especies y en el grupo L-3 la mortalidad fue la más alta siendo seis líquenes las que no sobrevivieron, esto se debería por uno de los factores de importancia que es la concentración de plomo en la estructura del Liquen;

por ello Giacobone y Cabrera (2009) menciona que las especies de Ramalina Farinacea, no son muy tolerante a los contaminantes del aire debido a que estos dificultan su crecimiento y pueden provocar la muerte, como sucedió en esta experimentación. Y esto concuerda con Cubas (2010) que prioriza la sensibilidad del liquen por la presencia de plomo en el aire.

Cuadro N° 5. Presencia de Soredios

Grupo Muestra	Características físicas de la especie				
	Presencia de Soredios				
	Inicial		Final		
	No	Si	No	Si	Extinta
L-1	No		No		
	No				Extinta
	No		No		
		Si			Extinta
	No		No		
	No			Si	
	No		No		
	No		No		
	No		No		
		Si		Si	
	No		No		
	No			Si	
	No		No		
	No		No		
	No		No		
		Si			Extinta
	No		No		
No			Si		
<b>Subtotal</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
L-2	No			Si	
	No		No		
	No				Extinta
		Si		Si	
	No		No		
	No		No		
	No				Extinta
	No		No		
	No		No		
		Si		Si	
	No		No		
	No				Extinta
	No		No		
	No			Si	
	No		No		
	No		No		
		Si			Extinta
No		No			
No			Si		
<b>Subtotal</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
L-3		Si			Extinta
	No		No		
	No		No		
	No		No		
	No				Extinta
	No			Si	
	No		No		
	No		No		
	No			Si	
No				Extinta	
No		No			

	No		No		
	No			Si	Extinta
		Si			
	No			Si	Extinta
	No				
	No		No		
	No		No		
	No				Extinta
	No		No		
<b>Subtotal</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

Fuente: Elaboración propia



Imagen N° 17 Presencia de Soredios

Fuente: Imagen propia.

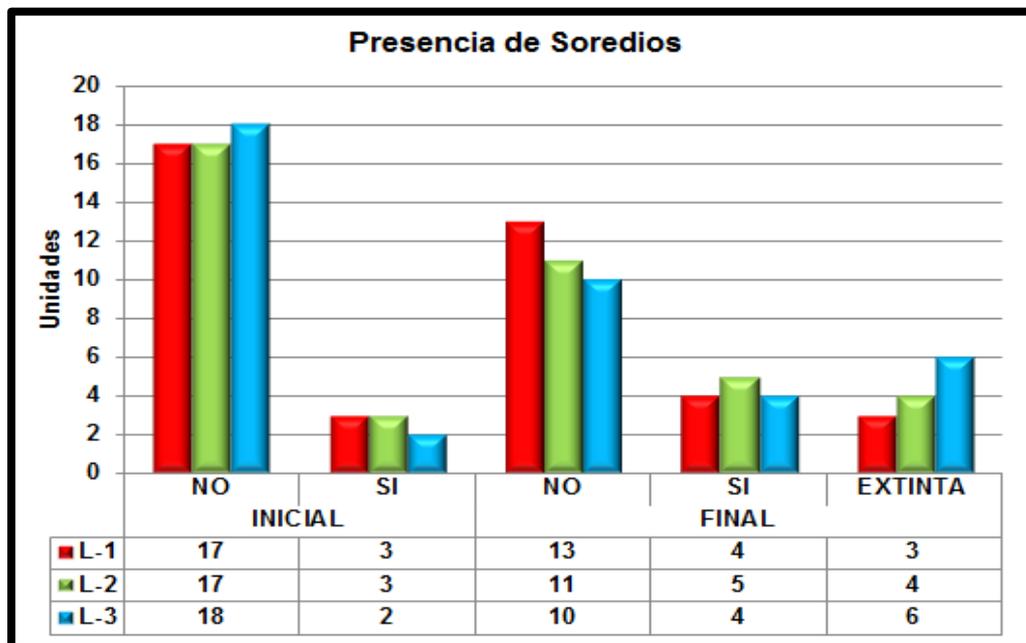


Gráfico N° 3 Presencia de Soredios

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 5 se muestra la presencia de soledios que es de importancia, debido a la colonización de la especie. La presencia de estos se contó por líquen utilizado, en donde se obtuvo como resultado en el grupo L-1 inicialmente tuvo tres líquenes, al finalizar se obtuvo 4 especies con soledios, del L-2 inicialmente tuvo tres líquenes con soledios y al final cinco especies con soledios, y el L-3, inicialmente tuvo dos especies con soledios y al final tuvo cuatro especies con soledios. Esto se pudo dar por el tiempo de exposición en el lugar y su capacidad de supervivencia al medio donde se encontraba, tal como lo revela Vilela (2016) que menciona que los soledios son estructuras de reproducción para su colonización y conservación de especie.

Cuadro N° 6. Concentración de Plomo en Liquen

GRUPO MUESTRA	Concentración		
	Plomo Inicial mg/kg	Plomo Final mg/kg	Absorción mg/kg
L - 1	22.74	32.80	10.06
L - 2	28.16	36.00	7.84
L - 3	26.73	36.10	9.37
<b>Total</b>	<b>77.63</b>	<b>104.90</b>	<b>27.27</b>

Fuente: Elaboración propia



Imagen N° 18 Grupo para determinar plomo. 2017

Fuente: Imagen propia.

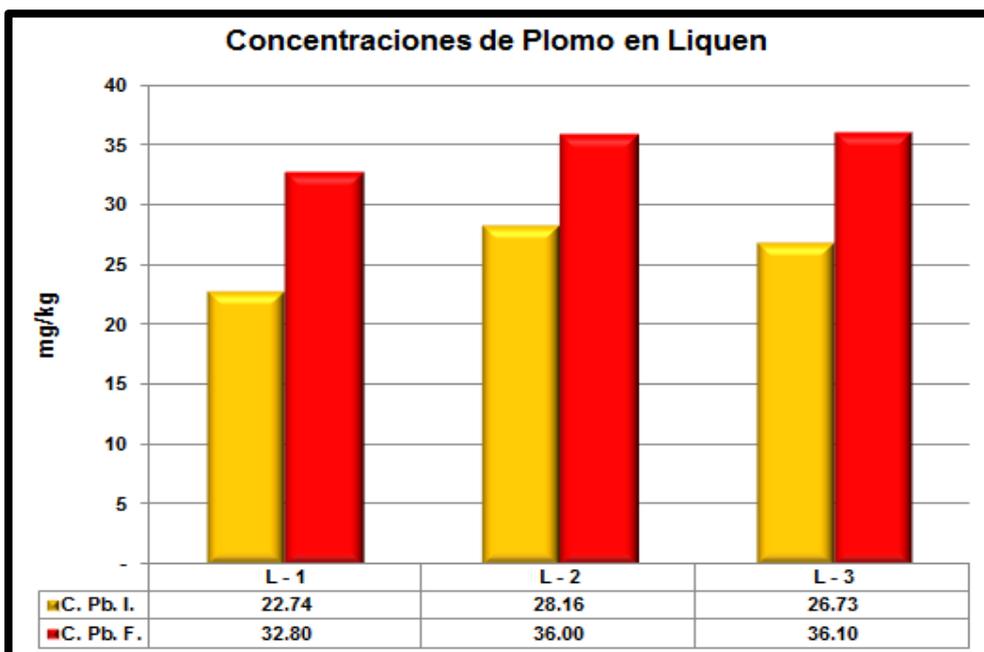


Gráfico N° 4 Concentración de Plomo en Liquen

Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 4 y Cuadro N° 6 se puede observar los resultados de las muestras de líquenes, para la concentración de plomo, en donde se obtuvo que el grupo L-1 obtuvo la mayor concentración de plomo, con un valor de 10.06 mg/kg, el grupo L-2 absorbió 7,84 mg/kg y el grupo L-3, absorción un total de 9.37 mg/kg de plomo. Estas concentraciones se presentaron dentro de un periodo de tres meses, que consto el estudio. Esta capacidad de absorción de plomo del aire se debe a no poder excretarlo es por eso su capacidad de bioacumular, como lo indica Valtueña (2001), pero este proceso de bioacumulación también dificulta su reproducción e impide su crecimiento que puede causarle la muerte, que es lo que sucedió en esta investigación y concuerda con la teoría de Giacobone y Cabrera (2009). Además con estos resultados podemos estimar la calidad del aire del lugar de monitoreo debido a las concentraciones que se encontraron en la estructura del liquen y la sensibilidad de la especie, como lo demuestra Méndez y Monge (2011).



Imagen N° 19 Líquenes

Fuente: Imagen propia.

### 3.2.2. Resultados de las Contaminación y características físicas del aire en la zona metalúrgica de Jicamarca.

Cuadro N° 7. Monitoreo de aire con placas receptoras

VARIABLE DEPENDIENTE	GRUPO MUESTRA	Contaminación		Característica física			
		Presencia de Plomo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PTS $\text{tn}/\text{Km}^2/\text{mes}$	MES		Humedad Relativa %	Temperatura $^{\circ}\text{C}$
Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.	P - 1	0.0068	54	MARZO	Prom.	57	28.5
	P - 2	0.024	238		Max.	65	36
	P - 3	0.0066	60		Min.	50	22

Fuente: Imagen propia.

En el cuadro N° 7 se muestra los resultados de las placas receptoras del monitoreo de aire y de las características físicas, teniendo estos resultados gracias al monitoreo realizado por una empresa del lugar. Los resultados que se obtuvieron fueron que en cuanto a presencia de plomo en el aire en los tres grupos, tenemos que la placa P-1 retuvo un total de plomo de  $0.0068 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la placa P-2, un valor de  $0.024$ , siendo esta la de mayor valor y P-3 obtuvo  $0.0066 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y en cuanto al PTS, el grupo de muestra el P-1 obtuvo  $54 \text{ tn}/\text{km}^2/\text{mes}$ , el P-2 un valor de  $238 \text{ tn}/\text{km}^2/\text{mes}$ , siendo esta la de mayor valor y el P-3 un total de  $60 \text{ tn}/\text{km}^2/\text{mes}$ . Además de las características físicas tenemos los

datos de Humedad relativa con un porcentaje de 57 % en promedio con un máximo de 65 % y un mínimo de 50%; además de la temperatura con un promedio de 28.5 °C, con un máximo de 36 °C y un mínimo de 22 °C.



Imagen N° 20 Pesaje de placas receptoras. 2017

Fuente: Imagen propia.

Cuadro N° 8. Concentración de Plomo en placas receptoras

Grupo Muestra	Contaminación		
	Presencia de Plomo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ECA Anual	ECA Mensual
<b>P-1</b>	0.0068	0.5	1.5
<b>P-2</b>	0.024	0.5	1.5
<b>P-3</b>	0.0066	0.5	1.5

Fuente: Elaboración propia

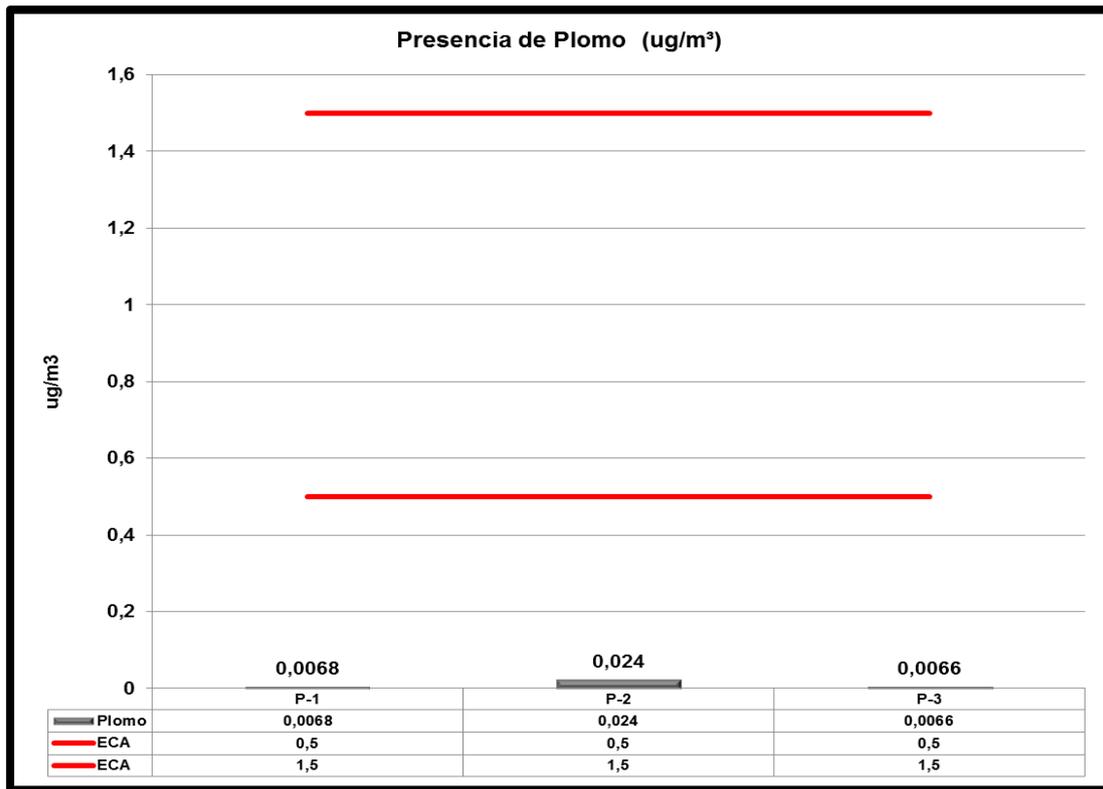
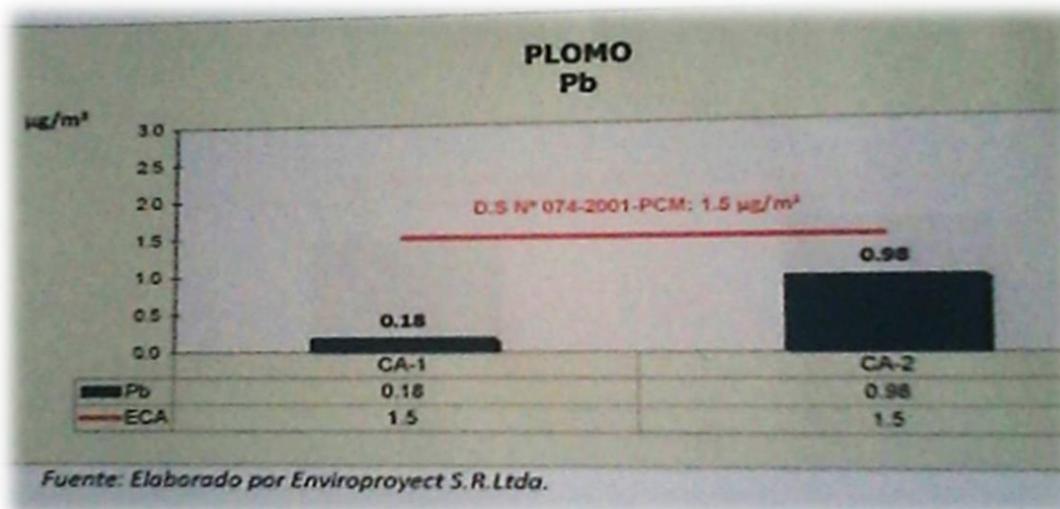


Gráfico N° 5 Presencia de plomo en placas receptoras

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 3.** Monitoreo de la calidad del aire de la empresa MYFRANVER



Fuente: MYFRANVER. 2017

En el grafico N° 5 y cuadro N° 8 se puede observar la captación del Plomo contaminante en las placas receptoras teniendo como resultado que la placa P-1 obtuvo 0,0068 µg/m<sup>3</sup>, la placa P-2 tuvo un valor de 0,024 µg/m<sup>3</sup>, siendo esta placa la de mayor valor de concentración, y la última placa P-3 con un valor de 0,0066 µg/m<sup>3</sup>. Estos valores pueden concordar con el estudio de monitoreo de plomo en aire que realizó una empresa metalúrgica (MYFRANVER, 2017), del lugar en donde mostro como resultado valores de 0.18 µg/m<sup>3</sup> y 0.98 µg/m<sup>3</sup>, y comparándolo con nuestro resultado estarían a valores medios de lo que se obtuvo en dicho monitoreo. Comparando con lo mencionado por los valores que se obtuvieron son de importancia debido a que el plomo en el ambiente es el más persistente, estas partículas pueden ser transportadas de un lugar a otro, y con ello se confirma con lo que dice Castillo (2005), sobre el transporte de partículas de plomos generadas por la combustión de la industria metalúrgica. Además de que el Instituto Nacional de Ecología (2004) menciona que el plomo una vez en el aire es transportado por diferentes factores como la temperatura, la velocidad del viento, la precipitación y otros, esto concuerda con los resultados de la placa receptora en cuanto a los valores monitoreados de plomo.

Cuadro N° 9. General de Biacumulación de Plomo en el Aire

VARIABLE DEPENDIENTE	GRUPO MUESTRA	Contaminación		Característica física			
		Presencia de Plomo µg/m <sup>3</sup>	PTS tn/Km <sup>2</sup>	Fecha	Hora	H. Relativa %	Temperatura °C
Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.	P-1	0,0068	54	03/13/17	17:00	53	33.7
				03/13/17	18:00	51	32.8
				03/13/17	19:00	51	31.2
				03/13/17	20:00	52	29.6
				03/13/17	21:00	53	28.4
				03/13/17	22:00	54	27.4
				03/13/17	23:00	55	26.6
				03/13/17	00:00	56	25.9
	P-2	0,024	238	03/13/17	01:00	56	25.2
				03/13/17	02:00	57	24.5
				03/13/17	03:00	58	23.9
				03/13/17	04:00	58	23.2
				03/13/17	05:00	59	22.7
				03/13/17	06:00	60	22.1
				03/13/17	07:00	62	22
				03/13/17	08:00	64	23.4
03/13/17	09:00	64	25.1				

				03/13/17	10:00	65	27.2
	P - 3	0,0066	60	03/13/17	11:00	64	29.6
				03/13/17	12:00	61	31.7
				03/13/17	13:00	58	33.2
				03/13/17	14:00	56	34.4
				03/13/17	15:00	53	36
				03/13/17	16:00	50	34.9
				MARZO	Prom.	57	28.5
					Max.	65	36
	Min.	50	22				

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro general de monitoreo tenemos como resultado que la P-1 obtuvo 0,0068  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el P-2 0,024  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el P-3 el valor de 0,0066  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En cuanto a PTS P-1 se obtuvo 54  $\text{tn}/\text{km}^2/\text{mes}$ , P-2 238  $\mu\text{g}/\text{km}^2/\text{mes}$ , y el P-3 el valor de 60  $\text{tn}/\text{km}^2/\text{mes}$ , y en cuanto a los valores de Humedad relativa se obtuvo que el promedio fue 57% teniendo un máximo de 65% y un mínimo 50%, además de la temperatura obtuvo un promedio de 28.5°C con un máximo de 36°C, y un mínimo de 22°C. (Resultados proporcionados por la empresa MYFRANVER)

Cuadro N° 10. Resultados de las partículas totales en Suspensión

VARIABLE DEPENDIENTE	GRUPO MUESTRA	Contaminación	
		PTS $\text{tn}/\text{km}^2/\text{mes}$	OMS $\text{tn}/\text{km}^2/\text{mes}$
Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.	P - 1	54	5
	P - 2	238	5
	P - 3	60	5

Fuente: Elaboración propia

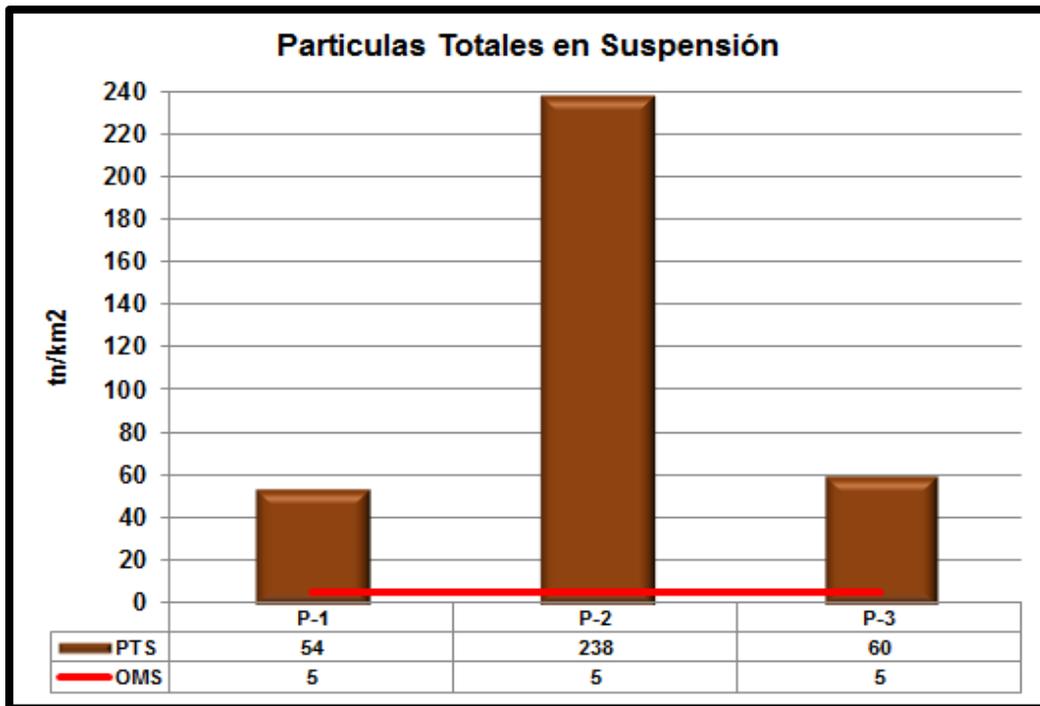


Gráfico N° 6 Partículas Totales en Suspensión

Fuente: Imagen propia.



Imagen N° 21. Emanación de contaminantes al aire

Fuente: Imagen propia.

En el gráfico N° 6 y cuadro N° 9 se puede observar que de las placas receptoras, obtuvimos la cantidad de Partículas Totales en Suspensión (PTS) o

Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), teniendo como resultado que la placa P-1 se obtuvo 54 tn/km<sup>2</sup>, la placa P-2, logro un valor de 238 tn/km<sup>2</sup>, siendo esta la de mayor encontrado, y la placa P-3 se obtuvo un total de 60 tn/km<sup>2</sup>. El resultado de la placa P-2 que arrojó un valor alto debido a que estuvieron en el punto más cercano a la emanación de quema de chatarra del lugar de estudio, y esto pudo hacer que se concentre más el PTS. En cuanto a los otros dos valores, las placas estuvieron en puntos más lejanos pero también demuestra que sobrepasaron el límite otorgado por la OMS, de 5 tn/km<sup>2</sup>, y esto resulta peligroso como lo menciona SNIA (2013) porque reduce la visibilidad del lugar, daños a la propiedad y causa daños en la salud.

Además si en las placas receptoras se obtuvieron valores altos es porque también coincide con la problemática de que las partículas afectan a la población teniendo el ejemplo del 2013, que la población de Jicamarca se quejó por la fuerte contaminación tanto por las condiciones de aire (Plomo) y las partículas que eran visibles y caían en el techo de los vecinos, todo ello se generaba en las horas de quema de chatarra de las empresas metalúrgicas.

Cuadro N° 11. Humedad Relativa

VARIABLE DEPENDIENTE	Característica física		
	MES		Humedad Relativa %
	Fecha	Hora	
<b>Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.</b>	03/13/17	17:00	53
	03/13/17	18:00	51
	03/13/17	19:00	51
	03/13/17	20:00	52
	03/13/17	21:00	53
	03/13/17	22:00	54
	03/13/17	23:00	55
	03/13/17	00:00	56
	03/13/17	01:00	56
	03/13/17	02:00	57
	03/13/17	03:00	58
	03/13/17	04:00	58
	03/13/17	05:00	59

03/13/17	06:00	60
03/13/17	07:00	62
03/13/17	08:00	64
03/13/17	09:00	64
03/13/17	10:00	65
03/13/17	11:00	64
03/13/17	12:00	61
03/13/17	13:00	58
03/13/17	14:00	56
03/13/17	15:00	53
03/13/17	16:00	50
<b>MARZO</b>	<b>Prom.</b>	<b>57</b>
	<b>Max.</b>	<b>65</b>
	<b>Min.</b>	<b>50</b>

Fuente: Imagen propia.

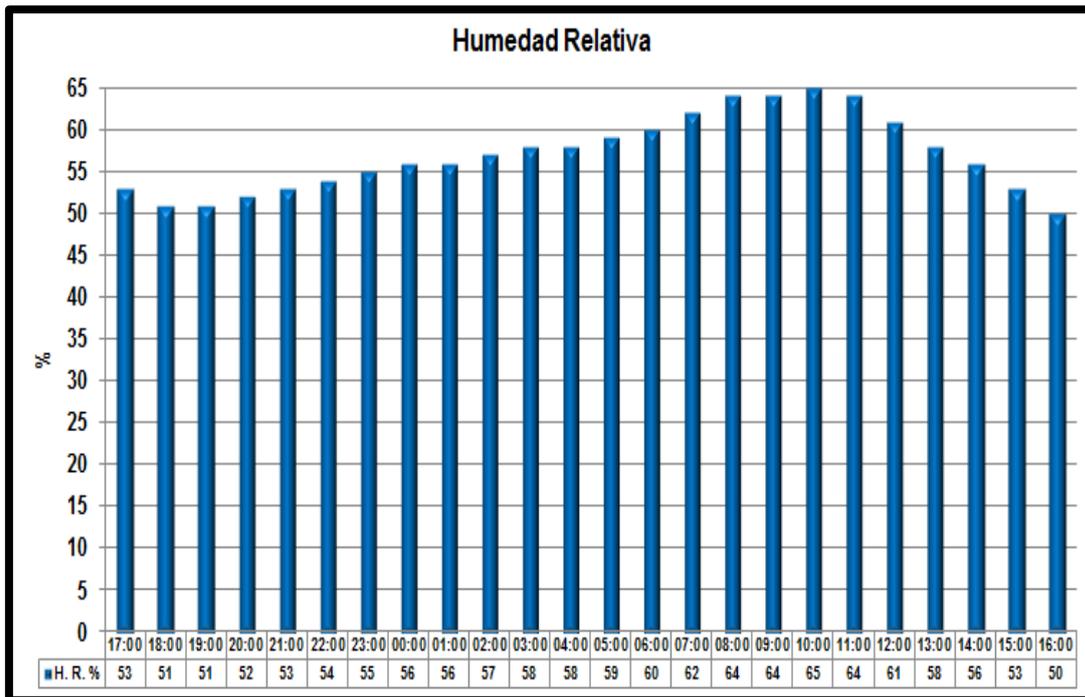


Gráfico N° 7 Humedad Relativa

Fuente: Elaboración propia. 2017

En el cuadro N° 11 se puede observar que en el monitoreo de humedad relativa realizado por una consultora ambiental para la empresa MYFRANVER, arrojó

los siguiente resultados, teniendo que en el horario de las 10:00 a.m. se obtuvo el 65% de humedad, el mayor valor obtenido en el día; y a las 14:00 p.m. se obtuvo el 50% de humedad el menor valor del día. El conocer los valores de humedad del lugar de estudio es de importancia para los líquenes debido a que estos se hidrataron por la humedad del medio en la que se encontraron y realizaron su proceso de metabolismo, y lo indica Tovar y Aguinaga (2004) cuando menciona que los líquenes absorben el agua del medio donde se encuentran. También la importancia proviene debido a que los líquenes dependieron de la humedad para su rendimiento de biomonitorización, y esto fue efectivo por que logró absorber plomo en su estructura, y esto es congruente porque Barreno (2003), indicó que el rendimiento de un liquen es más favorable cuanto mayor retención tenga en su estructura, por ello cuanto mayor humedad haya, mayor será su rendimiento.

Cuadro N° 12. Temperatura del medio

VARIABLE DEPENDIENTE	Característica física		
	MES		Temperatura °C
	Fecha	Hora	
<b>Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.</b>	03/13/17	17:00	33.7
	03/13/17	18:00	32.8
	03/13/17	19:00	31.2
	03/13/17	20:00	29.6
	03/13/17	21:00	28.4
	03/13/17	22:00	27.4
	03/13/17	23:00	26.6
	03/13/17	00:00	25.9
	03/13/17	01:00	25.2
	03/13/17	02:00	24.5
	03/13/17	03:00	23.9
	03/13/17	04:00	23.2
	03/13/17	05:00	22.7
	03/13/17	06:00	22.1
	03/13/17	07:00	22
	03/13/17	08:00	23.4
	03/13/17	09:00	25.1
	03/13/17	10:00	27.2
03/13/17	11:00	29.6	

	03/13/17	12:00	31.7
	03/13/17	13:00	33.2
	03/13/17	14:00	34.4
	03/13/17	15:00	36
	03/13/17	16:00	34.9
	<b>MARZO</b>	<b>Prom.</b>	<b>28.5</b>
		<b>Max.</b>	<b>36</b>
		<b>Min.</b>	<b>22</b>

Fuente: Imagen propia

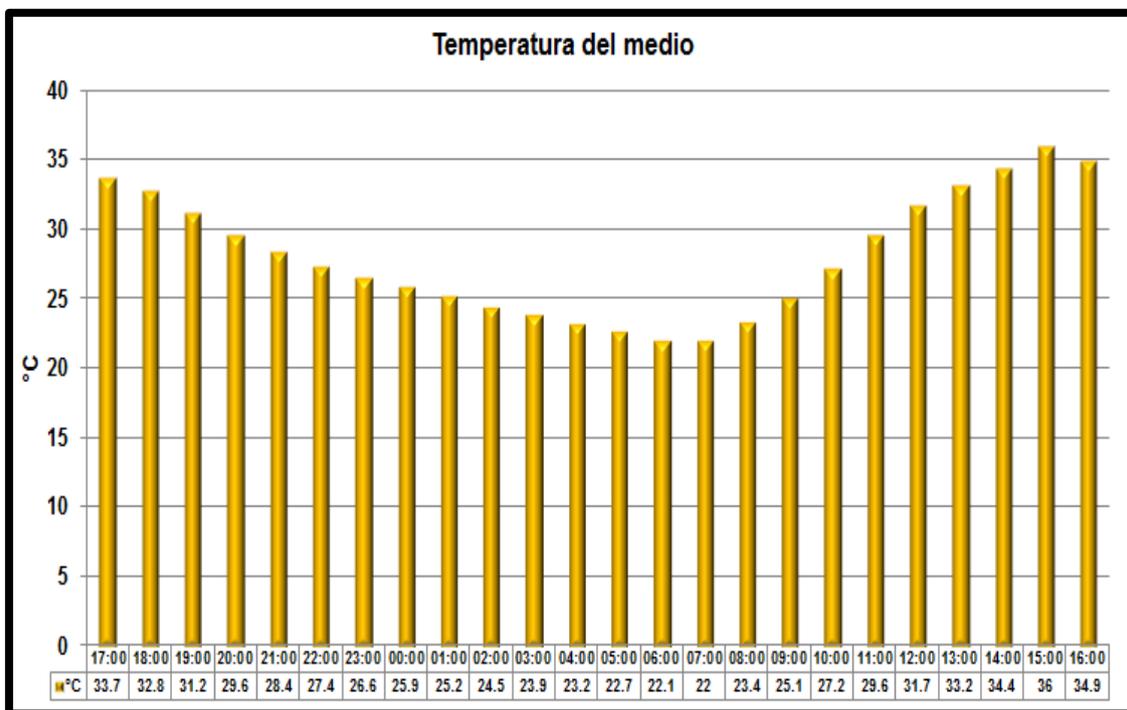


Gráfico N° 8 Temperatura del medio

Fuente: Imagen propia.

Del cuadro N° 12 se puede observar que en el monitoreo de temperatura realizado por una consultora ambiental para la empresa metalúrgica MYFRANVER, arrojó los siguientes resultados, teniendo que en el horario de las 15:00 p.m. se registró 36°C, la más alta temperatura del día y a las 07:00 a.m. se registró 22 °C, las condiciones de temperatura en el líquen fueron determinantes debido a que demuestra que sobrevivió a las temperaturas existentes en el lugar, coincidiendo con Jacobone y Cabrera (2009) que indica

específicamente que estos seres sobreviven en diversos sustratos. La temperatura del lugar también insidioso en la retención de agua captada por la humedad existente y en el metabolismo del líquen por la bioacumulación del plomo encontrado dentro de la estructura de la Ramalina Farinacea y esta recolección de plomo por parte de la especie se debió por la dirección del viento, la velocidad y la temperatura; además coincide con los Estudios del Instituto Nacional de Ecología (2004) pues indican estos factores de importancia para la acumulación de metales pesados en el ambiente.

### 3.2.3. Resultados en SPSS, Prueba de T-Student para datos relacionados

En esta investigación se realizó la prueba de T-Student para datos relacionados, para la constatación de nuestras hipótesis debido a que las muestras que son de un mismo grupo serán analizadas en un antes y después el tratamiento realizado.

Para esta investigación se utilizó la prueba T-Student debido a que compararemos las medias en un grupo relacionado, que tiene una distribución normal para una pequeña muestra. Y será usada la clase de datos relacionados, porque cada cambio que se de en un grupo está asociada a otro grupo. (Barón, F, 2004, p. 23)

#### 3.2.3.1. Determinación de confiabilidad a través del análisis de Alfa de Cronbach

Cuadro N° 13. Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Válidos	3	100,0
Casos Excluidos <sup>a</sup>	0	,0
Total	3	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Cuadro N° 14 Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N° de elementos
,940	2

En los cuadros N° 13 y 14, muestra que el Alfa de Cronbach arroja un valor de 0.940, esto debido al promedio de los datos analizados, que en este caso son las concentraciones de plomo en los líquenes, esto quiere decir que se acerca al valor de 0.8 y los valores mayores a este significa que obedece a una buena confiabilidad.

H0: El Liquen Fruticuloso (Ramalina Farinacea) no tiene la capacidad de bioacumulación de plomo en el aire en las zonas metalúrgicas en Jicamarca

Hi: El Liquen Fruticuloso (Ramalina Farinacea) tiene la capacidad de bioacumulación de plomo en el aire en las zonas metalúrgicas en Jicamarca

Para observar el comportamiento normal, se tomó como resultados, la prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk, debido a que este utiliza los ajustes de datos obtenidos y para rechazar la hipótesis nula se basa en que el valor de la significancia sea mayor al 5%, además de que esta prueba es para muestras menores a 30 muestras. (GUISANDE, 2006, p. 56)

Cuadro N° 15. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pb_Inicial	,286	3	.	,931	3	,492
Pb_Final	,376	3	.	,773	3	,051

a. Corrección de la significación de Lilliefors

P-Valor (Plomo-Inicial) = 0.492 >  $\alpha = 0.05$

P-Valor (Plomo-Final) = 0.051 >  $\alpha = 0.05$

Del cuadro N° 15 al utilizar los datos de Shapiro-Wilk, debido a que nuestros datos son menores a 30, y esto nos da un resultado de la que concluir que los datos de Plomo en el Liquen Fruticuloso, provienen de una distribución normal, debido a que los valores de significancia son mayores a 5%

Cuadro N° 16. Prueba de muestras relacionadas

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Pb_Inicial - Pb_Final	9,09000	1,13618	,65597	6,26758	11,91242	13,857	2	,005

P-Valor = 0.005 <  $\alpha = 0.05$

En el cuadro 15, muestra el resultado según la prueba T-Student muestra que existe una diferencia significativa en las medias de las muestras de análisis de Plomo en los líquenes Fruticulosos, por tener un valor de significancia menor al 5%. Por lo cual se concluye que el Liqueen Fruticuloso (Ramalina Farinacea) tiene la capacidad de bioacumulación de plomo en el aire en las zonas metalúrgicas en Jicamarca

### 3.2.3.2. Contrastación de las hipótesis específicas

#### 1. Hipótesis específica

H0: Las características Físicas del Liqueen no tuvieron un cambio significativo después de la bioacumulación de plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.

Hi: Las características Físicas del Liqueen tuvieron un cambio significativo después de la bioacumulación de plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.

Cuadro N° 17. Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Medi a	Desviació n típ.	Error típ. de la medi a	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferio r	Superio r			
Pa - r 1 Mortalidad_ F	,217	,415	,054	,109	,324	4,04 0	5 9	,000

P-Valor (Mortalidad) = 0.000 <  $\alpha=0.05$

En el cuadro N° 17, se muestra el resultado donde existe una diferencia significativa en las medias en las características físicas del liquen Fruticuloso,

debido a que tiene un valor de 0.000 que es un valor de significancia menor al 5%. Por lo cual se concluye que las características Físicas del Liquen tuvieron un cambio significativo después de la bioacumulación de plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca

## 2. Hipótesis específica

H0: No existe una concentración de metales en los líquenes después de la bioacumulación de plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca

Hi: Existe una concentración de metales en los líquenes después de la bioacumulación de plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca

Cuadro N° 18. Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par Pb_F_Liquen - 1 Pb_I_Liquen	9,09000	1,13618	,65597	6,26758	11,91242	13,857	2	,005

P-Valor (Plomo) = 0.005 <  $\alpha=0.05$

En el cuadro N° 18 se muestra el resultado donde existe diferencia significativa en las medias de las muestras de los líquenes fruticulosos en cuanto a concentración de plomo, esto después del tiempo de monitoreo, por ello tiene un valor de significancia menor al 5%. Por lo cual se concluye que existe una concentración de metales en los líquenes después de la bioacumulación de plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.

#### IV. DISCUSIÓN

- El Liquen Fruticuloso logro bioacumular plomo, estando en un ambiente con presencia de este contaminante, esto se demostró con las tres muestras de monitoreo de la especie en donde se obtuvo un promedio de absorción de 9.09 ppm, esto demostraría lo mencionado por Marti (2003) que indica que los líquenes pueden atrapar partículas que se encuentran en el ambiente e incorporarlo dentro de su estructura.
- Los líquenes fueron retirados de un lugar sin su sustrato base para ser colocados en otro y que se adapten al lugar a biomonitorizar, esto genero un tiempo de adaptabilidad, pero se logró aquello porque son especies muy flexibles al lugar donde se encuentran como lo menciona Barreno (2003); y a pesar de ello la concentración obtenida de las muestras del Liquen Fruticuloso del biomonitoreo fueron que L-1 obtuvo un valor de 10.06 ppm, L-2 un valor de 7.84 ppm, y el L-3 una concentración de 9.37, todo ello dentro de un periodo de tres meses, estas cantidades de concentración, se presentan como un rango regular, puesto que si se hubieran tomado líquenes nativos del lugar la concentración hubiera sido mayor como en el caso de Roig (2010), que en su investigación utilizo líquenes epilíticos, propios de su lugar de estudio y con el sustrato en el que se encontraban y esto le logro observar que el Liquen epilítico logro absorber metales pesados y en el caso del Plomo con una absorción 90.29 ppm, dentro del periodo de tres meses. Y esto se parece al artículo científico publicado por Ghirardi y Fosco (2010) en donde también utilizaron líquenes y además claveles, y para las dos especies se encontraron concentraciones de metales pesados, y donde se resalta que la presencia de estos contaminante se debe a fuentes antropogénicas, y en nuestro caso es de importancia esto porque el lugar de estudio presenta contaminación por quema de chatarras por parte de las empresas metalúrgicas. Esto es de importancia puesto que en la investigación se busca conocer la capacidad del Liquen Fruticuloso y esta ha logrado bioacumular y por ende serviría para realizar biomonitoreos en el medio ambiente.

- La concentración plomo encontrado en Liquen se debe a que en el lugar de monitoreo de la zona metalúrgica de Jicamarca se encuentra contaminado por la emanación de este elemento por la quema de chatarras, y esto se refleja en los valores de plomo que se encontraron en el Liquen Fruticuloso, esto concordaría con Méndez y Mongue (2011) que indican que los líquenes son sensibles a las impurezas del medio que lo rodea. Además por ser el plomo el contaminante analizado en esta investigación se observa que es uno de los elementos más fáciles de concentrar en esta especie, y esto concordaría con el artículo científico que realizaron Hurtado y Gómez (2013) en donde utilizaron el Liquen como biomonitor de metales en una mina de níquel y que la especie, absorbió Al, Fe y Mg, pero en pocas cantidades, pero que en el caso de Pb y Zn, los valores fueron mayores, además de presentar ausencia de la especie en el lugar por la contaminación que se generaba en la mina. Y esto ratificaría esta investigación con que los líquenes son adecuados para ser biomonitoreo, y que son más sensibles a la presencia de plomo.
- Las muestras de los líquenes Fruticuloso que se utilizaron variaron en sus características físicas, empezando por la variación de color; Barreno (2010) nos dice que los líquenes pueden ser de color verde amarillento mayormente pero en algunas ocasiones de color grisáceo; en esta investigación las 60 muestras obtenidas eran de un color verde gris y luego del periodo de monitoreo solo 11 mantuvieron su color y 36 cambiaron a un color gris claro, esta variación de color, se debió a que como no se encontraban en su sustrato inicial y fueron trasplantados a otro se generó este cambio. Esta característica variación es de importancia debido a que cuanto más claro pueden retener más humedad y mejorar su rendimiento, así como lo indica Barreno (2003), y esto fue lo que sucedió en la investigación, los líquenes por ser de colores claros, regularizaron su temperatura y así lograron captar más tiempo la humedad de la atmosfera y así lograron tener una mejor supervivencia supervivencia.
- En el caso de la mortalidad, de los 60 Líquenes Fruticulosos, solo sobrevivieron 47 en total teniendo una pérdida de 13, lo que pudo

generar la muerte de la especie es que alguno de ellos tuvieron un talo muy sensible que a la sola presencia de gases o contaminantes del aire les provocaron la muerte, y esto estaría de acorde a lo que Giacobone y Cabrera (2009) mencionan en cuanto a la sensibilidad de la especie frente a contaminantes.

- En la última característica que se evaluó fue la presencia de soledios, que son como granitos que le salen al Liquen Fruticuloso, para que después de un tiempo esta logre colonizarse, como lo refiere Vilela (2016); en esta investigación de las 60 muestras tomadas inicialmente 52 no tenían soledios y 8 si presentaban soledios, al finalizar el monitoreo 34 aun no presentaban soledios y 13 si presentaban soledios, quiere decir que la especie estaba entrando en la etapa de adaptación y tratando de colonizar el habitat donde estaba, y esto es conveniente con lo mencionado con Vilela.
- En el artículo científico de Méndez y Monge (2011), del estudio de líquenes como biomonitores para evaluar el estado de la contaminación atmosférica mundial, menciona que los líquenes miden la contaminación atmosférica y reaccionan con diferentes cambios en sus condiciones, comunidades y estructuras, en el biomonitorio realizado en esta investigación se observa que el Liquen cambio de color, no sobrevivieron alguno y empezaron a presentar soledios, todo esto para aclimatarse al medio donde fueron colocados. Además el monitorear la cantidad de plomo y PTS presente en el aire con placas receptoras ayuda a observar que factores de daños o síntomas se podrían presentar en los líquenes, y esto concuerda con el estudio investigativo de Méndez y Monge.

## V. CONCLUSION

- El Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) posee la capacidad de bioacumular plomo en su estructura, el grupo de muestra logro bioacumular un total de 27.27 ppm lo que la coloca dentro de las especies que pueden biomonitorizar la calidad del aire.
- Como respuesta a la Bioacumulacion de Plomo, en las características Físicas del Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) tuvieron un cambio significativo de color; de color verde gris al gris claro, en cuanto a la mortalidad no todas las especies sobrevivieron, teniendo una pérdida de 13 liques, y por último se observó que después de estar expuestas al plomo hubo presencia de soledios en los líquenes.
- Para la eficiencia de bioacumulación se obtuvo una alta concentración de Plomo en el Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) del aire en las zonas metalúrgicas. determinandose las concentraciones de Plomo dentro de su estructura, para el primero grupo de 10.06 ppm, el segundo grupo 7.84 ppm y el tercer grupo 9.37, todo esto dentro del periodo de tres meses.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el estudio empleando al Liquen Fruticuloso (*Ramalina Farinacea*) como bioacumulador de plomo, usando más muestras en diferentes puntos de tal forma tener diversas concentraciones dentro de su estructura de la especie.
- Para obtener mayores datos se recomienda analizar otros tipos de metales, como el Cadmio, Mercurio, Manganeseo, etc. esperando conocer cuál de los metales tuvo mayor acumulación dentro de la especie *Ramalina Farinacea* y para conocer los cambios significativos de las características de la especie después de la Bioacumulación.
- Se aconseja realizar el estudio en otras zonas, debido a que las condiciones climatológicas influyen en la adaptación, crecimiento, acumulación de metales pesados en el Liquen Fruticuloso. Por tal motivo se debería realizar un estudio que abarque las diferentes regiones del Perú.
- Se recomienda usar otras especies de Líquenes y exponerlas en otras fuentes de contaminación, de tal forma conocer cuál de estas tienen esta propiedad de biocontroladores y acumuladores de metales pesados y otros contaminantes por ejemplo gases, hidrocarburos, Radiación, etc.

## REFERENCIAS

Agencia de protección Ambiental. Líquenes como bioindicadores de calidad de aire [en línea]. Buenos Aires, Argentina. : 2009. Disponible en : [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992009000200006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000200006)

Agencia de Protección Ambiental Monitoreo de líquenes como bioindicadores de contaminación. Buenos Aires, Argentina. 2010.

Asociación de Geógrafos españoles Clima y calidad ambiental. España. 2003 ISBN 84-9750-142-X

Barreno, Eva y Pérez, Sergio Medio y bioindicadores: Los líquenes y medio ambiente, Madrid, España. 2003

Balch, Phyllis Recetas nutritivas que curan. 2da edición. USA. 1997 ISBN 1-58333-010-0

Biodiversidad y conservación de especies amenazadas. Disponible en [biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas /cap1\\_1\\_ tcm7-20809.pdf](http://biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas/cap1_1_tcm7-20809.pdf)

Castillo, F. Biotecnología Ambiental, Madrid. Pág. 226. 2005. ISBN 978-84-7360-211-2

Díaz, E. Uso de líquenes como bioindicadores de presencia de metales pesados en áreas cercanas a empresas mineras en zonas de altura en Perú. Tesis (Msc. en Ciencias con mención en Gestión Ambienta). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Ambiental, 2006.173 p.

De Azevedo, Käffer y Lemo. Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoeletrica, Rio Grande do Sul, Brasil. 2008.

Giacobone, Gabriel y CABRERA, Sonia Líquenes como Bioindicadores de calidad del aire. Buenos Aires, 2009. 45 p.

Hawksworth, D. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. Madrid. 2005. PP71 – 82. ISSN 130-1406

Hurtado, W. Liqueen Parmotrema Sancti Angellii como biomonitor de los metales provenientes de la mina loma de Níquel, estado Aragua, Caracas, 2013. 08 p.

Loppi, S. Lichen diversity and lichen transplants as monitors of air pollution in a rural area of central Italy, Tuscany, 2006. 15 p.

Loppi, S. Accumulation of trace metals in the lichen Evernia prunastri trasplanted at biomonitoring sites in central Italy, 1998. 04 p.

López, M. y Gonzales, S. Evaluación ambiental de ecosistemas altamente sensibles: uso de líquenes como biomonitores, Lima, 2001. 05 p.

Ministerios del Medio Ambiente de España Definición del Plomo. Documento (en línea) 2006 disponible en: <http://www.mapama.gob.es/es/>

Méndez, V. y monge, J. El uso de Líquenes como biomonitores para evaluar el estado de la contaminación Atmosférica a nivel mundial (en línea) 2011. disponible en: <http://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/wp-content/uploads/2013/10/2011-Mendez-Líquenes-VF.pdf>

Roig, P. Estudio sobre los líquenes como bioindicadores del contenido de metales pesados en el entorno de la iglesia de los santos Juanes de Valencia, Valencia, 2010. 12 p.

Tovar, D y Aguinaga, R. Los Líquenes como bioindicadores de Contaminación Atmosférica, en Lima Metropolitana, Perú. 2004.

Universidad central de Venezuela Revista Venezolana de Ciencias de La Tierra: Liqueen Parmotrema Sancti Angellii como biomonitor de los metales provenientes de la mina loma de Níquel, estado Aragua. Caracas. 2013 Pág. (05- 12) ISSN 0435-5601

Vecinos de Huarochirí denuncian a fundidora por contaminación con plomo y otros metales [en línea].Lima: 2013 [Fecha del consulta: 10 Octubre 2016. Disponible en: <https://lamula.pe/2013/11/15/vecinos-de-huarochiri-denuncian-a-fundidora-por-contaminacion-con-plomo-y-otros-metales/spdaactualidadambiental/>

# **ANEXOS**

Ecuación N° 1 Conversiones de unidades

Resultados dados por el espectrofotómetro de Plomo en las placas receptoras

→ **Conversión de ml/l a mg/kg**

$$\frac{0.3688 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0.1 \text{ l}}{0.0000054 \text{ kg}} = \frac{6829.62 \text{ mg}}{\text{Kg}}$$

**mg/kg a g/kg**

$$\frac{6829.62 \text{ mg}}{\text{Kg}} = 6.82 \text{ g/kg}$$

→ **Conversión de gr/kg a ug/m³**

$$\frac{6.82 \text{ g}}{\text{Kg}} \times \frac{10^{-6}}{\text{m}^3} \times \frac{\text{Kg}}{10^3 \text{ g}}$$

$$\frac{6.82 \times 10^{-6} \text{ g}}{\text{m}^3 \times 10^3} = 6.82 \text{ g} \times \frac{10^{-9}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{0.0068 \text{ ug}}{\text{m}^3}$$

→ **Conversión de ml/l a mg/kg**

$$\frac{5.851 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0.1 \text{ l}}{0.000238 \text{ kg}} = \frac{24584.03 \text{ mg}}{\text{Kg}}$$

**mg/kg a g/kg**

$$\frac{24584.03 \text{ mg}}{\text{Kg}} = 24.58 \text{ g/kg}$$

→ **Conversión de gr/kg a ug/m<sup>3</sup>**

$$\frac{24.58 \text{ g}}{\text{Kg}} \times \frac{10^{-6}}{\text{m}^3} \times \frac{\text{Kg}}{10^3 \text{ g}}$$

$$\frac{24.58 \times 10^{-6} \text{ g}}{\text{m}^3 \times 10^3} = 24.58 \text{ g} \times \frac{10^{-9}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{0.024 \text{ ug}}{\text{m}^3}$$

→ **Conversión de ml/l a mg/kg**

$$\frac{0.396 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0.1 \text{ l}}{0.0000060 \text{ kg}} = \frac{6600 \text{ mg}}{\text{Kg}}$$

**mg/kg a g/kg**

$$\frac{6600 \text{ mg}}{\text{Kg}} = 6.60 \text{ g/kg}$$

→ **Conversión de gr/kg a ug/m<sup>3</sup>**

$$\frac{6.60 \text{ g}}{\text{Kg}} \times \frac{10^{-6}}{\text{m}^3} \times \frac{\text{Kg}}{10^3 \text{ g}}$$

$$\frac{13.20 \times 10^{-6} \text{ g}}{\text{m}^3 \times 10^3} = 6.60 \text{ g} \times \frac{10^{-9}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{0.0066 \text{ ug}}{\text{m}^3}$$

→ **PTS en placas**

**Muestra 1**

$$\frac{0.0054 \text{ g}}{\text{cm}^2} \times \frac{1 \text{ TN}}{10^6 \text{ g}} \times \frac{10 \text{ cm}^2}{\text{km}^2}$$

$$0.0027 \times \frac{\text{TN}}{\text{Km}^2} \times 10^4$$

$$\frac{54 \text{ TN}}{\text{km}^2}$$

### **Muestra 2**

$$\frac{0.0238\text{g}}{\text{cm}^2} \times \frac{1 \text{ TN}}{10^6\text{g}} \times \frac{10 \text{ cm}^2}{\text{km}^2}$$

$$0.0238 \times \frac{\text{TN}}{\text{Km}^2} \times 10^4$$

$$\frac{238 \text{ TN}}{\text{km}^2}$$

### **Muestra 3**

$$\frac{0.0060\text{g}}{\text{cm}^2} \times \frac{1 \text{ TN}}{10^6\text{g}} \times \frac{10 \text{ cm}^2}{\text{km}^2}$$

$$0.0060 \times \frac{\text{TN}}{\text{Km}^2} \times 10^4$$

$$\frac{60 \text{ TN}}{\text{km}^2}$$

## Matriz de consistencia

TIPO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
GENERAL	¿Cuál es la capacidad del Liquen Fruticuloso ( <i>Ramalina Farinacea</i> ) para la bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca?	Determinar la capacidad del Liquen Fruticuloso ( <i>Ramalina Farinacea</i> ) para la bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca	El Liquen Fruticuloso ( <i>Ramalina Farinacea</i> ) tiene la capacidad de bioacumulación de plomo en el aire en las zonas metalúrgicas en Jicamarca	V. I.: Capacidad del Liquen Fruticuloso ( <i>Ramalina Farinacea</i> )	BARRENO Y PEREZ (2003) indica que la capacidad de un liquen se mide por diversas características físicas de la especie para su función de acumulación, además de que se basara en la concentración de metales que se encuentre en el ambiente, para influir en su capacidad de subsistencia del Liquen en un área. (p. 85)	Se extrajeron los líquenes y se realizó un análisis de metales para conocer la concentración inicial de plomo y luego del mismo grupo se colocaran en ramas colocadas en áreas cercanas a las zonas metalúrgicas.	Características físicas	Color de especies	Tonalidad
								Mortalidad	N°
								Presencia de soledios	Si/No
ESPECIFICO	¿En qué medida las características físicas del Liquen Fruticuloso ( <i>Ramalina Farinacea</i> ) variaron por la bioacumulación de plomo del aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca?	Determinar las características físicas del Liquen Fruticuloso ( <i>Ramalina Farinacea</i> ) que variaron por la bioacumulación de plomo del aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca	Las características Físicas del Liquen tuvieron un cambio significativo después de la bioacumulación de plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca	V. D.: Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.	INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA (2004), menciona que la acumulación del metal pesado como el Plomo se debe por los procesos de combustión, y que una vez en el aire estos son transportados por las características que se hallen en la zona como la temperatura, la velocidad, el viento, la precipitación, etc.). (p. 207)	Se realizó en placas de vidrio de 2 mm de espesor que fueron colocadas en los puntos de monitoreo para conocer la concentración de plomo y PTS en el aire.	Contaminantes	Pb Inicial en Liquen	mg/kg
								Pb Final absorbido en Liquen	mg/kg
								Presencia de Plomo	µg/m3
								PTS	µg/m3
								Característica física	Humedad
Temperatura	°C								

## Ficha de observación – Variable Independiente

### FICHA DE OBSERVACIÓN

**Proyecto de Investigación:** Capacidad del Liquen Fruticuloso (Ramalina Farinacea) para la Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca, 2017  
**Línea de Investigación:** Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
**Investigador:** Gianmarco Isaac Chavez Castro  
**Tiempo del Proyecto:** 3 meses  
**Lugar de experimentación:** Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo

VARIABLE INDEPENDIENTE	GRUPO MUESTRA	Número de individuos	Características físicas de la especie						Concentración	
			Color de especie		Mortalidad		Presencia de Soredios		Plomo Inicial ppm	Plomo Final ppm
			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
Capacidad del Liquen Fruticuloso (Ramalina Farinacea)										

## Ficha de observación – Variable Dependiente

### FICHA DE OBSERVACIÓN

**Proyecto de Investigación:** Capacidad del Liquen Fruticuloso (Ramalina Farinacea) para la Bioacumulación de Plomo del aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca, 2017

**Línea de Investigación:** Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**Investigador:** Gianmarco Isaac Chavez Castro

**Tiempo del Proyecto:** 3 meses

**Lugar de experimentación:** Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo

VARIABLE DEPENDIENTE	GRUPO MUESTRA	Número de individuos	Contaminación		Característica física	
			Presencia de Plomo	PTS	Humedad	Temperatura
Bioacumulación de Plomo en el aire en zonas metalúrgicas en Jicamarca.	L-1					
	L-2					
	L-3					

## Resultados de laboratorio

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b> FACULTAD DE AGRONOMIA LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES		
<b>INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR</b>			
SOLICITANTE :	ISAAC CHÁVEZ CASTRO		
PROCEDENCIA :	LIMA		
MUESTRA :	LIQUENES		
REFERENCIA :	H.R. 58468		
BOLETA :	287		
FECHA :	19/05/2017		
			
N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm	Cr ppm
3037		26.73	8.10
 <i>Yady García Bendezu</i> Jefe de Laboratorio			
Av. La Molina s/n Campus UNALM Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe			



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : ISAAC CHÁVEZ CASTRO  
PROCEDENCIA : LIMA  
MUESTRA : LIQUENES  
REFERENCIA : H.R. 58674  
BOLETA : 342  
FECHA : 01/06/2017

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm
3661	1	28.16
3662	2	22.74



*Sady García Bendezi*  
Sady García Bendezi  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : ISAAC CHAVEZ CASTRO  
PROCEDENCIA : LIMA  
MUESTRA : LIQUENES  
REFERENCIA : H.R. 59062  
BOLETA : 428  
FECHA : 23/06/2017

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm
4026	Rep. 1	32.80

  
Sady Garcia Bendezu  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : ISAAC CHAVEZ CASTRO  
PROCEDENCIA : LIMA  
MUESTRA : LIQUENES  
REFERENCIA : H.R. 59062  
BOLETA : 428  
FECHA : 23/06/2017

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm
4028	Rep. 3	36.00

  
Sady García Bendejú  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : ISAAC CHAVEZ CASTRO  
PROCEDENCIA : LIMA  
MUESTRA : LIQUENES  
REFERENCIA : H.R. 59062  
BOLETA : 428  
FECHA : 23/06/2017

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm
4027	Rep. 2	36.10

 *Sady García Bendejú*  
Jefe de Laboratorio

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

# MUESTREO



# FICHAS DE VALIDACION



## INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: Delgado Arellano, Antonio Leonardo  
 I.2. Cargo e Institución donde labora: Coord. de Investigación - E.P. de Ing. Ambiental  
 I.3. Especialidad del experto: Ing. Químico - Ciberchilago  
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Ficha de observación  
 I.5. Autor del instrumento: Chavez Castro, Gianmarco Isaac

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					90%
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica					90%
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación					90%
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de .....					90%
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					90%
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					90%
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación					90%
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.					90%
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento					90%
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					90%

### VARIABLE INDEPENDIENTE: CAPACIDAD DEL LIQUEN FRUTICULOSO (RAMALIA FARINACEA)

N°	ITEMS	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	N°	Número de Individuos	✓			
2.	Características Físicas de la Especie	Color de especie	✓			
		Mortalidad	✓			
		Presencia de Soredios	✓			
3.	Concentración	Plomo Inicial	✓			
		Plomo Final	✓			

**VARIABLE DEPENDIENTE: CAPACIDAD DEL LIQUEN FRUTICULOSO (RAMALIA FARINACEA)**

N°	ITEMS	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	Metal Pesado	Presencia de plomo	✓			
		PTS	✓			
2.	Característica física	Humedad	✓			
		Temperatura	✓			

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. Ninguno
2. \_\_\_\_\_

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90

San Juan de Lurigancho, 30 de Junio del 2017

  
 .....  
 Firma de experto informante  
 DNI: 27071092

## INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: GAMARRA CHAVARRY Luis FELIPE  
 1.2. Cargo e Institución donde labora: SENAMHI - UCV  
 1.3. Especialidad del experto: ING. GEOGRAFO - ECONOMISTA  
 1.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Ficha de observación  
 1.5. Autor del instrumento: Chavez Castro, Gianmarco Isaac

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					85
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica					85
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación					85
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de .....					85
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					85
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					85
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación					85
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.					85
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento					85
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					85

#### VARIABLE INDEPENDIENTE: CAPACIDAD DEL LIQUEN FRUTICULOSO (RAMALIA FARINACEA)

N°	ITEMS	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	N°	Número de Individuos	✓			
2.	Características Físicas de la Especie	Color de especie	✓			
		Mortalidad	✓			
3.	Concentración	Presencia de Soredios	✓			
		Plomo Inicial	✓			
		Plomo Final	✓			

**VARIABLE DEPENDIENTE: CAPACIDAD DEL LIQUEN FRUTICULOSO (RAMALIA FARINACEA)**

N°	ITEMS	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	Metal Pesado	Presencia de plomo	✓			
		PTS	✓			
2.	Característica física	Humedad	✓			
		Temperatura	✓			

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

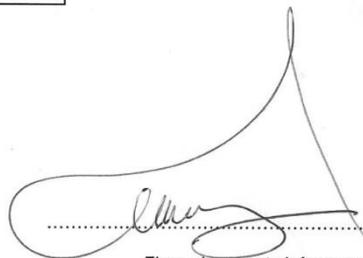
¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

San Juan de Lurigancho, 30 de Junio del 2017

85%



Firma de experto informante

DNI: .....10.228440.....

## INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: COELLO BOUTIN JOSE ELOY
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: DIRECTOR DE INVESTIGACION F.A.I.A
- 1.3. Especialidad del experto: ING. FORESTAL
- 1.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Ficha de observación
- 1.5. Autor del instrumento: Chavez Castro, Gianmarco Isaac

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					85
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica					85
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación					85
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de .....					85
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					85
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					85
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación					86
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.					85
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento					85
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					85

#### VARIABLE INDEPENDIENTE: CAPACIDAD DEL LIQUEN FRUTICULOSO (RAMALIA FARINACEA)

N°	ITEMS	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	N°	Número de Individuos	x			
2.	Características Físicas de la Especie	Color de especie	x			
		Mortalidad	x			
3.	Concentración	Presencia de Soredios	x			
		Plomo Inicial	x			
		Plomo Final	x			

**VARIABLE DEPENDIENTE: CAPACIDAD DEL LIQUEN FRUTICULOSO (RAMALIA FARINACEA)**

N°	ITEMS	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	Metal Pesado	Presencia de plomo	⊗			
		PTS	⊗			
2.	Característica física	Humedad	⊗			
		Temperatura	⊗			

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

85

San Juan de Lurigancho, 30 de Junio del 2017

  
 .....  
 Firma de experto informante  
 DNI: .....09367573.....

## INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: Guillermo Chavesta Milton César  
 I.2. Cargo e Institución donde labora: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible / Ministerio Público  
 I.3. Especialidad del experto: Ing. Forestal  
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Ficha de observación  
 I.5. Autor del instrumento: Chavez Castro, Gianmarco Isaac

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				80%	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica				80%	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación				80%	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de .....				80%	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				80%	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				80%	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación				80%	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.				80%	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento				80%	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				80%	

#### VARIABLE INDEPENDIENTE: CAPACIDAD DEL LIQUEN FRUTICULOSO (RAMALIA FARINACEA)

N°	ITEMS	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	N°	Número de Individuos	✓			
2.	Características Físicas de la Especie	Color de especie	✓			
		Mortalidad	✓			
3.	Concentración	Presencia de Soredios	✓			
		Plomo Inicial	✓			
		Plomo Final	✓			

**VARIABLE DEPENDIENTE: CAPACIDAD DEL LIQUEN FRUTICULOSO (RAMALIA FARINACEA)**

N°	ITEMS	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	Metal Pesado	Presencia de plomo	✓			
		PTS	✓			
2.	Característica física	Humedad	✓			
		Temperatura	✓			

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

80 %

San Juan de Lurigancho, 30 de Junio del 2017

  
 .....  
 Firma de experto informante  
 DNI: ..... 07482588 .....

## INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: Jedino Quij
- I.2. Cargo e Institución donde labora: Doc.
- I.3. Especialidad del experto: Doc. L.
- I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Ficha de observación
- I.5. Autor del instrumento: Chavez Castro, Gianmarco Isaac

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				75	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica				75	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación				75	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de .....				75	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				75	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				75	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responde al propósito de la investigación				75	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.				75	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento				75	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				75	

#### VARIABLE INDEPENDIENTE: CAPACIDAD DEL LIQUEN FRUTICULOSO (RAMALIA FARINACEA)

N°	ITEMS	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	N°	Número de Individuos				
2.	Características Físicas de la Especie	Color de especie				
		Mortalidad				
		Presencia de Soredios				
3.	Concentración	Plomo Inicial				
		Plomo Final				

**VARIABLE DEPENDIENTE: CAPACIDAD DEL LIQUEN FRUTICULOSO (RAMALIA FARINACEA)**

N°	ITEMS	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	Metal Pesado	Presencia de plomo				
		PTS				
2.	Característica física	Humedad				
		Temperatura				

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

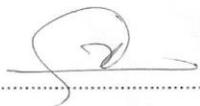
¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

75

San Juan de Lurigancho, 30 de Junio del 2017

  
 .....  
 Firma de experto informante  
 DNI: 87704062.....