



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**“EFECTO DEL TIEMPO Y LUGAR EN LA ABSORCIÓN DE
METALES PESADOS POR EL *Sphagnum Moss*, AVENIDA VÍCTOR
LARCO HERRERA - TRUJILLO 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bigbaí Jhudit Rupp Mora

ASESOR:

Mg. Misael Ydilbrando Villacorta González

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

TRUJILLO – PERÚ

2017

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE

Dr. Medardo Alberto Quezada Álvarez

SECRETARIO

Doc. José Félix Rivero Méndez

VOCAL

Mg. Misael Ydilbrando Villacorta González

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación lo dedico, ante todo, a Dios, el cual me ha acompañado durante todos estos años de estudio y me ha dado sabiduría para continuar superándome; llenando mi vida de bendiciones y rodeándome de las personas correctas para tener un crecimiento en todos los aspectos de mi vida.

A mi mamá MONICA MORA, que, desde el primer día, me ha dado el calor de una madre, y me ha apoyado en todo aspecto, gracias a ella y a sus sabios consejos hoy puedo decir que soy una persona hecha y derecha, por sus consejos, sus valores, por la motivación y apoyo inquebrantable que me ha permitido llegar a este logro trascendental de mi vida profesional, por haber echo de mí una persona bien, pero más que nada, por su amor imperecedero. Gracias por ser la mejor madre.

A mi papá DIOGENES RUPP, pues es un ejemplo de padre y persona para mí, su gran sabiduría y confianza me ha servido para fortalecer mi carácter y saber apreciar las cosas buenas y malas que hay en esta vida, por la confianza que tuvo hacia mí, por enseñarme que nunca debo rendirme frente a las malas circunstancias que se presentan, por enseñarme a valorar los resultados de un gran esfuerzo, y por darme palabras de aliento cada vez que pensaba en desistir. Gracias por ser el mejor padre.

A mis dos hermanos YHIMI Y MARIANGELES; que gracias a ellos adquirí el don de la paciencia y la reflexión, por compartir alegrías y tropiezos de los cuales salimos vencedores, por su confianza y por permitirme estar en sus vidas, son mi adoración, los quiero mucho y les doy gracias porque siempre me han ayudado y apoyado en todo aspecto. Son los mejores hermanos.

A mis demás familiares, quienes formaron parte de este logro apoyándome con sus palabras de aliento y por su motivación constante, gracias a todos. Y, por último, a todos mis amigos quienes fueron parte de este logro, que me brindaron su apoyo sin dudarlo, este logro es para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Primero que, a nadie, a Dios por mantenerme con la fuerza, la sabiduría, la firmeza y el haberme permitido alcanzar una meta más en mi vida; a mis padres y hermanos porque me han apoyado en todo aspecto y nunca dejaron de darme ánimos para poder culminar con mis estudios superiores, continuando con mi carrera.

A todos aquellos que durante mi carrera universitaria se fueron sumando, para contribuir con un granito de arena, y alcanzar un éxito más en mi vida; este logro es de todos, no solo mío.

A mis compañeros de estudios que día a día fuimos formando un buen equipo para sacar nuestra carrera adelante y dar a conocer los buenos conocimientos que poseemos gracias a los docentes con la que cuenta la Universidad Cesar Vallejo.

A todos y cada uno de los Docentes, que, con sus conocimientos, de una u otra forma, me sirvieron para culminar con éxito, cada año / semestre universitario. En especial mi agradecimiento muy sincero a mi asesor el ingeniero Misael Ydilbrando Villacorta González, quien, con su apoyo mutuo, compartiendo nuestras inquietudes con su acertada asesoría se hizo posible el término de esta investigación.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Bigbaí Jhudit Rupp Mora con DNI N° 46944599, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta 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 lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, diciembre del 2017

Bigbaí Jhudit Rupp Mora

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “Efecto del tiempo y lugar en la absorción de metales pesados por el Sphagnum Moss, avenida Víctor Larco Herrera - Trujillo 2017”, con la finalidad de dar cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

El presente trabajo de investigación consta de seis capítulos: Introducción, método, resultados, discusiones, conclusiones, y recomendaciones. Tiene como objetivo central, evaluar el efecto del tiempo y lugar en la absorción de metales pesados por el sphagnum moss, avenida Víctor Larco.

Esta investigación ha llegado a las conclusiones deseadas que estoy segura permitirán optimar la aplicación del musgo en la absorción de metales pesados; sin embargo, cualquier observación que ustedes de manera constructiva plasmen a mi trabajo estoy seguro que será en el afán de poder perfeccionar.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

La Autora

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la capacidad de absorción de metales pesados por el Sphagnum moss, mediante la ubicación de 5 puntos a evaluar por periodos cortos (3 semanas, 4 semanas y 5 semanas) de exposición, así mismo, los análisis desarrollados en el laboratorio fueron 48, mediante la espectrofotometría de absorción atómica, evaluando 3 metales pesados: cadmio, plomo y arsénico, el metal presente con mayor concentración fue plomo, y el de menor concentración cadmio, que se encontró en pequeñas concentraciones; así mismo llegamos a concluir que la capacidad de absorción del sphagnum moss es muy eficiente.

Los resultados encontrados demostraron que la precisión de absorción se determina de acuerdo al tiempo y lugar que es expuesta el sphagnum moss, en cuanto al lugar evaluado, donde se presencié mayor absorción fue L4 (0,6920 mg-7kg), y el mínimo L5 (0.6269 mg/kg), así mismo, se determinó la concentración de acuerdo al tiempo

Palabras claves: Sphagnum moss, Biotecnológico, metales pesados, absorción.

ABSTRACT

In the present investigation the capacity of absorption of heavy metals by Sphagnum moss was evaluated, by means of the location of 5 points to be evaluated for short periods (3 weeks, 4 weeks and 5 weeks) of exposure, likewise, the analyzes developed in the laboratory were 48, by atomic absorption spectrophotometry, evaluating 3 heavy metals: cadmium, lead and arsenic, the metal with the highest concentration was lead, and the lowest concentration cadmium, which was found in small concentrations; We also conclude that the absorption capacity of sphagnum moss is very efficient.

The results showed that the accuracy of absorption is determined according to the time and place that the sphagnum moss is exposed, in terms of the place evaluated, where it was observed the highest absorption was L4 (0.6920 mg-7kg), and the minimum L5 (0.6269 mg / kg), likewise, the concentration was determined according to time.

Keywords: Sphagnum moss, Biotechnological, heavy metals, absorption.

ÍNDICE

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	5
PRESENTACIÓN	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	11
1.2 TRABAJOS PREVIOS	13
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	16
1.3.1 Marco Teórico.....	16
1.3.2 Sphagnum Moss (Musgo Blanco).....	17
1.3.3 Características Sphagnum Moss.....	17
1.3.4 Contaminación	18
1.3.5 Contaminación ambiental.....	18
1.3.6 Contaminación atmosférica.....	18
1.3.7 Metales Pesados.....	19
1.3.8 Contaminación por metales.....	19
1.3.9 Bioindicadores	20
1.3.9.1 Ventajas de los bioindicadores.....	20
1.3.10 Instrumento biotecnológico.....	21
1.3.11 Métodos de medición de la calidad del aire.....	21
1.3.12 Espectrometría de absorción atómica	21
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	22
1.6 HIPÓTESIS.....	24
1.7 OBJETIVOS.....	24
1.7.1 OBJETIVOS GENERALES.....	24
1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
II. MÉTODO.....	24
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	24
2.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	26
2.2.1 VARIABLES INDEPENDIENTES:.....	26
- LUGAR DE INSTALACIÓN DEL INSTRUMENTO BIOTECNOLÓGICO.....	26
- TIEMPO DE EXPOSICIÓN DEL INSTRUMENTO BIOTECNOLÓGICO.....	26
2.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE	26
- ABSORCIÓN DE METALES PESADOS.....	26
2.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	27
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	27
2.3.1 POBLACIÓN	27



2.3.2	MUESTRA	28
2.3.3	UNIDAD DE ANÁLISIS	28
2.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	28
2.4.1	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	28
2.4.2	Validación de métodos y equipos	28
2.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	28
2.6	ASPECTOS ÉTICOS.....	29
III.	RESULTADOS	29
IV.	DISCUSION	38
V.	CONCLUSIONES	40
VI.	RECOMENDACIONES	41
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
VIII.	ANEXOS	44

I. INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

La contaminación del aire en zonas urbanas es inevitable y es considerado un problema serio en varias ciudades a nivel mundial. La presencia de contaminantes del aire es más visible en las grandes ciudades de los países en desarrollo, en donde las grandes migraciones de la gente hacia los principales centros urbanos e industriales tienen como resultado el incremento de contaminantes en el aire. Igual que en la mayoría de las ciudades, los automóviles con sus máquinas de combustión interna son uno de los principales contribuyentes a la mala calidad del aire urbano en las ciudades, la concentración de partículas en el aire es también considerado un problema ambiental.

En el Perú, se ha visto afectada la calidad de aire por la presencia de diversos desastres naturales, consigo trajo la generación excesiva de polvo, originando preocupación en las autoridades y la población en general por las enfermedades que puede llegar a adquirir la población, la presencia de contaminantes en aire de la ciudad de Trujillo en los últimos años es más notorio, esto viene a darse por el incremento económico que ha venido experimentando la ciudad Trujillo durante los últimos años, ha traído consigo un aumento considerable tanto de las actividades industriales como de la población, esto genera diversos aspectos positivos, como también efectos negativos en la conservación del medioambiente, especialmente, del aire. La presencia excesiva de polvo es un indicio de la mala calidad del aire en la ciudad, así mismo, la emisión procedente de los escapes de los vehículos del parque automotor contiene contaminantes que influyen en la calidad del aire, estos vehículos emiten monóxido de carbono, hidrocarburos, óxido de nitrógeno y plomo que son liberados a la atmósfera.

En la avenida Víctor Larco de la ciudad de Trujillo, es una de las zonas más transitadas por una gran variedad de vehículos, esto implica, el estado del aire no está en buenas condiciones, para poder determinar los contaminantes de la avenida se usó un bioindicador, este nos ayudó a determinar la calidad del aire de manera efectiva usando el *Sphagnum Moss* que tiene una capacidad de purificar el aire de contaminantes, estos generalmente estudian estos tipos de contaminantes, el óxido de nitrógeno y de azufre, así como los algunos de los metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Estaño (Sn) y Zinc (Zn) muy difíciles de catalogar con las tecnologías existentes porque no son lo suficientemente precisas y son muy caras. Por lo general las plantas se usan como indicadores biológicos porque son capaces de acumular sustancias contaminantes, el musgo es un bioindicador efectivo para determinar la contaminación del aire, porque no tiene raíces y su superficie es bastante grande, el encontrarse en contacto con un ambiente que se presencia varios contaminantes que son generados por fuentes, como las industrias, el parque automotor, restaurantes, bodegas comerciales y diversas fuentes que emitan contaminantes; esto implica un deterioro en su estado natural de aire variando su calidad y su composición siendo una amenaza importante para la salud a nivel mundial. Según una evaluación de la Organización Mundial de Salud (OMS) de la carga de enfermedad a causa de los contaminantes presentes en el aire, son más de dos millones las muertes prematuras que se registran cada año, provocada por la contaminación del aire en zonas urbanas, expuestos al aire constituye un riesgo medioambiental para la salud, específicamente, la presencia de los metales pesados en el aire provoca efectos tóxicos y su peligrosidad al tener contacto con las personas generando diversas enfermedades pulmonares.

Una estrategia para asegurar la calidad del aire es el uso de *Sphagnum Moss* para evaluar la presencia de contaminantes en el aire, para así mantener informada a la población sobre los componentes contaminantes

a la que están expuestas. Con sustento en lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo “Evaluar el efecto del tiempo y lugar en la absorción de metales pesados por el *sphagnum moss*, avenida Víctor Larco Herrera - Trujillo 2017”, uno de los objetivos específicos se consideró, la elaboración de un instrumento de monitoreo que llevara el nombre Instrumento Biotecnológico, este instrumento ayudo a determinar la presencia de los metales pesados, que se encuentran en la atmósfera aprovechando las propiedades del *Sphagnum Moss*, este instrumento consta de una esfera de musgo, se ubicara en los puntos de monitoreo donde se observe mayor presencia de contaminantes, estos serán ubicados a una altura de 2 a 4 metros, supervisados previamente, permanecerá expuesto al ambiente durante los periodos de 3 semanas, 4 semanas y 5 semanas, para así lograr una mayor efectividad en cuanto a la identificación de los metales pesados en el aire, enfocado a la evaluación del plomo, cadmio, arsénico y mercurio en el aire de la avenida Víctor Larco de acuerdo a estudios realizados anteriormente y en otros lugares, la presencia de plomo en el aire es más frecuente en ciudades como La Ciudad de Trujillo.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

SARMIENTO (2013), recolecto muestras de musgo en el área cercana a la Estación Antártica Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado, ubicada en la Isla Greenwich, para conocer la posible contaminación por metales pesados generada por la actividad humana, usando al musgo como biomonitor estableciendo 5 puntos de muestreo correspondiente a un área de influencia directa e indirecta, Los elementos se cuantificaron por espectroscopia de absorción atómica y se determinó que el arsénico (1.193 $\mu\text{g/g}$), cromo (0.013 $\mu\text{g/g}$), plomo (0.067 $\mu\text{g/g}$) y cadmio (0.0031 $\mu\text{g/g}$) se encuentran en mayor cantidad en el musgo recogido en el área cercana al Módulo de los Generadores Eléctricos de la estación, a diferencia del musgo recolectado de los otros sitios más distantes.

También, se determinó que mercurio ($9.25 \mu\text{g/g}$) se encuentra en mayor concentración en el área del Módulo de Laboratorio.

Departamento de Bioquímica y Ciencias Biológicas (Argentina), Celina Sofía Santoni y Rubén Lijteroff (2004), en su estudio, "Evaluación de la calidad del aire mediante el uso de bioindicadores en la provincia de San Luis, Argentina" se realizó este estudio con la finalidad de usar un método que implica en la disminución en la frecuencia de especies a medida que incrementa la contaminación del aire, asumiendo a bioindicadores de la calidad del aire de la zona. En este trabajo realizo estudios a 3 áreas, las áreas consideradas son: un área urbana (ciudad de Juana Koslay) ubicada en el centro de la provincia de San Luis ($33^\circ 16'S - 66^\circ 16'W$); un área rural ubicada a 11 km. del área urbana (localidad de Donovan: $33^\circ 21'S - 66^\circ 14'W$) y un área de reserva, a 35 km. del área urbana (reserva florofaunística La Florida: $33^\circ 07'S - 66^\circ 02'W$). Se determinaron indicadores ecológicos: diversidad, riqueza y equitatividad. Los resultados hallados muestran que las áreas analizadas no presentan diferencias estadísticamente significativas en los valores de índice de pureza atmosférica ni en los valores de diversidad.

Por su parte, CABALLERO (2013) realizo un estudio para evaluar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, esta investigación, Se desarrolló siendo prioritario el monitoreo sistemático del medio ambiente y la cuantificación de los contaminantes aerotransportados depositados en éstas para la evaluación de los riesgos ambientales a los que está sometida la población, al generar las mediciones estas garantizaran la calidad analítica de las mismas con la finalidad de tomar decisiones certeras y fiables en el ámbito ambiental. El proyecto que lleva por título, "Estudio de la calidad analítica en las determinaciones de Cr, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb y Hg a través de técnicas analíticas nucleares y convencionales en musgos de la ZMVT" llego a demostrar que las técnicas analíticas nucleares (AAN y TXRF) y convencionales (AAS y ICP-

OES) aplicadas en la evaluación química de Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb y Zn en el musgo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca fueron evaluadas y de acuerdo a los resultados estos instrumentos de evaluación pueden ser usadas para este propósito.

El XV Congreso Internacional Academia Nacional de Ciencias Ambientales y el XXI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales (2012) “La cultura de los pueblos, base para la conservación del ambiente” se llegó a desarrollar investigaciones que denotan el uso de bioindicadores como el musgo para lograr un bienestar en el medio ambiente, según el estudio, la minería y la industria de la construcción son algunas fuentes que emite material particulado a la atmosfera, se llegó a determinar Los promedios mensuales de la concentración de las partículas PM_{2.5} se encuentran por debajo del promedio diario (45 µg m⁻³) y por arriba del promedio anual (12 µg m⁻³). Los elementos presentes en las PM_{2.5} son: Si, Cu, Fe, Cr, Al, Zn, Ni, Cd, Mg, Ca y Cl. Las variables meteorológicas tienen un efecto sobre la concentración de las PM_{2.5}, aumentando cuando la temperatura y la precipitación disminuyen ya que no se genera un arrastre de partículas y su dispersión es menor.

Asimismo, según el estudio reportado, “Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición”, los autores THORSTEN KRÖMER, JOSÉ G. GARCÍA-FRANCO Y TARIN TOLEDO-ACEVES (2014), se realizó con la finalidad de dar a conocer las características y los beneficios que brinda al medio ambiente las epifitas(musgo), es así que esta investigación llegó a concluir que según los numerosos estudios muestran que las epífitas vasculares en general, así como algunas familias y géneros en particular, pueden ser utilizadas como bioindicadores eficientes de la calidad de sistemas naturales. Si bien la abundancia de epífitas vasculares en términos de su cobertura en los árboles, y los registros de presencia y ausencia de algunas especies pueden ser medidas útiles para este fin, la evaluación de la estructura y composición de la comunidad epífita puede ofrecer

información más completa sobre los efectos de diferentes tipos, frecuencias e intensidades de perturbación.

Por último, SIMIJACA (2013) En su estudio “Uso de organismos vegetales no vasculares como indicadores de contaminación atmosférica urbana (Tunja, Boyacá, Colombia)” tuvo como área de estudio a la ciudad de Tunja se llegaron a ubicar 25 lugares evaluados de acuerdo a la presencia de los tallos liquénicos y a la presencia de forofitos aptos para la evaluación, las de emisión de contaminantes en la ciudad se relacionan directamente con el transporte urbano, la creciente urbanización y la adecuación de vías de acceso; este ocasiona una disminución en el área de las zonas verdes, además de la explotación ilegal de especies hospedadoras netos de la zona. Por consiguiente, la evaluación a 11 especies diferentes de bioindicadores, la mayor presencia de especies, una contaminación menor, así mismo, a menor especies mayor contaminación.

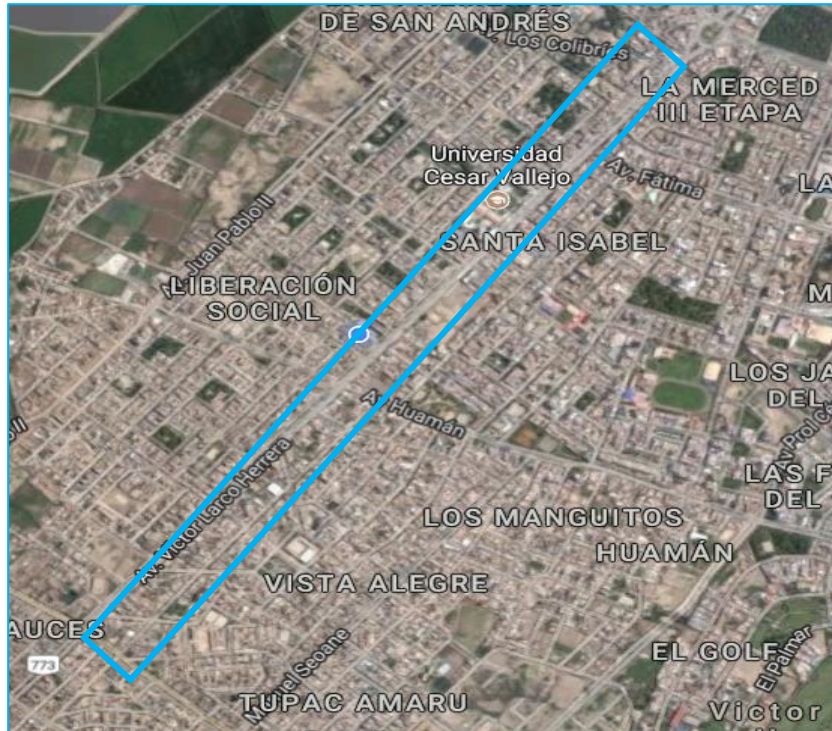
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1 Marco Teórico

1.3.1.1 Ubicación del área de estudio

El distrito Víctor Larco Herrera es el distrito con mayor índice de desarrollo humano de la ciudad de Trujillo, es también uno de los once distritos que conforma la provincia de Trujillo, ubicada en la región La Libertad. Se ubica sobre una planicie a orillas del océano Pacífico y se encuentra unido por una conurbación con la ciudad de Trujillo en la provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad y está considerado como uno de los 9 distritos que conforman el área urbana conocida como Trujillo Metropolitano.

Imagen N° 01: Mapa satelital de la Avenida Víctor Larco Herrera



Fuente: Google maps

1.3.2 Sphagnum Moss (Musgo Blanco)

Estudios previos indican que el musgo, en su forma natural, es capaz de absorber metales, debido a que presenta un pH ácido y tiene la propiedad de absorber agua hasta 20 veces su peso (Ugarte, 2012, p.4). El musgo blanco (nombre tradicional) debido a sus condiciones de indicador biológico podría ser un eficiente acumulador de metales pesados, debido a su pH ácido y a una gran capacidad para fijar cationes.

1.3.3 Características Sphagnum Moss

- Pueden sobrevivir en diferentes hábitats, pero por lo general proliferan en zonas donde no tiene acceso la luz del sol y humedad, por ejemplo, en el suelo de los bosques, entre las rocas, bajo el agua, en el barro.

- Generalmente son de un color característico que es el verde (la coloración varía según especie).
- Utilizan estructuras llamadas rizoides, que se incorporan al suelo y parecen raíces en miniatura. Generan energía mediante el proceso de la fotosíntesis.
- Son detectores de contaminación, sólo pueden crecer en ambientes limpios.
- A diferencia de otras plantas, los musgos no tienen tejido vascular, ni raíces, tallos o flores.

1.3.4 Contaminación

Es la degradación de uno a más elementos o aspectos del ambiente, originada por distintas causas como emanaciones procedentes de la industria, químicas o biológicas, de vehículos o sistemas de calefacción que afectan la naturaleza de los componentes del ambiente, provenientes de desechos de productos hechos por el hombre y por el inadecuado manejo de residuos naturales (Sarmiento,2011, p.21).

1.3.5 Contaminación ambiental

Es la alteración en las características del ambiente, éste puede ser físico, químico o biológico, tiene lugar en el aire, agua y/o suelo, y puede constatar en la flora y fauna. Este cambio indeseable es causado por el hombre llegando a niveles que producen efectos perjudiciales para los seres vivos (Sánchez, 2011, p.56).

1.3.6 Contaminación atmosférica

Es la presencia en la atmósfera de materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas que, al integrarse al aire, altera o modifica su composición y condición natural, provocando un desequilibrio ecológico (García y Tarín, 2014,

p.37), siendo así una alteración de su composición, transitoria o permanente.

1.3.7 Metales Pesados

Los encontramos en la naturaleza de peso molecular elevado, muy difundidos y de gran utilidad en diferentes procesos de producción, La generación efectos negativos, como en la salud y dañan a diferentes órganos, es de conocimiento, que estos tienen una densidad 5 veces mayor que la del agua.

1.3.8 Contaminación por metales

Los metales son de importancia para la elaboración de ciertos equipos, reactivos y sustancias, pero a la vez perjudican al ambiente. Estos son transportados a largas distancias por las pequeñas partículas que estos emiten.

1.3.8.1 Plomo

Un contaminante venenoso que se acumula en el organismo. El plomo es un metal pesado con estado de oxidación +2 y +4, es maleable, resistente a la oxidación y a la mayoría de productos nocivos de la atmósfera, de color plateado con tono azulado que se empaña para adquirir un color gris mate, se funde con facilidad (Sarmiento, 2014, p.27)..

1.3.8.2 Cadmio

La capacidad de toxicidad es mayor al de todos los metales, debido a la utilización en la industria, este metal electropositivo con su estado de oxidación +2, es suave, maleable, de color gris plata. Se encuentra en el mismo grupo de zinc y mercurio, pero es más parecido al zinc. En la

naturaleza se halla asociado a zinc, cobre y plomo y de esta manera se extrae en forma conjunta (Noriega, 2011).

1.3.8.3 Arsénico

El arsénico pertenece al grupo de metales pesados, comúnmente llamado metaloide ya que muestra propiedades intermedias entre metales y no metales, aunque se refiere con frecuencia como metal, su estado de oxidación es +5, se presenta en tres estados alotrópicos gris o metálico, amarillo y negro.

1.3.8.4 Mercurio

Es un componente metálico de color plateado, pesado, 13.5 veces más denso que el agua, siendo así, un buen conductor de electricidad y lo podemos encontrar en estado líquido a temperatura ambiente, ataca al cobre y otros metales como oro, plata, platino generando amalgamas.

1.3.9 Bioindicadores

Son organismos en los que su existencia, sus propiedades su funcionamiento y sus reacciones dependen del medio en que se desarrollan y cambian al modificarse las condiciones ambientales. Los bioindicadores indican una respuesta clara frente a una determinada sustancia y a una determinada concentración de esa sustancia (Lera, 2009).

1.3.9.1 Ventajas de los bioindicadores

Se resumen en:

- Reflejan el complejo efecto de todos los factores ambientales en dicho medio.
- Evitan la tarea de hacer medidas físicas o químicas, que no suelen estar disponibles.

- Ayudan a visualizar la velocidad y la dirección de los cambios ambientales.
- Muestran los efectos sobre los seres vivos y su potencial peligrosidad.
- Localizan zonas de los ecosistemas donde las materias tóxicas y contaminantes se acumulan.

1.3.10 Instrumento biotecnológico

Elaborado a base de elementos naturales, que ayudan a medir los niveles de contaminación del aire, por un proceso muy sencillo de monitoreo y evaluación de muestras en laboratorio.

1.3.11 Métodos de medición de la calidad del aire.

Los contaminantes presentes en la atmosfera se pueden lograr medir a través de múltiples métodos que se estudian de acuerdo a sus condiciones de medición en:

- Muestreo pasivo;
- Muestreo con Bioindicadores;
- Muestreo activo;
- Método automático;
- Método óptico de percepción remota.

1.3.12 Espectrometría de absorción atómica

La espectrometría de absorción atómica tiene un parecido a la fotometría de llama de emisión en que la muestra es aspirada en una llama y atomizada. La principal diferencia está en que en la fotometría de llama se mide la cantidad de luz emitida, mientras que en la espectrometría de absorción atómica se dirige un rayo luminoso a través de una llama a un monocromador y sobre un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama.

Para determinar metales, la absorción presenta una efectividad superior a la emisión de llama. Como cada material tiene su propia longitud de onda de absorción, se emplea como fuente luminosa una lámpara compuesta de dicho elemento, este un método es relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía absorbida en la llama a una longitud de onda característica es proporcional a la concentración del elemento en la muestra, en un intervalo de concentraciones limitado.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto del tiempo y lugar en la absorción de metales pesados por el *Sphagnum Moss*, avenida Víctor Larco Herrera - Trujillo 2017?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Este proyecto tuvo como finalidad determinar el efecto del tiempo y lugar en la absorción de metales pesados por el sphagnum moss en la avenida Víctor Larco de la ciudad de Trujillo, la presencia de metales además de influir en la generación de algunos problemas ambientales, son la causa de la degradación y pérdida de vegetación, ríos, animales e incluso daños directos en el hombre. (Sarmiento,2013).

La iniciativa de esta investigación, se dio debido a la excesiva presencia de contaminantes atmosféricos que ponen en riesgo la salud y calidad de vida de las personas. La situación actual en la que se encuentra la Ciudad de Trujillo, es de carácter preocupante por la excesiva generación de polvo en las calles, esto nos pone alertas. La población esta propensas a la ingestión de cualquier tipo de contaminante presentes en el aire, si no, se toma las medidas adecuadas de descontaminación, la excesiva presencia de polvo no es lo único preocupante, también el transporte urbano por la presencia de gran cantidad de vehículos en mal estado, esto genera la

eliminación de sustancias tóxicas al medio que afecta notablemente la calidad del aire. Al observar la excesiva presencia de material particulado, adicionalmente por la presencia de sustancias tóxicas que emite el transporte urbano, nace el proyecto con la finalidad de poder combatir de manera efectiva los contaminantes que se encuentran en el aire. Midiendo la concentración de los metales pesados presentes en la atmósfera aprovechando las propiedades de un *Sphagnum Moss*, que fueron seleccionados por sus características, debido a que, no solo son efectivas para lograr determinar la calidad de aire, también, se usa para la evaluación de calidad de agua y de suelo.

Al encontrar un elemento tan efectivo para la determinación de contaminación, a base del musgo se creó un instrumento de monitoreo, usando las propiedades características de ser un bioindicador, al someter a evolución para la determinación de la contaminación por metales pesados nos beneficia su efectividad y por provenir de fuentes naturales, por lo mismo tiene un costo mínimo a que hacer un estudio con un equipo convencional.

Los métodos nuevos para hacer un monitoreo de calidad de aire es una iniciativa innovadora que implica un avance, que beneficia al evaluador tanto como al medio, por el hecho de usar un instrumento natural que facilita a su elaboración y su utilización sin generar un desgaste a la naturaleza.

Para el monitoreo de aire se elabora el instrumento elaborado a base del *Sphagnum Moss*, el siguiente paso fue determinar los puntos de monitoreo en el transcurso de toda la avenida; ya identificados los puntos se procedió a instalar el instrumento estas fueron expuestas al ambiente absorbiendo los contaminantes de la zona, en este caso pasarían los vehículos, y principalmente el tráfico, hasta el mismo exceso de polvo con la que presenciamos en la actualidad, ya cumplido el periodo de exposición del musgo al ambiente se somete a la estufa para el secado, al haber realizado todo el procedimiento llegamos a un punto donde tenemos una

solución que se obtuvo al aforar el musgo con agua destilada, la sustancia obtenida se evalúa en el equipo. La evaluación en el laboratorio fue mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica, este método, es el más empleado para la determinación de metales.

1.6 HIPÓTESIS

El tiempo y lugar tiene un efecto significativo en la absorción de metales pesados por el *Sphagnum Moss* en la avenida Víctor Larco Herrera, Trujillo 2017.

1.7 OBJETIVOS.

1.7.1 Objetivos Generales

- Evaluar el efecto del tiempo y lugar en la absorción de metales pesados por el *sphagnum moss*, avenida Vítor Larco Herrera - Trujillo 2017”

1.7.2 Objetivos Específicos

- Elaborar el instrumento biotecnológico de monitoreo empleando el *Sphagnum Moss*.
- Establecer los lugares de monitoreo para la biomonitorización.
- Determinar la presencia de metales pesados por el método de espectrofotometría de absorción atómica.
- Cuantificar la concentración de metal pesado absorbido por el instrumento biotecnológico (*Sphagnum Moss*), mediante el método espectrofotometría de absorción atómica.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Este proyecto de investigación sigue la estrategia del diseño experimental, específicamente el DISEÑO FACTORIAL, debido a que se manipularon

dos variables independientes: lugar y tiempo, así como la variable dependiente absorción de metales pesados con *Sphagnum Moss*. Los datos obtenidos fueron de los 5 puntos evaluados, ubicados estratégicamente en la Avenida Víctor Larco Herrera, y los resultados de metales pesados absorbidos con el *Sphagnum Moss* analizados por el método de espectrofotometría de absorción atómica, en el Laboratorio de investigación de la Universidad Nacional de Trujillo.

Tiempo	Grupo de control o cero	Lugar				
	GC	L1	L2	L3	L4	L5
<i>T1</i>	<i>GCT1</i>	L1T1	L2T1	L3T1	L4T1	L5T1
<i>T2</i>	<i>GCT2</i>	L1T2	L2T2	L3T2	L4T2	L5T2
<i>T3</i>	<i>GCT3</i>	L1T2	L2T3	L3T3	L4T3	L5T3

Diseño Experimental: Diseño Factorial

Variable Independiente: (Lugar y Tiempo)

Variable Dependiente: (Absorción)

Tabla 1: *Diseño experimental con respecto al metal pesado presente en el aire, absorbido por el sphagnum moss elaborando un instrumento biotecnológico.*

Fuente: *Elaboración propia, 2017.*

Considerando lo siguiente:

Tiempo (T)

T1 = 3 semanas

T2 = 4 semanas

T3 = 5 semanas

Absorción de Metal Pesado (C)
Grupo de Control o Cero (GC)

C1 = Absorción de Metal Pesado en T1, GC y L1, 2, 3,4,5

Lugar (L)

L1 = Lugar Uno

L2 = Lugar Dos

L3 = Lugar Tres

L4 = Lugar Cuatro

L5 = Lugar Cinco

C2 = Absorción de Metal Pesado en T2, GC y L1, 2, 3,4,5

C3 = Absorción de Metal Pesado en T3, GC y L1, 2, 3,4,5

Donde:

Son 3 tiempos (3 semanas, 4 semanas, 5 semanas) y son 5 lugares.

$$N = 3 \times 5 = 15 \text{ Muestras para ser Evaluadas}$$

El análisis en laboratorio será por triplicado, entonces el tamaño de muestra (N) que se analizará es de la siguiente manera:

Donde: $N = 3 \times 5 = 15 \times 3 = 45$

Habiendo determinado el tamaño de muestra de acuerdo al lugar y los tiempos, se debe considerar al grupo control o cero para obtener resultados más precisos, considerando 3 muestras a evaluar a parte de las 15 determinadas.

$$N = 15 + 3 = 18 \times 3 = 54 \text{ Evaluaciones en}$$

Finalmente considerando el Grupo control o cero, se harán 54 evaluaciones en el laboratorio.

2.2 Variables y operacionalización

2.2.1 Variables Independientes:

- Lugar de instalación del instrumento biotecnológico.
- Tiempo de exposición del instrumento biotecnológico.

2.2.2 Variable Dependiente

- Absorción de Metales Pesados.

2.2.3 Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones / Sub Variables	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Lugar	El Lugar es el espacio inmediato reconocido a partir de un nombre que lo identifica, puede localizarse por medio de coordenadas geográficas; se asocia con la localidad, el pueblo o el barrio donde se vive. El Lugar genera un sentido de pertenencia e identidad.	Cantidad de puntos a estudiar	Instalación de muestras, en lugar con mayor concurrencia de vehículos. Se distribuirá en el tramo de la Av. Vctor Larco Herrera, 5 puntos de monitoreo. Se ubicará a una altura de 2 a 4 metros del suelo.	Metros	De Intervalo
Tiempo	Se conoce como tiempo a la duración de las cosas sujetas a cambio que determinan las épocas, períodos, horas, días, semanas, siglos, etcétera. Esta palabra procede del latín "tempus".	Tiempo de exposición de instrumento	Se tomará el tiempo de exposición del instrumento biotecnológico En este caso se hará por 3 tiempos, el inicial sería expuesta a 3 semanas, la segunda a 4 semanas y la última a 5 semanas.	Semanas	De Intervalo
Dependiente: Absorción Metales Pesados	Absorción de Metales pesados es la absorción de contaminantes presentes en el aire.	Cantidad de Metales Pesados	Se realizará un análisis de Absorción Atómica.	Microgramos por kilogramo (mg/kg)	Razón

Tabla 2: Operacionalización de Variables.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

En esta investigación la población está determinada por los metales pesados que contaminan la avenida Víctor Larco, ubicado en el

departamento de la Libertad – Distrito de Víctor Larco Herrera – Perú; desde la avenida Fátima Hasta la Panamericana Norte. 40-151, Víctor Larco Herrera 13009, Perú.

2.3.2 Muestra

La unidad de muestra se considera los metales pesados en los puntos evaluados.

2.3.3 Unidad de análisis

La unidad de análisis es 1 kg de *Sphagnum Moss*

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos se obtendrán a partir de las 54 evaluaciones trabajadas en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo, los cuales se registrarán inicialmente en una hoja de registro de datos. Esto permitirá evaluar la existencia o no efecto de las variables a estudiar sobre los contaminantes (metales pesados) captados por el *sphagnum moss* elaborando un instrumento biotecnológico.

2.4.2 Validación de métodos y equipos

Para la validez y confiabilidad del instrumento se recopiló las fechas de calibración de equipos que se usaron para realizar los análisis en el laboratorio, ver anexo 2, tabla 11.

2.5 Métodos de análisis de datos

Con los datos obtenidos de manera experimental, se procedió analizar mediante el Software estadístico SPSS, haciendo un análisis de la varianza (ANOVA) que permitió contrastar la hipótesis nula de que los análisis realizados el cual los resultados siguen una distribución normal en cuanto a su valor esperado. Esto permitió determinar si existe o no efecto de las variables estudiadas sobre la absorción de metales pesados por el *sphagnum moss*, ver gráfico 2.

2.6 Aspectos éticos

- Para el desarrollo del proyecto de investigación se tendrá presente lo siguiente:
- Veracidad de los resultado monitoreados y analizados, sin ninguna alteración de estos.
- No contaminar los recursos naturales en el momento de la instalación del instrumento biotecnológico para monitorear y serán ubicados en los diferentes lugares y realización de ensayos respectivos aportando al cuidado del medio ambiente y su biodiversidad.
- Acatar y respetar las condiciones políticas del laboratorio a trabajar de la Universidad Cesar Vallejo.
- Respeto por la propiedad intelectual en la institución, citando en todo momento conceptos y procedimientos extraídos de investigaciones y trabajos previos.

III. RESULTADOS

La determinación final del efecto del sphagnum moss en la absorción de los metales pesados se logró con la elaboración del instrumento biotecnológico (Anexo 9, imagen 5), empleando al tiempo y lugar como la base para la concentración de metales pesados, posteriormente se realizó los análisis a cada uno de los puntos evaluados, tomando un promedio de 2.0567 gramos de muestra para digerir (Anexo 8, tabla 13), y pasar a hacer la lectura de cada metal pesados empleando el método de espectrofotometría de absorción atómica, a lo cual se le hizo 3 repeticiones cada uno, esto basado en diseño factorial. A continuación, en la tabla 3, se muestra la concentración final de la absorción de los metales pesados evaluados por cada punto y tiempo de exposición del instrumento biotecnológico.

Tabla 3: Resultados de análisis de metales pesados absorbidos por el *Sphagnum Moss*.

Lugar de estudio	Tiempo de exposición	Código de muestra	RESULTADOS				METALES ABSORBIDOS	
			Pb mg /Kg	Cd mg /Kg	As mg /Kg	TOTAL metales pesados mg /Kg	metales pesados – grupo control mg/Kg	
Av. Víctor Larco Herrera 1514, Víctor Larco Herrera 13009, Perú intersección con Av. Fátima	3 semanas	L1T1	L1T1E1	0.293	0.137	0.18	0.61	0.5929
			L1T1E2	0.293	0.137	0.18	0.61	0.5929
			L1T1E3	0.293	0.137	0.18	0.61	0.5929
	4 semanas	L1T2	L1T2E1	0.2917	0.124	0.17	0.5857	0.5686
			L1T2E2	0.2917	0.124	0.17	0.5857	0.5686
			L1T2E3	0.2917	0.124	0.17	0.5857	0.5686
	5 semanas	L1T3	L1T3E1	0.33048	0.168	0.228	0.72648	0.70938
			L1T3E2	0.33048	0.168	0.228	0.72648	0.70938
			L1T3E3	0.33048	0.168	0.228	0.72648	0.70938
Víctor Raúl Haya de la Torre 145, Víctor Larco Herrera 13009, Perú	3 semanas	L2T1	L2T1E1	0.2749	0.126	0.18	0.5809	0.5638
			L2T1E2	0.2749	0.126	0.18	0.5809	0.5638
			L2T1E3	0.2749	0.126	0.18	0.5809	0.5638
	4 semanas	L2T2	L2T2E1	0.02736	0.125	0.19	0.5886	0.5715
			L2T2E2	0.2736	0.125	0.19	0.5886	0.5715
			L2T2E3	0.2736	0.125	0.19	0.5886	0.5715
	5 semanas	L2T3	L2T3E1	0.32364	0.1536	0.24	0.71724	0.70014
			L2T3E2	0.32364	0.1536	0.24	0.71724	0.70014
			L2T3E3	0.32364	0.1536	0.24	0.71724	0.70014
Av. Víctor Larco Herrera 1170, Víctor Larco Herrera 13009, Perú intersección con Av. Huamán	3 semanas	L3T1	L3T1E1	0.2774	0.15	0.21	0.6374	0.6203
			L3T1E2	0.2774	0.15	0.21	0.6374	0.6203
			L3T1E3	0.2774	0.15	0.21	0.6374	0.6203
	4 semanas	L3T2	L3T2E1	0.3011	0.129	0.2	0.6301	0.613
			L3T2E2	0.3011	0.129	0.2	0.6301	0.613
			L3T2E3	0.3011	0.129	0.2	0.6301	0.613
	5 semanas	L3T3	L3T3E1	0.33768	0.1488	0.216	0.70248	0.68538
			L3T3E2	0.33768	0.1488	0.216	0.70248	0.68538
			L3T3E3	0.33768	0.1488	0.216	0.70248	0.68538
Av. Víctor Larco	3	L4T1	L4T1E1	0.2845	0.125	0.19	0.5995	0.5824

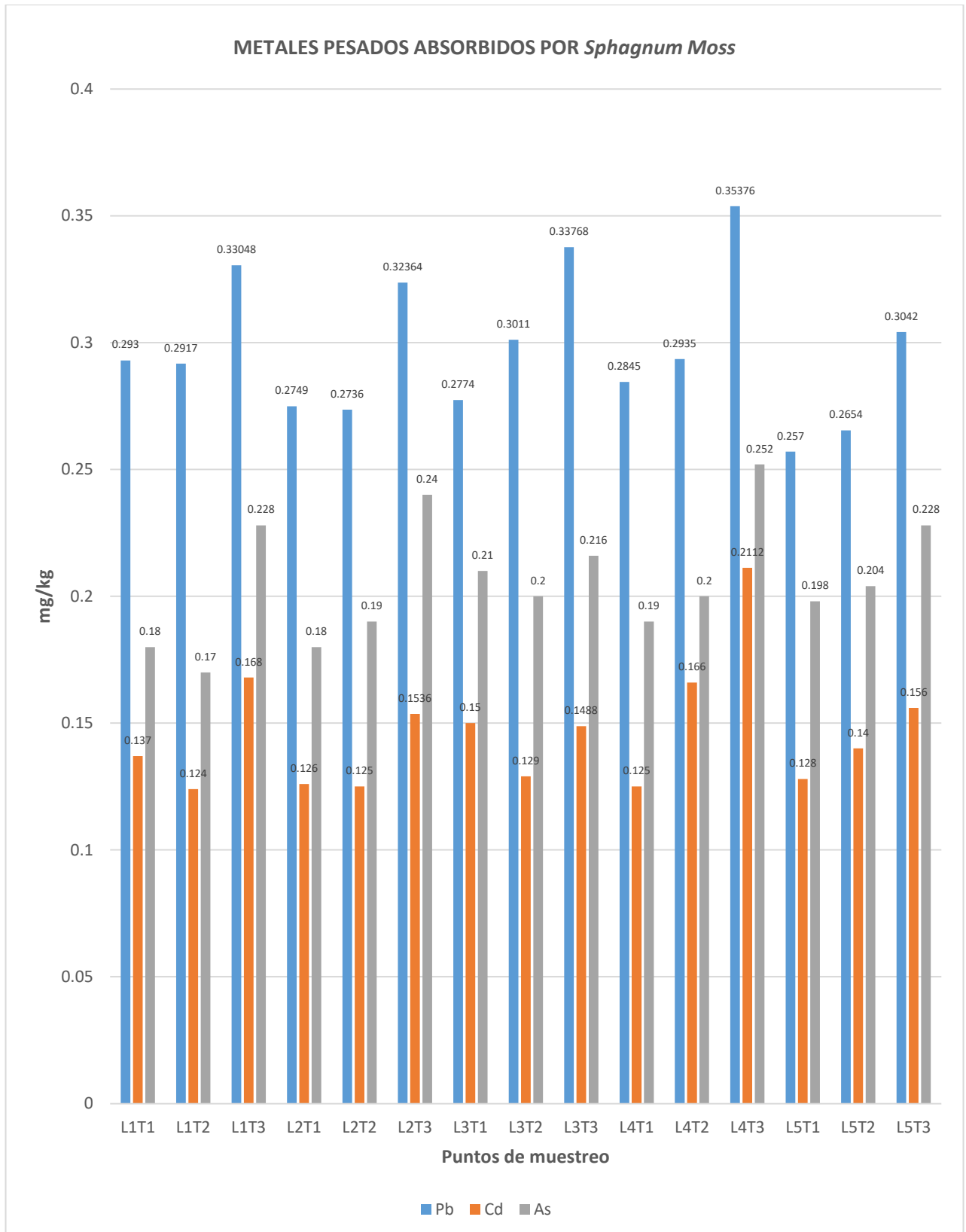
Herrera, Víctor Larco Herrera 13009, Perú intersección con Av. Simón Bolívar	semanas		L4T1E2	0.2845	0.125	0.19	0.5995	0.5824
			L4T1E3	0.2845	0.125	0.19	0.5995	0.5824
	4 semanas	L4T2	L4T2E1	0.2935	0.166	0.2	0.6595	0.6424
			L4T2E2	0.2935	0.166	0.2	0.6595	0.6424
			L4T2E3	0.2935	0.166	0.2	0.6595	0.6424
	5 semanas	L4T3	L4T3E1	0.35376	0.2112	0.252	0.81696	0.79986
			L4T3E2	0.35376	0.2112	0.252	0.81696	0.79986
			L4T3E3	0.35376	0.2112	0.252	0.81696	0.79986
	Panamericana Norte. 40-151, Víctor Larco Herrera 13009, Perú	3 semanas	L5T1	L5T1E1	0.257	0.128	0.198	0.583
L5T1E2				0.257	0.128	0.198	0.583	0.5659
L5T1E3				0.257	0.128	0.198	0.583	0.5659
4 semanas		L5T2	L5T2E1	0.2654	0.14	0.204	0.6094	0.5923
			L5T2E2	0.2654	0.14	0.204	0.6094	0.5923
			L5T2E3	0.2654	0.14	0.204	0.6094	0.5923
5 semanas		L5T3	L5T3E1	0.3042	0.156	0.228	0.6882	0.6711
			L5T3E2	0.3042	0.156	0.228	0.6882	0.6711
			L5T3E3	0.3042	0.156	0.228	0.6882	0.6711
Grupo de control	GCT ₁₂₃							
		GCTE ₁₂₃	0.0171					

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la tabla 3, se observa la cantidad de metal pesado absorbido por el sphagnum moss según el lugar y tiempo de exposición del instrumento biotecnológico, en la primera fila de la tabla podemos identificar los lugares que se consideró para realizar el estudio, seguida del tiempo de exposición del instrumento, posteriormente encontramos el código de muestra, llegando a los resultados obtenidos en los análisis de los tres metales pesados como son: plomo, cadmio y arsénico, para finalmente llegar a determinar la cantidad de metales pesados absorbidos por el instrumento biotecnológico, diferenciándose de cada punto, se debe tener en cuenta, para encontrar la cantidad de absorción del metal pesado se restó el grupo control que es de 0.0171 mg/kg, el grupo control nos ayuda a descartar si el musgo a estudiar tiene algún metal pesado que haya absorbido del lugar de su procedencia, es por eso que se evaluó antes de ser expuestas al ambiente, para finalmente hacer la resta del total de metales absorbidos menos el grupo control obteniendo un resultado final y preciso del total de metales pesados encontrados en cada

lugar estudiado, en la parte sombreada se puede identificar que en la Av. Víctor Larco Herrera, Víctor Larco Herrera 13009, Perú intersección con Av. Simón Bolívar con tiempo de exposición 5 semanas la absorción de metales pesados fue mayor, con una cantidad promedio de 0.79986 mg/kg del total de metales pesados.

Grafico 1. *Absorción de metales pesados por lugar de muestreo y tiempo*

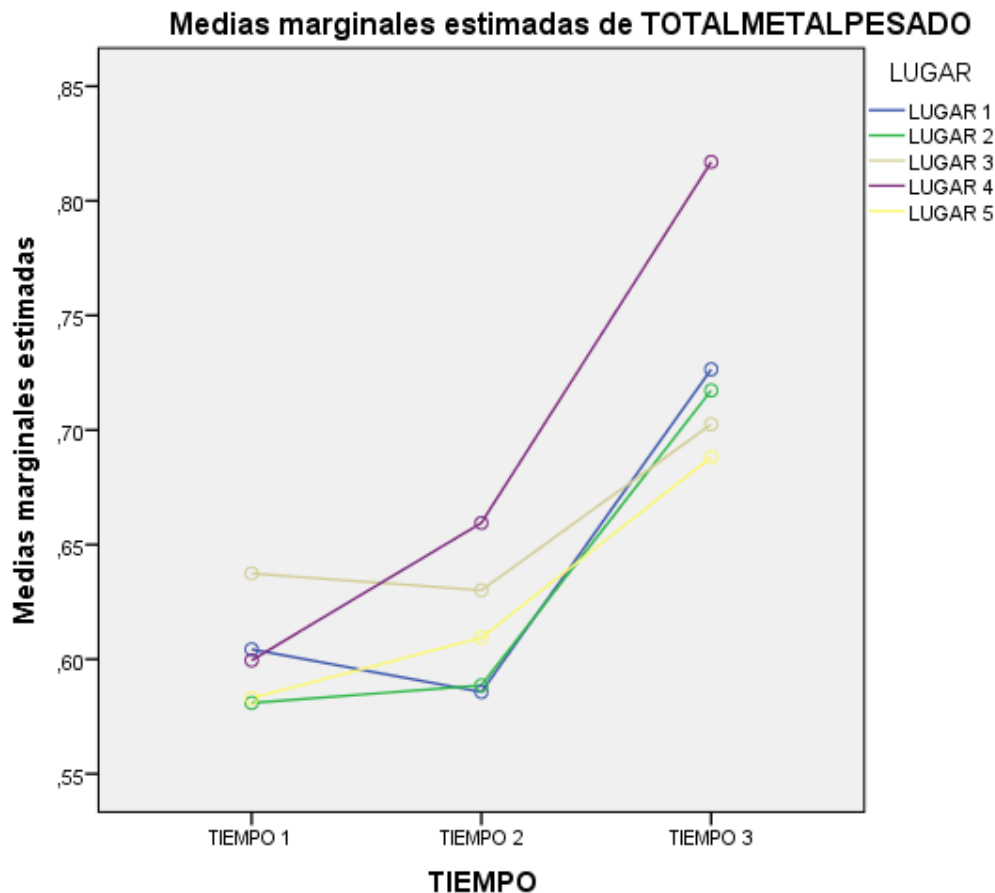


Fuente: *Elaboración Propia, 2017.*

El gráfico 1, muestra la absorción de metales pesados, Pb, Cd, y As, de acuerdo al lugar y tiempo de exposición del *Sphagnum Moss*, se puede

identificar con mayor claridad los lugares donde se logró mayor absorción de metales pesados, así mismo, el lugar donde se presencié menor absorción. Esto nos ayudaría a determinar el porqué de las diferencias en cada lugar estudiado, en el caso de cadmio podemos observar que la concentración es menor a los otros metales (plomo y arsénico), sin embargo, el cadmio (sulfuro de cadmio) se utiliza en un sin número de dispositivos electrónicos con los que convivimos a diario, teléfonos, celulares, laptops, tablets y relojes, es así, que llegamos a identificar este tipo de metal que está presente en menor cantidad en el aire de la avenida Víctor Larco herrera de la ciudad de Trujillo.

Grafico 2. Perfil de la absorción de metales pesados, lugar y tiempo



Fuente: IBM SPSS statistics 23

En el grafico 2, de gráfico de perfil se representa la interacción entre ambos factores (tiempo en el eje horizontal; y lugar de muestreo representado por cada

línea de color) sobre la variable respuesta (absorción de metales pesados); donde a medida que paso el tiempo de análisis se aprecia un incremento significativo en la absorción de metales por el musgo empleado y que esta absorción se diferencia significativamente en cada lugar donde se realizó el monitoreo, demostrando así la eficiencia del sphagnum moss en la absorción de metales pesados.

Tabla 4: *Subconjuntos homogéneos para el lugar el total de metal pesado absorbido por el método estadístico HSD Tukey.*

LUGAR	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
LUGAR 5	9	,6269			
LUGAR 2	9	,6289			
LUGAR 1	9		,6388		
LUGAR 3	9			,6567	
LUGAR 4	9				,6920
Sig.		,447	1,000	1,000	1,000

Fuente: IBM SPSS statistics 23

Para el caso de los cinco lugares de muestreo evaluados sobre la absorción de metales pesados se aprecia según el cuadro de subconjuntos homogéneos de HSD TUKEY que se crean 4 subconjuntos diferenciados; donde los lugares que comparten un mismo sub conjunto (subconjunto 1 : conformado por el lugar 2 y 5) son los que no difieren significativamente en cuanto a valores de absorción de metales pesados; a su vez son los que presentan la menor absorción de los metales evaluados (0,6269 mg/Kg/0,6289 mg/Kg), el subconjunto que representa la mayor absorción es el subconjunto 4 conformado por el lugar 4 (0,6920).

Tabla 5: *Subconjuntos homogéneos para tiempo el total de metal pesado absorbido por el método estadístico HSD Tukey.*

TIEMPO	N	Subconjunto		
		1	2	3
TIEMPO 1	15	,6010		
TIEMPO 2	15		,6147	
TIEMPO 3	15			,7303
Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: IBM SPSS statistics 23

Para el caso de los tres tiempos evaluados sobre la absorción de metales pesados se aprecia según el cuadro de subconjuntos homogéneos de HSD TUKEY que se crean 3 subconjuntos diferenciados; donde cada tiempo de monitoreo se presenta como un sub conjunto homogéneo diferenciado del resto de manera significativa en cuanto a valores de absorción de metales pesados; a su vez el tiempo con valores mayores de absorción de los metales lo encontramos en el tiempo 3 (0,7303 mg /Kg).

Tabla 6: *Análisis estadístico de normalidad*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TOTALMETALPESADO	,184	45	,501	,858	45	,600

Fuente: IBM SPSS statistics 23

En el cuadro de prueba de normalidad se evalúa el valor del estadístico de Shapiro-Wilk (para muestras pequeñas) que mide la fuerza del ajuste con una recta apreciándose que el valor $p > 0.05$ para los datos de absorción de metales pesados; por lo cual se asume el supuesto de que los conjuntos de datos siguen una distribución normal y se pueden aplicar pruebas paramétricas para el contraste de la hipótesis de estudio.

Tabla 7: *Análisis de varianza factorial multivalente (ANOVA) de los datos obtenidos por la absorción de metales pesados.*

Variable dependiente: TOTALMETALPESADO

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,200 ^a	14	,014	2194,055	,000
Interceptación	18,934	1	18,934	2913765,148	,000
LUGAR	,026	4	,007	1005,116	,000
TIEMPO	,151	2	,076	11641,376	,000
LUGAR * TIEMPO	,022	8	,003	426,694	,000
Error	,000	30	6,498E-6		
Total	19,133	45			
Total corregido	,200	44			

Fuente: IBM SPSS statistics 23

Según el cuadro de resultados de ANOVA factorial multivalente. **PRUEBAS DE EFECTOS INTER-SUJETOS**, en la evaluación de los efectos principales de manera individual de los dos factores incluidos en el modelo (tiempo y lugar de muestreo) los valores de $P < 0.05$ indican que los grupos definidos por los 3 tiempos empleados poseen valores medios de absorción de metales que difieren de manera significativa al igual que los grupos definidos por los 5 lugares usados para el muestreo en la evaluación de metales pesados siendo significativamente diferentes. En cuanto a la interacción de ambas variables (tiempo - lugar de muestreo empleados), existe también diferencia significativa en la absorción de metales pesados con un valor $P < 0.05$; lo que evidencia una interacción de ambos factores sobre la variable dependiente.

Al haberse encontrado la existencia de una diferencia significativa entre los niveles de la variable estudiada absorción de metales pesados; se realizan las pruebas post hoc para evidenciar entre que tratamientos ocurre dicha diferencia.

IV. DISCUSION

En el grafico 2, el grafico de perfil con los resultados obtenidos de la presente investigación muestran que el *Sphagnum Moss* como instrumento biotecnológico si absorbe metales pesados, los metales absorbidos en la avenida Larco de la ciudad de Trujillo, cuyos resultados fueron del orden de 0.61 mg/kg, esta investigación coincide con los resultados obtenidos por SARMIENTO (2013), quien utilizando musgos logro la absorción de metales pesados como el arsénico (1.193 µg/g), cromo (0.013 µg/g), plomo (0.067 µg/g) y cadmio (0.0031 µg/g).

En la tabla 3, se observa los metales pesados encontrados por el método de espectrofotometría de absorción atómica, tres metales pesados, siendo estos los contaminantes principales de la avenida Víctor Larco Herrera, la fuente contaminante principal encontramos a los automóviles y las diversas actividades humanas que se desarrolla en dicho lugar, coincidiendo así con el estudio de Celina Sofía Santoni y Rubén Lijteroff (2004), dicho estudio se basó en evaluar la presencia de contaminantes, evaluando 3 áreas, las áreas consideradas son: un área urbana (ciudad de Juana Koslay) ubicada en el centro de la provincia de San Luis (33° 16'S - 66°16'W); un área rural ubicada a 11 km. del área urbana (localidad de Donovan: 33°21'S - 66° 14'W) y un área de reserva, a 35 km. del área urbana (reserva floro-faunística La Florida: 33° 07'S - 66° 02'W), llegando concluir, el área con mayor contaminante fue la que tenía mayor presencia de actividad humana y el transporte urbano.

Se logró elaborar el instrumento biotecnológico de forma esférica utilizando coladores de plástico, se consideró 3 colores (rojo, azul y amarillo) cada color tiene las siguientes especificaciones: Rojo tiene un periodo de duración al ambiente de 5 semanas, azul tiene un periodo de duración al ambiente de 4 semanas, así mismo, el amarillo tiene un periodo de duración de 3 semanas. Al finalizar el armado de la estructura y llenado con el musgo *Sphagnum Moss*, se procedió a ubicarlo con un precinto de seguridad en cada punto identificado, se determinó los puntos de monitoreo a lo largo de la avenida Víctor Larco considerando los puntos de mayor o menor circulación vehicular, evaluando 5 puntos, encontrándose que en todos los puntos los musgos absorbieron metales

pesados, coincidiendo con las investigaciones realizadas por Noriega, et al, (2008), quienes determinaron la absorción de plomo con musgos en veinte puntos diferentes en la ciudad de Quito, logrando determinar a los 50 días de exposición la absorción de plomo con valores que van desde 0.53 mg/m³ hasta 3.86 mg/m³.

Mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica, se lograron determinar la presencia de metales pesados absorbidos por el musgo *Sphagnum Moss*, coincidiendo con las investigaciones realizadas por THORSTEN KRÖMER, JOSÉ G. GARCÍA-FRANCO Y TARIN TOLEDO-ACEVES (2014), quienes dieron a conocer las características y los beneficios que brinda al medio ambiente los musgos, así mismo, en el estudio de CABALLERO (2013), evaluó la calidad de aire empleando musgo, a diferencia de los demás estudios este utilizó dos técnicas para determinar la efectividad de método con mayor eficiencia, demostrando finalmente, que la técnica convencional de espectrofotometría absorción atómica, genera resultados de mayor precisión.

En el gráfico 1, se representan los datos obtenidos mediante el análisis, por el método espectrofotometría de absorción atómica, se logró determinar que el instrumento biotecnológico (*Sphagnum Moss*) ha absorbido, desde 0,5857 mg /Kg hasta 0.72628 mg /Kg en el punto de monitoreo número 2. Así mismo, se logra identificar el metal pesado con mayor concentración en los diferentes puntos evaluados siendo el plomo, esto se debe a la excesiva generación de emisiones de gases de los tubos de escape de los autos y el estado en la que se encuentran (deteriorados) que por el uso de combustible que contiene plomo, estas se encuentran suspendidas en el aire.

Finalmente, en la tabla 4, según el análisis de los resultados hay una ligera variación en lo referente a absorción de metales pesados entre los puntos monitoreados, existiendo mayor absorción en el punto de monitoreo L4, Av. Víctor Larco Herrera, intersección con Av. Simón Bolívar, 0.6920 mg /Kg y menor absorción de metales pesados en el punto L5, Av. Víctor Larco Herrera, intersección con Panamericana Norte, 0.6269 mg /Kg.

V. CONCLUSIONES

- Se llegó a determinar que el musgo puede ser un excelente biomonitor para evaluar metales pesados presentes en el aire, logrando absorber en el tiempo y lugar de exposición del sphagnum moss en la avenida Víctor Larco de la ciudad de Trujillo Departamento la Libertad.
- El instrumento biotecnológico se llegó a elaborar utilizando materiales muy fáciles de conseguir y económicos, facilitando así el estudio.
- Los lugares de monitoreo fueron ubicados en la Avenida Víctor Larco iniciando desde Av. Víctor Larco Herrera 1514, Víctor Larco Herrera 13009, Perú intersección con Av. Fátima hasta Panamericana Norte. 40-151, Víctor Larco Herrera 13009, Perú; se logra visualizar con más claridad en el anexo 1, tabla 8 donde señala los 5 lugares de monitoreo evaluados para este estudio, así mismo, también en esta tabla se encuentra las coordenadas UTM y el código de lugar.
- Se demostró que según el método de espectrofotometría de absorción atómica se logró determinar los contaminantes absorbidos por el sphagnum moss, logrando así identificar 3 metales pesados como: plomo, cadmio y arsénico, se puede observar más detallado la cantidad de metal absorbido en cada lugar y por el tiempo de exposición en la tabla 3.
- Se llegó a cuantificar la concentración de metal pesado absorbido por el instrumento biotecnológico, se observa en el gráfico 1, donde nos muestra la absorción de metales pesados, Pb, Cd, y As, de acuerdo al lugar y tiempo de exposición del *Sphagnum Moss*.

VI. RECOMENDACIONES

- Para realizar un estudio más preciso se recomienda aumentar el periodo de exposición del sphagnum moss, ya que, los tiempos establecidos en esta investigación si permitió llegar a lo establecido, pero se puede desarrollar con mayor precisión.
- Se recomienda que en los próximos estudios se considere usar una mayor cantidad de musgo debido a que la absorción puede variar y ser más exacta, así mismo, se recomienda hacer una evaluación de antemano para descartar que este ya contenga algún contaminante desde su procedencia.
- Se recomienda que se realicen, de forma periódica, más estudios de contaminación por metales pesados en toda la ciudad de Trujillo, utilizando, además de musgo, suelo y líquenes para tener una comprensión más amplia de la contaminación del aire de la ciudad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ZOTZ, G. Y J. ANDRADE. 2002. La ecología y fisiología de las epífitas y hemiepífitas. Páginas 271-296 en M. R. Guariguata y G. H. Kattan, editores. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Libro Universitario Regional del Instituto Tecnológico de Costa Rica, San José.
- CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.
- CABALLERO SEGURA, Barbra. 2013. Estudio de la calidad analítica en las determinaciones de Cr, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb y Hg a través de técnicas analíticas nucleares y convencionales en musgos de la ZMVT, México, Toluca.
- ZARAZÚA G. 2001. Análisis cuantitativo multielemental de muestras orgánicas e inorgánicas por TXRF empleando el método de sensibilidades. Procedimiento PEA(LFX)-17. ININ.
- THORSTEN KRÖMER, J. 2014. Epífitas vasculares como bioindicadoras de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. México.
- El XV Congreso Internacional Academia Nacional de Ciencias Ambientales y el XXI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. 2012.
- ACUÑA TARAZONA, M. 2012. Flora epífita vascular representativa de bosque montano y de llanura amazónica del Parque Nacional Yanachaga Chemillén (Oxapampa, Pasco).
- VEGA CHAVEZ, Michael Santos. "Composicion Floristica y Estructura de las Comunidades de Plantas Epifitas en Tres tipos de Bosques en la Cuenca Baja del Rio Los Amigos, Provincia de Manu – Madre de Dios". Asesor: M. Sc. Aldo Ceroni Stuva. Tesis Titulo Profesional. UNALM, EAP Ciencias, Lima, Peru.2007.
- WOLF Jan and FLAMENCO-S Alejandro. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. Journal of Biogeography. 2003, no 30, p. 1689–1707.

- ZAPFACK Louis and ENGWALD Stefan. Biodiversity and spatial distribution of vascular epiphytes in two biotopes of the Cameroonian semi-deciduous rain forest. *Plant Ecol.* 2008, vol. 195, p.117–130.
- VASQUEZ Roberto and IBISCH Pierre (eds). *Orquideas de Bolivia: Diversidad y Estado de Conservacion: Vol. II Laeliinae -- Polystachyinae - - Sobraliinae, con actualizacion y complementacion de Pleurothallidinae.* 2da Edicion. Bolivia.
- SARMIENTO VITERI, Deisy (2013). Evaluación de la contaminación por metales pesados en muestras de musgo recolectadas durante el período febrero – marzo 2011 en la Estación Antártica Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado. Trabajo de investigación para optar por el grado de Química. Carrera de Química. QUITO: UCE. 126p.
- NAVA M., MILKELLY (2004) Determinación del níquel en muestras clínicas y ambientales utilizando la espectrometría de absorción atómica con atomización electrotérmica sin emplear las condiciones STRF. Trabajo de Grado. Universidad del Zulia. Facultad Experimental de Ciencias. Maracaibo, Venezuela.
- MACHADO A., GARCÍA N., GARCÍA C., CORDOVA A., LINARES A., ALAÑA A., MONTIEL V. Y HUERTAS J. (2007). Determinación y estudio de dispersión de las concentraciones de monóxido de carbono en la zona oeste de la ciudad de Maracaibo - Venezuela. *Multiciencias* 7, 115-125.
- SPINDLER S., MÜLLER K., BRÜGGEMANN E., GNAUK T. Y HERRMANN H. (2004). Long-term size-segregated characterization of PM10, PM2.5, and PM1 at the IFT research station Melpitz downwind of Leipzig (Germany) using high and low-volume filter samplers. *Atmos. Environ.* 38, 5333-5347.
- VELASQUÉZ H., MOLINA B., MORALES J., CANO Y. Y ROMERO A. (2006). Niveles de contaminación por gases ácidos (SO₂, NO₂) y partículas inhalables (PM10) en dos sitios de la ciudad de Maracaibo, Venezuela. En: I Congreso Internacional de la Cuenca del Lago de Maracaibo, CCL-17.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Identificación de lugar de estudio.

Tabla 8: Lugar donde se hará el monitoreo con el instrumento biotecnológico

Lugar	Coordenadas UTM	Descripción de Lugar
L1	Este: 715814 Norte:9101043	Av. Víctor Larco Herrera 1514, Víctor Larco Herrera 13009, Perú intersección con Av. Fátima
L2	Este:715436 Norte:9100693	Víctor Raúl Haya de la Torre 145, Víctor Larco Herrera 13009, Perú
L3	Este:715205. Norte:9100346	Av. Víctor Larco Herrera 1170, Víctor Larco Herrera 13009, Perú intersección con Av. Huamán
L4	Este:714865 Norte:9100044	Av. Víctor Larco Herrera, Víctor Larco Herrera 13009, Perú intersección con Av. Simón Bolívar
L5	Este:714610 Norte:9099632	Panamericana Norte. 40-151, Víctor Larco Herrera 13009, Perú

(*Sphagnum Moss*)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Técnicas e instrumentos - Calibración de equipos

Tabla 9: Validación de método

Método	Validación
Absorción de metales pesados	Método espectrofotométrico de absorción atómica. NTP 342.407:1979 . (Revisada el 2011).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Técnica e instrumentos de recolección de datos en laboratorios

TÉCNICA	INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
Evaluación de metales	Espectrofotómetro de Absorción atómica
Absorción de metales pesados	Sphagnum Moss
Secado de musgo con ácido sulfúrico concentrado.	Plancha reguladora de temperatura.
Digestar muestra (musgo)	Cabina Extractora
Aforado de muestra (musgo)	Tubos de ensayo de plástico 15 ml, embudo de plástico chico y papel filtro.
Secado de muestra (musgo)	Placas de petri
Pesaje inicial	Balanza Electrónica y analítica
Secado	Estufa
Transportación	Cooler

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Calibración de equipos

Equipo	Calibración
Espectrofotómetro	Procedimiento QU-001 para la calibración de equipos de espectrofotometría de absorción atómica (E.A.A.). Madrid: CEM, 2000. 54p. Serie: Procedimiento para la calibración A/389/C43QU-001
Estufa	Estufa, marca Daihan, modelo wof-50, capacidad 50 litros, temperatura 250°C.
Balanza Analítica	Norma Metrológica Peruana 003:2009 PC-001 Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático.
Balanza Electrónica	Norma Metrológica Peruana 003:2009 PC-001 Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IV – PC. 3a.ed. Lima: Indecopi, Ene. 2009. 27p. A/389/I49PC-001

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo 3: Materiales e insumos para la elaboración del instrumento biotecnológico.

Materiales

- Coladores de plástico (3 colores).
- Precintos de 2 tamaños.
- Soporte de fierro.
- Bolsa con cierre hermético(ziploc).
- Marcador de tinta indeleble.
- Tijeras.

Insumos

- Sphagnum Moss (Musgo blanco 18 kg)

Anexo 4: Reactivos y materiales para análisis en laboratorio.

Reactivos

- Ácido Sufúrico concentrado.

Materiales

- Placas Petri.
- Tubos de ensayo de plástico 15 ml.
- Embudo de plástico chico.
- Papel filtro.
- Bolsa con cierre hermético (ziploc).
- Marcador de tinta indeleble.
- Matraz erlenmeyer 15 ml.

Equipos

- Espectrofotómetro de Absorción atómica.
- Plancha reguladora de temperatura.
- Cabina Extractora.
- Tubos de ensayo de plástico 15 ml.
- Embudo de plástico chico.
- Papel filtro.
- Placas de Petri.
- Balanza Electrónica.

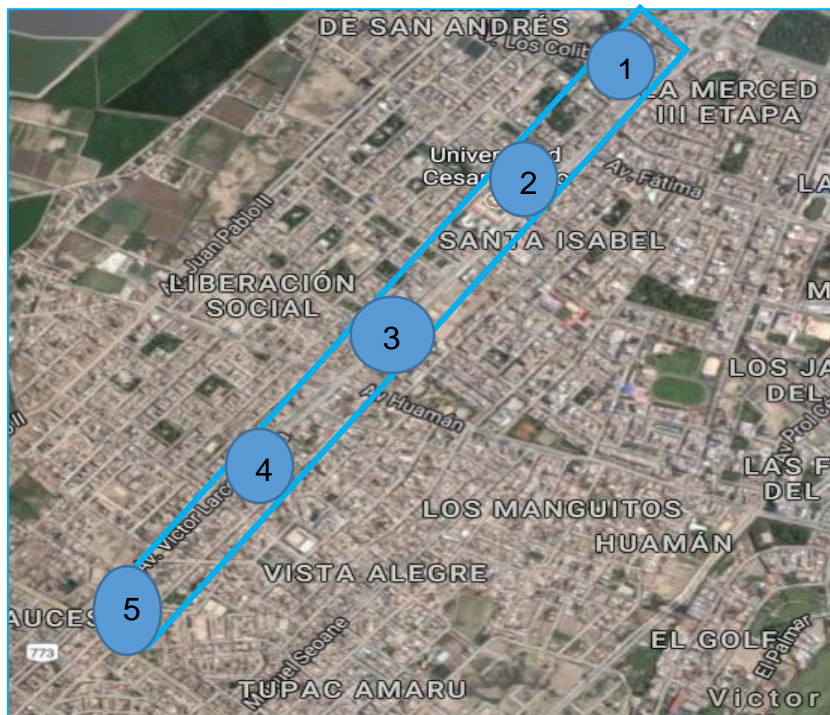
- Balanza Analítica.
- Estufa.
- Cooler.

Anexo 4: Metodología del estudio

Ubicación y Recojo de instrumento biotecnológico.

El primer paso es la ubicación del instrumento biotecnológico en los puntos estratégicos en el periodo de 3 semanas, 4 semanas y 5 semanas a la altura de 2 a 4 metros, el instrumento está elaborado a base de un colador de plástico con una cantidad de 30 unidades de color amarillo, 30 unidades de color azul y 30 unidades de color rojo, formando con esto una esfera donde se pondrá el musgo con un peso de un kilo a cada esfera usando así 15 kilos de musgo, para ponerle el seguro a las esferas con musgo se usó unos precintos de seguridad, así mismo para ubicarlos en la estructura se hizo el uso de unos precintos de mayor tamaño; ya elaborado el instrumento se procedió a ubicarlos en cada punto seleccionado para proceder a evaluar.

Imagen N°2: Ubicación de los puntos de monitoreo



Fuente: Propia

Anexo 5: Elaboración e instalación del instrumento biotecnológico.

Para la elaboración se consideró lo siguiente:

- Compra de materiales.
- Elaboración de la estructura de fierro que sostendrá el musgo.
- Elaboración de la esfera a partir de coladores de plástico, se consideró usar 3 colores (rojo, azul y amarillo) cada color tiene las siguientes especificaciones: Rojo tiene un periodo de duración al ambiente de 5 semanas, azul tiene un periodo de duración al ambiente de 4 semanas, así mismo, el amarillo tiene un periodo de duración de 3 semanas.
- La fecha de instalación de la esfera de color rojo se dio el día 31 de agosto hasta 05 de octubre del 2017.
- La fecha de instalación de la esfera de color azul se dio el día 07 de agosto hasta el 05 de octubre del 2017.
- La fecha de instalación de la esfera de color azul se dio el día 14 de agosto hasta el 05 de octubre del 2017.
- Pesado de Musgo (1 kg) y guardado en cada bolsa con cierre hermético de acuerdo a la codificación que se ha considerado.
- Terminadas las esferas se procede a llenarlo con el musgo ya pesado (1 kg).
- Al finalizar el armado de la estructura al igual que el llenado se procede a ubicarlo en la estructura con un precinto de seguridad, para que finalmente este se ubicara a cada punto identificado (Tabla 2).
- La ubicación se hizo en horario diurno y nocturno de acuerdo a la disponibilidad de tiempo, se instaló el instrumento con la previa autorización de los propietarios de las viviendas.
- Ya instaladas se hizo una inspección semanal, algunos días seguidos para observar si el instrumento se encuentra en buenas condiciones, no se observó ningún defecto ni roturas o caídas.

- Finalizada el periodo de exposición de cada punto se procedió al recojo de las mismas, para pasar al laboratorio a pesarlas y determinar si es que había una variación en su peso, con la finalidad de proceder a los análisis en el laboratorio.

Anexo 6: Pesado inicial y final de muestras para elaboración e instalación del instrumento biotecnológico.

Tabla 12: Pesos de muestra antes de realizar la instalación del instrumento biotecnológico (peso inicial) y el recojo después del tiempo programado (peso final).

Código de muestra	Peso de muestra Inicial (g)	Peso de muestra Final (g)	Diferencia de pesos (g)
L1T1	1000.71	1001.34	0.63
L1T2	1000.11	1001.96	1.85
L1T3	1000.59	1001.89	1.3
L2T1	1000.43	1001.56	1.13
L2T2	1000.33	1001.76	1.43
L2T3	1000.00	1000.95	0.95
L3T1	1000.56	1001.74	1.18
L3T2	1000.37	1001.43	1.06
L3T3	1000.47	1001.82	1.35
L4T1	1000.10	1001.45	1.35
L4T2	1000.39	1001.78	1.39
L4T3	1000.13	1001.45	1.32
L5T1	1000.19	1001.89	1.7
L5T2	1000.20	1002.01	1.81
L5T3	1000.09	1001.48	1.39
GCT ₁₂₃	1000.18	-	-

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 12, se observa una diferencia notable en cuanto al peso, el lugar que obtuvo mayor peso fue L1T2 con un peso adicional de 1.85 g, este se debe a que este tipo de musgo tiende a adaptarse y crecer, existe una teoría sobre el crecimiento de Sphagnum descrita por Post y Sernander (1910), Osvald (1923), citados por SVENSSON (1988), llamada “ciclo de regeneración” o “cojín-plano”. Esta teoría sostiene que Sphagnum exhibe un patrón de crecimiento dinámico, en el cual los musgos de zonas planas a medida que crecen se van transformando

en cojines, mientras que los que originalmente eran cojines pasan a ser planos (Figura 3). De esta manera, las turberas se desarrollan de una manera autogénica. Los valores de productividad del género *Sphagnum* por lo general son bastante constantes, dentro del rango de 100-600 g M.S. m⁻² año⁻¹. La productividad de *Sphagnum* (g M.S. m⁻² año⁻¹) fue registrada en turberas de Inglaterra por Clymo 1970; Clymo y Reddaway 1974; Smith y Forrest 1978, citados por CLYMO y HAYWARD (1982) y esta fue de 150 (en zonas de microtopografía alta), 500 en (100 - 600 gr / 360) x (7 días/ 1 semana) = 4.16 gramos de aumento

Anexo 7: Análisis por espectrofotometría de absorción atómica.

.

Tratamiento de muestra:

- Se pesa el musgo de 3 a 2 gramos en la placa Petri codificadas para ser secados en la estufa a 150°C por un periodo de 20 minutos.
- Muestra seca, empleando la balanza analítica en un matraz aforado se hace un nuevo peso de 0.05 a 0.01 gramos, cada peso es anotado.
- Obtenido el peso de cada muestra ya en la cabina extractora se procede la aplicación de ácido nítrico de 1% 1 ml para digerir.
- Ya con aplicado el ácido nítrico de 1% pasamos a la plancha reguladora de temperatura por un periodo de 5 minutos, según las condiciones en la que se encuentre nuestra muestra si cambio de color negro a ser transparente se retira del equipo para dar el siguiente paso.
- En tubo de ensayo de plástico con embudo y papel filtro se afora con 12 ml de agua destilada.
- La solución obtenida pasa al equipo para la lectura del metal pesado (plomo).
- Para la evaluación en el equipo de espectrofotometría absorción atómica para la curva de calibración se usó unos estándares de 1, 5, 10 ppm, ya establecido se procede hacer las mediciones.
- Finalmente se hace la lectura de las muestras que se están evaluando en el Software del equipo y se reporta los resultados.

Anexo 8: Peso de musgo para tratamiento y análisis de muestra en laboratorio.

Tabla 13: Pesos de muestra para digestar, y analizar los metales pesados (plomo, cadmio y arsénico).

Código de muestra		Peso de muestra Estufa (g)	Peso de muestra Digestar (g)
L1T1	L1T1E1	2.0432	0.0532
	L1T1E2		
	L1T1E3		
L1T2	L1T2E1	2.0345	0.0521
	L1T2E2		
	L1T2E3		
L1T3	L1T3E1	2.0930	0.0530
	L1T3E2		
	L1T3E3		
L2T1	L2T1E1	2.6573	0.0513
	L2T1E2		
	L2T1E3		
L2T2	L2T2E1	2.2078	0.0508
	L2T2E2		
	L2T2E3		
L2T3	L2T3E1	2.6782	0.0520
	L2T3E2		
	L2T3E3		
L3T1	L3T1E1	2.3050	0.0557
	L3T1E2		
	L3T1E3		
L3T2	L3T2E1	2.6700	0.0530
	L3T2E2		
	L3T2E3		
L3T3	L3T3E1	2.4500	0.0519
	L3T3E2		
	L3T3E3		
L4T1	L4T1E1	2.600	0.0501
	L4T1E2		
	L4T1E3		

F u e n t e	L4T2	L4T2E1	2.6081	0.0511
		L4T2E2		
		L4T2E3		
	L4T3	L4T3E1	2.789	0.0542
		L4T3E2		
		L4T3E3		
	L5T1	L5T1E1	2.0367	0.0503
		L5T1E2		
		L5T1E3		
	L5T2	L5T2E1	2.0036	0.0576
		L5T2E2		
		L5T2E3		
L5T3	L5T3E1	2.0056	0.0566	
	L5T3E2			
	L5T3E3			
GCT ₁₂₃	GCT ₁₂₃ E1	2.0043	0.0570	
	GCT ₁₂₃ E2			
	GCT ₁₂₃ E3			

: Elaboración propia

En la tabla 13, los datos que se observan fueron pesados para el tratamiento de la muestra (digestar), posteriormente pasar a analizar en el espectrofotómetro de absorción atómica.

Anexo 9: Fotos que evidencia el trabajo realizado en la elaboración del Instrumento Biotecnológico.

Imagen 3: Pesado del Musgo para elaborar el instrumento.



Fuente: Elaboración propia

Imagen 4: Elaboración de las esferas con musgo.



Fuente: Elaboración propia

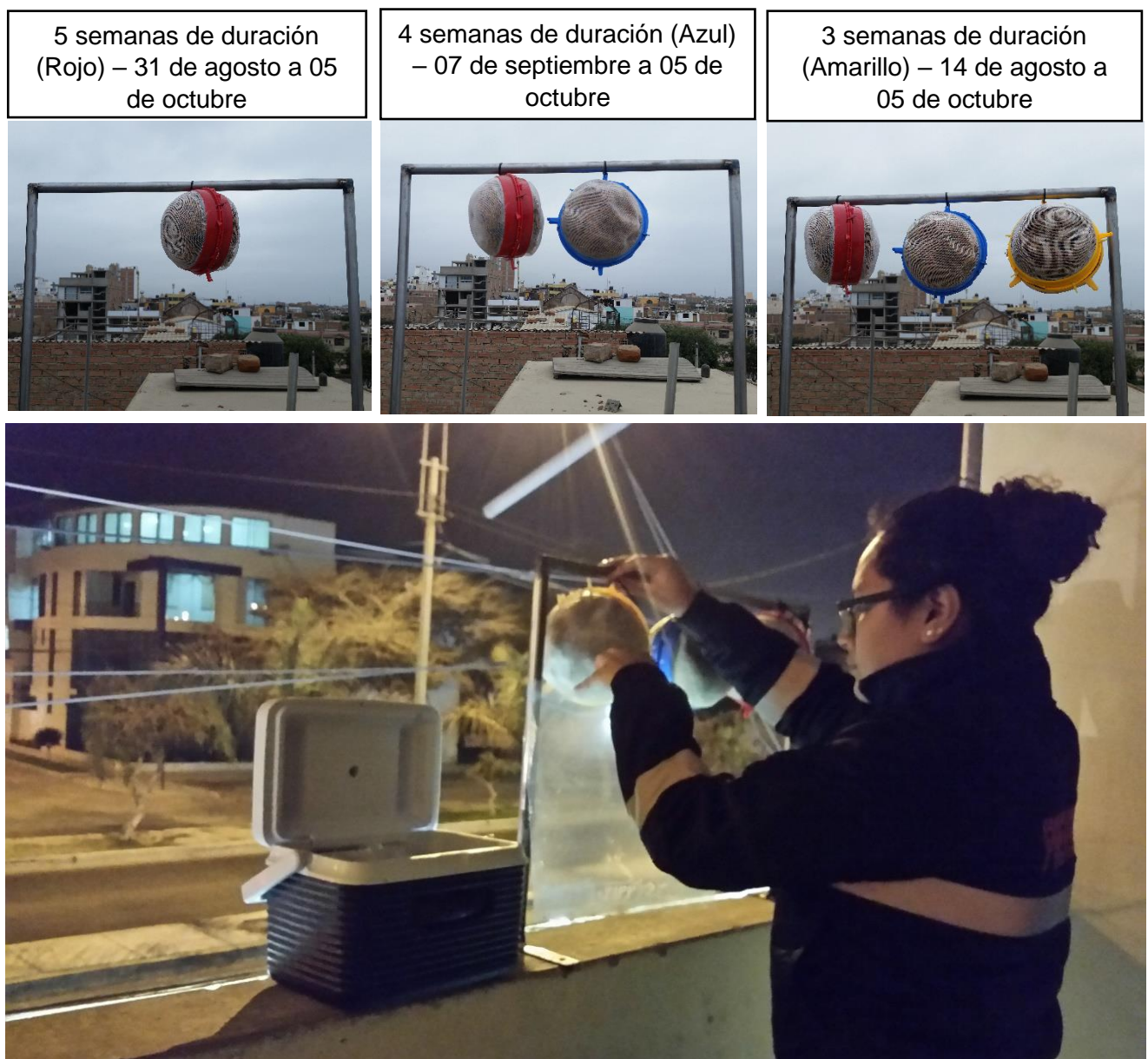
Imagen 5: Instrumento biotecnológico.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Fotos que evidencia el trabajo realizado en la ubicación y el recojo del Instrumento Biotecnológico.

Imagen 6: Ubicación del instrumento biotecnológico, en los lugares ya determinados, con el periodo de tiempo correspondiente a cada uno.



Fuente: Elaboración propia

Imagen 7: Instalación final de Instrumento de monitoreo



Fuente: Elaboración propia

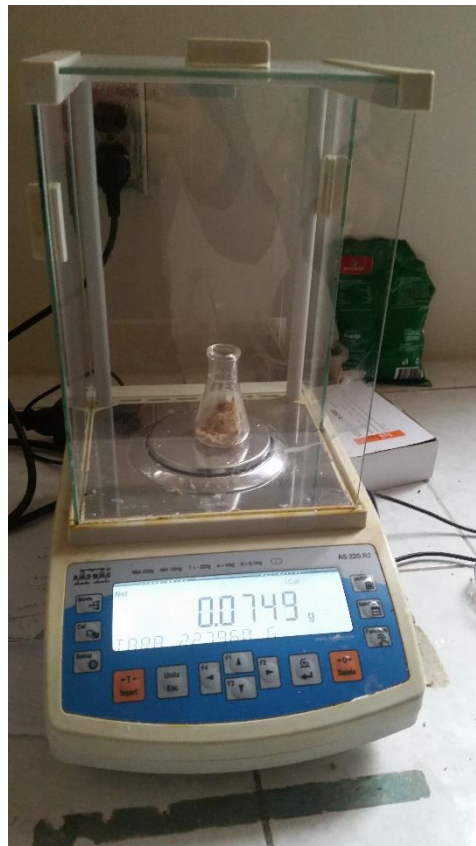
Imagen 8: Recojo del Instrumento de monitoreo



Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Fotos que evidencia el trabajo realizado en el laboratorio, en el tratamiento y evaluación del sphagnum moss.

Anexo 9: Análisis en Laboratorio, secado de muestra en la estufa, pesado de musgo seco



Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Hoja de registro de datos en laboratorios

HOJA DE REGISTRO DE DATOS		Código			
		Versión 01			
		Fecha 23/07/2017			
		Página 1/1			
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN					
"Efecto del sphagnum moss en la captación de metales pesados presentes en el aire de la avenida Víctor Larco Herrera - Trujillo 2017"					
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN					
Calidad y gestión de los recursos naturales					
DATOS GENERALES					
Facultad de Ingeniería		Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental		Universidad Cesar Vallejo	
Departamento		Provincia		Distrito	
La libertad		Trujillo		Víctor Larco Herrera	
DATOS DE LA PRUEBA					
Fecha de Prueba		Tipo de procedimiento			
Equipo					
RESULTADOS DE ANÁLISIS					
Tiempo de monitoreo	Lugar de monitoreo				
	<i>L1</i>	<i>L2</i>	<i>L3</i>	<i>L4</i>	<i>L5</i>
TM1					
TM2					
TM3					
INTERPRETACIÓN					

RESPONSABLE DEL REGISTRO		VERIFICADO POR	
Nombre	Bigbaí Jhudit Rupp Mora	Nombre	Mg. Misael Villacorta González
Firma		Firma	

Anexo 13: Estadísticos descriptivos
ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
LUGAR	1,00	LUGAR 1	9
	2,00	LUGAR 2	9
	3,00	LUGAR 3	9
	4,00	LUGAR 4	9
	5,00	LUGAR 5	9
TIEMPO	1,00	TIEMPO 1	15
	2,00	TIEMPO 2	15
	3,00	TIEMPO 3	15

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: TOTAL METAL PESADO

LUGAR	TIEMPO	Media	Desviación estándar	N
LUGAR 1:	TIEMPO 1	,6043	,00987	3
	TIEMPO 2	,5857	,00000	3
	TIEMPO 3	,7265	,00000	3
	Total	,6388	,06642	9
LUGAR 2:	TIEMPO 1	,5809	,00000	3
	TIEMPO 2	,5886	,00000	3
	TIEMPO 3	,7172	,00000	3
	Total	,6289	,06633	9
LUGAR 3:	TIEMPO 1	,6374	,00000	3
	TIEMPO 2	,6301	,00000	3
	TIEMPO 3	,7025	,00000	3
	Total	,6567	,03451	9
LUGAR 4:	TIEMPO 1	,5995	,00000	3
	TIEMPO 2	,6595	,00000	3
	TIEMPO 3	,8170	,00000	3

	Total	,6920	,09726	9
LUGAR 5:	TIEMPO 1	,5830	,00000	3
	TIEMPO 2	,6094	,00000	3
	TIEMPO 3	,6882	,00000	3
	Total	,6269	,04740	9
Total	TIEMPO 1	,6010	,02137	15
	TIEMPO 2	,6147	,02852	15
	TIEMPO 3	,7303	,04685	15
	Total	,6487	,06738	45

Anexo 14: Análisis estadístico prueba de normalidad

ANALISIS ESTADISTICO PRUEBA DE NORMALIDAD

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TOTAL METAL PESADO	,184	45	,501	,858	45	,600

a. Corrección de significación de Lilliefors

En el cuadro de prueba de normalidad se evalúa el valor del estadístico de Shapiro-Wilk (para muestras pequeñas) que mide la fuerza del ajuste con una recta apreciándose que el valor $p > 0.05$ para los datos de absorción de metales pesados; por lo cual se asume el supuesto de que los conjuntos de datos siguen una distribución normal y se pueden aplicar pruebas paramétricas para el contraste de la hipótesis de estudio.

Anexo 15: Prueba de homogeneidad de varianzas

PRUEBA DE HOMOGENIDAD DE VARIANZAS

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error^a

Variable dependiente:

TOTAL, METAL PESADO

F	df1	df2	Sig.
16,000	14	30	,550

Prueba la hipótesis nula que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Diseño : Interceptación + LUGAR + TIEMPO + LUGAR * TIEMPO

Según el cuadro de la prueba de homogeneidad de varianzas; el estadístico de levene arroja una significación mayor a 0.05 con lo cual se cumple el requisito de homogeneidad; esto indica que las varianzas de la variable cuantitativa en los grupos que se comparan son aproximadamente iguales; ya que no difieren significativamente.

Anexo 16: Análisis de varianza factorial multivalente

ANALISIS DE VARIANZA FACTORIAL MULTIVARIANTE

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: TOTAL METAL PESADO

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,200 ^a	14	,014	2194,055	,000
Interceptación	18,934	1	18,934	2913765,148	,000
LUGAR	,026	4	,007	1005,116	,000
TIEMPO	,151	2	,076	11641,376	,000
LUGAR * TIEMPO	,022	8	,003	426,694	,000
Error	,000	30	6,498E-6		
Total	19,133	45			
Total corregido	,200	44			

a. R al cuadrado = ,999 (R al cuadrado ajustada = ,999)

Según el cuadro de resultados de ANOVA factorial multivalente. PRUEBAS DE EFECTOS INTER-SUJETOS, en la evaluación de los efectos principales de manera individual de los dos factores incluidos en el modelo (tiempo y lugar de muestreo) los valores de $P < 0.05$ indican que los grupos definidos por los 3 tiempos empleados poseen valores medios de absorción de metales que difieren de manera significativa al igual que los grupos definidos por los 5 lugares usados para el muestreo en la evaluación de metales pesados siendo significativamente diferentes. En cuanto a la interacción de ambas variables (tiempo - lugar de muestreo empleados), existe también diferencia significativa en la absorción de metales pesados con un valor $P < 0.05$; lo que evidencia una interacción de ambos factores sobre la variable dependiente.

Al haberse encontrado la existencia de una diferencia significativa entre los niveles de la variable estudiada absorción de metales pesados; se realizan las pruebas post hoc para evidenciar entre que tratamientos ocurre dicha diferencia.

Anexo 17: Pruebas Post Hoc

PRUEBAS POST HOC

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: TOTAL METAL PESADO

HSD Tukey

(I) LUGAR	(J) LUGAR	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
LUGAR 1	LUGAR 2	,0099*	,00120	,000	,0064	,0134
	LUGAR 3	-,0178*	,00120	,000	-,0213	-,0143
	LUGAR 4	-,0532*	,00120	,000	-,0566	-,0497
	LUGAR 5	,0120*	,00120	,000	,0085	,0154
LUGAR 2	LUGAR 1	-,0099*	,00120	,000	-,0134	-,0064
	LUGAR 3	-,0277*	,00120	,000	-,0312	-,0243
	LUGAR 4	-,0631*	,00120	,000	-,0666	-,0596
	LUGAR 5	,0020	,00120	,447	-,0014	,0055
LUGAR 3	LUGAR 1	,0178*	,00120	,000	,0143	,0213
	LUGAR 2	,0277*	,00120	,000	,0243	,0312
	LUGAR 4	-,0353*	,00120	,000	-,0388	-,0318
	LUGAR 5	,0298*	,00120	,000	,0263	,0333

LUGAR 4	LUGAR 1	,0532*	,00120	,000	,0497	,0566
	LUGAR 2	,0631*	,00120	,000	,0596	,0666
	LUGAR 3	,0353*	,00120	,000	,0318	,0388
	LUGAR 5	,0651*	,00120	,000	,0616	,0686
LUGAR 5	LUGAR 1	-,0120*	,00120	,000	-,0154	-,0085
	LUGAR 2	-,0020	,00120	,447	-,0055	,0014
	LUGAR 3	-,0298*	,00120	,000	-,0333	-,0263
	LUGAR 4	-,0651*	,00120	,000	-,0686	-,0616

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 6,498E-6.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Anexo 18: Subconjuntos homogéneos para lugar

SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA LUGAR

TOTAL METAL PESADO

HSD Tukey^{a,b}

LUGAR	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
LUGAR 5	9	,6269			
LUGAR 2	9	,6289			
LUGAR 1	9		,6388		
LUGAR 3	9			,6567	
LUGAR 4	9				,6920
Sig.		,447	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 6,498E-6.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

b. Alfa = .05.

Para el caso de los cinco lugares de muestreo evaluados sobre la absorción de metales pesados se aprecia según el cuadro de subconjuntos homogéneos de HSD TUKEY que se crean 4 subconjuntos diferenciados; donde los lugares que comparten un mismo sub conjunto (subconjunto 1 : conformado por el lugar 2 y 5) son los que no difieren significativamente en cuanto a valores de absorción de

metales pesados; a su vez son los que presentan la menor absorción de los metales evaluados (0,6269/0,6289).

Anexo 19: Comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: TOTALMETALPESADO
HSD Tukey

(I) TIEMPO	(J) TIEMPO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TIEMPO 1	TIEMPO 2	-,0136*	,00093	,000	-,0159	-,0113
	TIEMPO 3	-,1293*	,00093	,000	-,1315	-,1270
TIEMPO 2	TIEMPO 1	,0136*	,00093	,000	,0113	,0159
	TIEMPO 3	-,1156*	,00093	,000	-,1179	-,1133
TIEMPO 3	TIEMPO 1	,1293*	,00093	,000	,1270	,1315
	TIEMPO 2	,1156*	,00093	,000	,1133	,1179

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 6,498E-6.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Anexo 20: Subconjuntos homogéneos para tiempo

SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA TIEMPO

TOTAL METAL PESADO

HSD Tukey^{a,b}

TIEMPO	N	Subconjunto		
		1	2	3
TIEMPO 1	15	,6010		
TIEMPO 2	15		,6147	
TIEMPO 3	15			,7303

Sig.		1,000	1,000	1,000
------	--	-------	-------	-------

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática

(Error) = 6,498E-6.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

b. Alfa = .05.

Para el caso de los tres tiempos evaluados sobre la absorción de metales pesados se aprecia según el cuadro de subconjuntos homogéneos de HSD TUKEY que se crean 3 subconjuntos diferenciados; donde cada tiempo de monitoreo se presenta como un sub conjunto homogéneo diferenciado del resto de manera significativa en cuanto a valores de absorción de metales pesados; a su vez el tiempo con valores mayores de absorción de los metales lo encontramos en el tiempo 3 (0,7303 mg /Kg).



Anexo 21: Reporte de análisis

REPORTE DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : RUPP MORA BIGBAI JHUDIT
MUESTRA : MUSGO
PROCEDENCIA : JAUJA – JUNIN
FECHA DE INGRESO : 15 DE OCTUBRE DE 2017

MUESTRA	mg Cd/kg	mg As/Kg	mg Pb/kg
1	0.137	0.18	0.293
2	0.124	0.17	0.2917
3	0.168	0.228	0.33048
4	0.126	0.18	0.2749
5	0.125	0.19	0.2749
6	0.1536	0.24	0.2736
7	0.15	0.21	0.32364
8	0.129	0.2	0.2774
9	0.1488	0.216	0.3011
10	0.125	0.19	0.33768
11	0.166	0.2	0.2845
12	0.2112	0.252	0.2935
13	0.128	0.198	0.257
14	0.14	0.204	0.2654
15	0.156	0.228	0.3042

Trujillo 19 de octubre 2017


ING. NOÉ COSTILLA SÁNCHEZ
JEFE DE LABORATORIO



