

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Efecto de plantas ornamentales del orden aspergéeles en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR: Mendoza Arteta, Enio Yan Shad

ASESOR: Cajahuanca, Torres, Raul

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73645161

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22511841

Grado/Título: Maestro en gestión pública

Código ORCID: 0000-0002-5671-1907

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
3	Romero Estacio, Jorge Antonio	Maestro en gestión pública para el desarrollo social	22520481	0009-0000-2063-4076



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día 04 del mes de setiembre del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Secretario)
- Mg. Jorge Antonio Romero Estacio (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1757-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTO DE PLANTAS ORNAMENTALES DEL ORDEN ASPERGELES EN LAS CARACTERISTICAS DE LA CALIDAD DE AIRE PRESENTE EN MECANICAS DE MOTOS, HUANUCO, 2024"**, presentado por el (la) Bach. **MENDOZA ARTETA, ENIO YAN SHAD**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO Por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 1.0 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47)

Siendo las 18:15 horas del día 04 del mes de SEPTIEMBRE del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mg. Frank Erick Camara Llanos
DNI: 44287920
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente


Mg. Milton Edwin Morales Aquino
DNI: 44342697
ORCID: 0000-0002-2250-3288
Secretario


Mg. Jorge Antonio Romero Estacio
DNI: 22526481
ORCID: 0009-0000-2063-4076
Vocal



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: ENIO YAN SHAD MENDOZA ARTETA, de la investigación titulada "EFECTO DE PLANTAS ORNAMENTALES DEL ORDEN ASPARAGALES EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CALIDAD DE AIRE PRESENTE EN MECÁNICAS DE MOTOS, HUÁNUCO, 2024", con asesor(a) RAUL CAJAHUANCA TORRES, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0146-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 14 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 30 de junio de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	13%	8%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	3%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.udh.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	www.gahcc.org	1%
	Fuente de Internet	
4	CESEL S A. "Modificación de la DIA del Proyecto Construcción de la Nueva Subestación Amarilis y los Enlaces de Conexión en 138 kV-IGA0011278", R.D. N° 0123-2019-MINEM/DGAEE , 2021	1%
	Publicación	
5	distancia.udh.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unsaac.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios que me ha dado la salud, fuerza y guía que necesitaba.

A mi madre que cuyo apoyo incondicional hizo realidad mi sueño de convertirme en un profesional.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, Universidad de Huánuco, a la Facultad de Ingeniería y a la Escuela de Ingeniería Ambiental, así como a sus docentes, por la sólida formación que me brindaron.

Mi gratitud también se extiende a mi asesor, por su apoyo incondicional durante todo el proceso de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.3. OBJETIVOS	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2. BASES TEÓRICAS	25
2.2.1. FITORREMEDIACIÓN.....	25
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	44
2.3.1. FITORREMEDIACIÓN.....	44
2.3.2. CALIDAD DEL AIRE.....	44
2.3.3. LENGUA DE SUEGRA (SANSEVIERIA TRIFASCIATA).....	45

2.3.4. ARAÑA (CHLOROPHYTUM COMOSUM).....	45
2.3.5. MECÁNICAS DE MOTOS	45
2.3.6. EL AIRE	45
2.3.7. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.....	46
2.3.8. CONTAMINANTES DEL AIRE	46
2.4. HIPÓTESIS	46
2.5. VARIABLES.....	46
2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN	46
2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA	47
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	48
CAPÍTULO III.....	49
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	49
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.1.1. ENFOQUE.....	49
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	49
3.1.3. DISEÑO	50
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	50
3.2.1. LA POBLACIÓN:	50
3.2.2. MUESTRA.....	50
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	51
3.3.1. PROTOCOLO DE TRABAJO	51
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	53
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	53
CAPÍTULO IV	54
RESULTADOS	54
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	54
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	60
CAPITULO V	61
DISCUSION DE RESULTADOS	61
5.1. CON RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL	61
5.1.1. CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 1	62
5.1.2. CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 2.....	62
5.1.3. CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 3.....	62

5.1.4. CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 4.....	63
5.1.5. CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 5.....	64
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Plantas remediadoras del suelo, agua, aire	28
Tabla 2 Plantas remediadoras del suelo, agua, aire	29
Tabla 3 Plantas remediadoras del suelo, agua, aire	30
Tabla 4 Principales plantas altoandinas – Familia Poaceae.....	33
Tabla 5 Principales plantas altoandinas.....	33
Tabla 6 Principales plantas altoandinas.....	34
Tabla 7 Estándares de Calidad Ambiental para Aire	42
Tabla 8 Para la recolección de datos	51
Tabla 9 Nivel promedio de CO al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024	54
Tabla 10 Nivel promedio de CO ₂ al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024	55
Tabla 11 Nivel promedio de PM 2.5 (ug/m ³) al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024	56
Tabla 12 Nivel promedio del TVOC al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024	57
Tabla 13 Nivel promedio de la calidad del aire al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024.....	58
Tabla 14 Prueba de normalidad de los datos.....	59
Tabla 15 Prueba de hipótesis con U de Mann Whitney.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pasos para de diseñar un sistema de fitorremediación	26
Figura 2 Planta <i>Baccharis Salicifolia</i>	31
Figura 3 Planta <i>Lemna minor</i>	31
Figura 4 Planta <i>Helianthus annuus</i>	32
Figura 5 Planta <i>Myriophyllum spicatum</i>	32
Figura 6 Planta altoandina <i>Achyrocline alata</i>	34
Figura 7 Planta altoandina <i>Calamagrostis brevifolia</i>	34
Figura 8 Planta altoandina <i>Juncus imbricatus</i>	35
Figura 9 Planta Lengua de Suegra (<i>Sansevieria trifasciata</i>)	36
Figura 10 Planta Araña (<i>Chlorophytum comosum</i>)	36
Figura 11 T-Z01 pro Detección de calidad del aire	44
Figura 12 Pasos para mejorar la calidad del aire	53
Figura 13 Comportamiento del CO (ppm) al usarse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024	54
Figura 14 Comportamiento del CO ₂ (ppm) al usarse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024	55
Figura 15 Comportamiento del PM 2.5 (ug/m ³) al usarse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024	56
Figura 16 Comportamiento del TVOC al usarse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024	57
Figura 17 Comportamiento de la calidad del aire al usarse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024	58

Figura 18 La planta de interior Lengua de Suegra' (<i>Sansevieria trifasciata</i>)	74
Figura 19 La planta de interior Planta Araña (<i>Chlorophytum comosum</i>)	74
Figura 20 Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas	75
Figura 21 Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas	75
Figura 22 Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas	76
Figura 23 Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas	76
Figura 24 Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas	77
Figura 25 Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas	77
Figura 26 Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas	78
Figura 27 Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas	79
Figura 28 Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas	79
Figura 29 Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas	80
Figura 30 Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas	80
Figura 31 Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas	81
Figura 32 Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas	81

Figura 33 Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas	82
Figura 34 Colocacion de las plantas en el interior de la mecanicas de motos y uso del instrumento de medicion de contaminantes.....	83
Figura 35 Analisis de contaminantes en el interior de la mecanica de motos	83
Figura 36 Uso del medidor de contaminantes	84
Figura 37 Uso del medidor de contaminantes	84
Figura 38 Uso del medidor de contaminantes	85

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de las plantas ornamentales del orden asparagales, específicamente la lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y la planta araña (*Chlorophytum comosum*), en la mejora de la calidad del aire dentro de los talleres mecánicos de motos en la ciudad de Huánuco. En estos espacios cerrados, caracterizados por una ventilación limitada y la presencia constante de contaminantes como dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), y compuestos orgánicos volátiles (COVs), la salud de los trabajadores se ve comprometida debido a la exposición prolongada a estos agentes contaminantes. Las plantas seleccionadas fueron elegidas por su capacidad de filtrar y absorber CO_2 durante el proceso de fotosíntesis, liberando oxígeno (O_2) y contribuyendo a la reducción de otros compuestos contaminantes presentes en el aire. A través de mediciones periódicas de los niveles de CO_2 , CO y otros contaminantes, así como de la evaluación de variables ambientales como la temperatura, humedad y ventilación, el estudio busca determinar el impacto de estas plantas en la calidad del aire en un entorno de trabajo de alta actividad mecánica.

Los resultados obtenidos nos permiten identificar la efectividad de las plantas ornamentales del orden asparagales en la reducción de contaminantes, y su viabilidad como una solución complementaria para mejorar las condiciones ambientales en los talleres mecánicos. Este estudio también pretende brindar recomendaciones para la implementación de plantas en otros ambientes de trabajo similares, promoviendo la creación de espacios laborales más saludables en la región de Huánuco.

Palabras claves: Efecto, plantas, orden, calidad, aire, motos.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the effect of ornamental plants of the order asparagales, specifically mother-in-law's tongue (*Sansevieria trifasciata*) and spider plant (*Chlorophytum comosum*), on the improvement of air quality within motorcycle mechanic workshops in the city of Huánuco. In these enclosed spaces, characterized by limited ventilation and the constant presence of pollutants such as carbon dioxide (CO₂), carbon monoxide (CO), and volatile organic compounds (VOCs), the health of workers is compromised due to prolonged exposure to these pollutants. The selected plants were chosen for their ability to filter and absorb CO₂ during the photosynthesis process, releasing oxygen (O₂) and contributing to the reduction of other polluting compounds present in the air. Through periodic measurements of the levels of CO₂, CO and other pollutants, as well as the evaluation of environmental variables such as temperature, humidity and ventilation, the study seeks to determine the impact of these plants on air quality in a work environment of high mechanical activity.

The results obtained allow us to identify the effectiveness of ornamental plants of the order asparagales in the reduction of pollutants, and their viability as a complementary solution to improve environmental conditions in mechanical workshops. This study also aims to provide recommendations for the implementation of plants in other similar work environments, promoting the creation of healthier work spaces in the Huánuco region.

Keywords: Effect, plants, order, quality, air, motorcycles.

INTRODUCCIÓN

La calidad del aire en ambientes cerrados, como los talleres mecánicos de motos, ha sido un tema de creciente preocupación debido a los riesgos que representa para la salud de las personas expuestas a los contaminantes. En ciudades como Huánuco, donde la actividad mecánica es frecuente y las condiciones de ventilación en los talleres no siempre son óptimas, puede generar problemas respiratorios, fatiga y otros trastornos de salud.

Para mitigar los efectos negativos de la contaminación del aire en estos espacios cerrados, la utilización de plantas ornamentales ha sido propuesta como una estrategia eficaz y natural. Las plantas como la lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y la planta araña (*Chlorophytum comosum*), tienen la capacidad de mejorar la calidad del aire mediante su capacidad para absorber dióxido de carbono, liberar oxígeno y filtrar ciertos contaminantes del aire. Estos procesos naturales pueden desempeñar un papel crucial en la reducción de los niveles de CO₂, CO y otros contaminantes presentes en el ambiente de los talleres mecánicos.

El presente estudio se enfoca en evaluar el efecto las plantas ornamentales del orden Asparagales, se busca analizar cómo la presencia de estas especies vegetales influye en la reducción de los niveles de CO₂, CO y otros compuestos contaminantes, mejorando así la salud y el bienestar de los trabajadores de este sector. Asimismo, se pretende determinar la viabilidad de incorporar estas plantas como una estrategia complementaria a los sistemas de ventilación y otras prácticas de manejo ambiental dentro de los talleres mecánicos.

A través de esta investigación, se espera aportar información valiosa sobre el impacto positivo de las plantas en la calidad del aire en espacios laborales cerrados y contribuir al diseño de ambientes de trabajo más saludables en la ciudad de Huánuco.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La calidad del aire se refiere a la limpieza o pureza del aire que respiramos. Un aire de buena calidad tiene bajos niveles de contaminantes lo que es importante para una buena calidad de vida, tiene un impacto directo en nuestra salud ya que ayuda a evitar contagios, a estar física y mentalmente apto para el desarrollo de nuestras actividades diarias.

La contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial. Está presente en todas las sociedades, independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico, y constituye un fenómeno que tiene particular incidencia sobre la salud del hombre.(Romero et al, 2006)

Respirar aire contaminado puede provocar la misma cantidad de enfermedades que fumar de forma prolongada, según la Organización Mundial De La Salud (Oms). El organismo internacional estima que la carga de patologías causadas por estas dos condiciones se ha convertido en un importante riesgo para la salud mundial. Pese al peligro que supone la elevada contaminación, respirar aire limpio no es posible en distintas ciudades del Perú.

Entre las consecuencias directas de la contaminación atmosférica, se podría destacar el desarrollo de enfermedades y afecciones en los seres humanos y la biodiversidad, así como la pérdida de visibilidad en zonas de grandes concentraciones o la aparición de olores desagradables.

El aire contiene numerosos gases. No obstante, los más destacados son los que se liberan de los desperdicios de animales, incluidos el amoníaco (NH_3), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO) y ácido sulfhídrico (H_2S). Junto con éstos, se encuentran presentes varios compuestos olorosos, tales como las aminas, ácidos orgánicos, amidas,

alcoholes, carbonilos, escatoles, sulfuros y mercaptanos. Durante la última década, la investigación de la contaminación del aire se ha centrado cada vez más en los últimos porque se cree que muchos de estos compuestos son la fuente más importante de olores procedentes de los alojamientos de animales.(Pedersen, 2005)

Debido al crecimiento de la gran población en la entidad el taller mecánico brinda servicios mecánicos. Ya que la probabilidad de que el automóvil de una persona de que tenga problemas de diferentes categorías es bastante grande por diferentes variables de uso.(Cortes et al., 2015)

En vista al crecimiento de mecánicas automotriz las cuales inicialmente la mayoría de talleres no cuentan con algún sistema de control de los materiales contaminantes, no tienen ningún tipo de cuidado con respecto a las normas ambientales ni al cuidado del medio ambiente. Por otra parte, se afirma que las consecuencias medioambientales de los talleres de mecánicos son de creciente preocupación pública, sobre todo por la falta de conocimiento de cómo realizar un correcto reciclaje de algunos de los productos contaminantes.(Rodríguez et al., 2021)

Según Crouse&Anglin (1992), el motor de combustión interna genera distintos gases contaminantes como: gasolina quemada (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), si hay azufre en la gasolina óxido de azufre (SOx) y algún otro si se han usado aditivos (p.e. Pb0 si se añadió Pb(C₂H₅)₄ a la gasolina para aumentar el octanaje), contaminantes que pueden incrementar su concentración debido a falta de mantenimiento. Los gases contaminantes legislados en el Perú para las motos y mototaxis, según la categoría L3-L5 en el DS N°009-2012-MINAM, son: hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO), los cuales pueden tener efectos directos en la calidad del aire y en la salud de la población.

Las normas internacionales de emisión en vehículos tienen como fin regular la presencia de gases contaminantes que se expulsan al medio ambiente. Las motos, al tener motor de combustión interna, aplican a estas normativas.

Debemos comenzar señalando que del resultado del proceso de combustión del motor se obtienen diversos gases y productos, entre ellos los más importantes son el CO (monóxido de carbono), el CO₂ (dióxido de carbono), el O₂ (Oxígeno), Hidrocarburos no quemados (HC), Nitrógeno, Agua y bajo ciertas condiciones NO_x (óxidos de Nitrógeno), allí es donde las normas entran en rigor, controlando cuánta cantidad elimina la moto por cada kilómetro recorrido.(Nadaf, 2023)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el efecto de las plantas ornamentales del orden asparagales en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es el nivel promedio y el comportamiento del CO al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024?
- ¿Cuál es el nivel promedio y el comportamiento del CO₂ al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024?
- ¿Cuál es el nivel promedio y el comportamiento del PM 2,5 (ug/m³) al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024.?
- ¿Cuál es el nivel promedio y el comportamiento del TVOC al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024?
- ¿Cuál es el nivel promedio de la calidad del aire al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Demostrar el efecto de las plantas ornamentales del orden asparagales sobre las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el nivel promedio y el comportamiento del CO al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024
- Describir el nivel promedio y el comportamiento del CO₂ al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024
- Describir el nivel promedio y el comportamiento del PM 2,5 (ug/m³) al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024.
- Describir el nivel promedio y el comportamiento del TVOC al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024
- Describir el nivel promedio de la calidad del aire al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La contaminación del aire es un problema que se percibe en la mayor parte del mundo porque modifica el comportamiento de los ecosistemas y afecta a la salud. Cuando se alcanzan en la atmósfera concentraciones elevadas de ciertas sustancias durante suficiente tiempo, se producen daños en los seres humanos, las plantas o la vida animal, en los objetos y estructuras

fabricadas por el hombre, se observan cambios de temperatura y del clima, o aparecen dificultades para el disfrute de la vida.

Por otro lado, esta problemática significa elevados costos para la economía, la productividad laboral, la atención sanitaria y el turismo, motivos más que suficientes para justificar cualquier inversión en controlar y combatir la contaminación del aire.

Así mismo cabe resaltar que mecánica de motos, dentro de sus procesos origina residuos sólidos, líquidos y emisiones atmosféricas afectando el aire, por lo que esto hace posible y operativo que pueda existir un manejo adecuado que minimice el impacto en el entorno, implementar la comparación de la eficacia fitorremediadora de las plantas Lengua de Suegra (*Sansevieria trifasciata*) y Araña (*Chlorophytum comosum*) con la finalidad de conseguir la disminución de la contaminación contribuyendo a que la mecánica de motos sea trascendente y se transforme en una experiencia sostenible y razonable.

Siendo todo lo anterior de esa manera, es justo y relevante que tales medidas y estrategias se basen en conocimientos y experiencias plasmadas y formadas en principios éticos y en leyes que de alguna manera favorezcan a la no contaminación ambiental.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Para la investigación usamos la planta Lengua de suegra (*sansevieria trifasciata*) y la planta Araña (*chlorophytum comosum*), el proyecto se dio en dos mecánicas de motos, la primera ubicada en mismo centro de Huánuco y la otra mecánica ubicada en el distrito de amarilis con un área de 100 m² aprox.

No hay muchos antecedentes locales sobre la contaminación atmosférica en la ciudad de Huánuco.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Tuve familiares que facilitaron sus locales para realizar el proyecto, no fue complicado realizar el estudio porque se cuenta con el área de estudio.

Tengo conocimiento con el equipo instrumental con la cual realizare la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Martinez y Clemente (2024) en su estudio: *Tratamiento de la calidad del aire interior mediante el uso de plantas de tipo ornamental, Colombia*; OBJETIVO, evaluar el uso de la fitorremediación como técnica para eliminar el material particulado con tamaño de diámetro inferior a 10 y 2,5 μm (PM10 y PM2,5, respectivamente, por sus siglas en inglés) existente en ambientes interiores debido a sus efectos nocivos para la salud pública y el rendimiento de la población a nivel laboral. METODOLOGIA, se utilizaron el miami verde (*Epipremnum aureum*), la sábila (*Aloe vera*), la flor de la paz (*Spathiphyllum sp.*), el helecho rizado (*Nephrolepis exaltata*), el singonio (*Syngonium podophyllum*) y la lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*), que se instalaron en diferentes dependencias de una institución de educación superior, donde previamente se determinó el nivel de PM2,5 y PM10. Una vez los arreglos fueron implementados, estas mediciones se promediaron y compararon con los datos registrados con miras a estimar el porcentaje de remoción del PM2,5 y PM10 por parte de estos; RESULTADOS, se evidenció el efecto positivo asociado a la implementación de los arreglos ornamentales seleccionados, especialmente del constituido por 2 individuos de *Nephrolepis exaltata*, en comparación con las dependencias utilizadas como control; CONCLUSION, se evidencia que la fitorremediación puede ser considerada como una posible solución a la problemática ambiental en términos de calidad del aire interior.

Menger (2019) en su estudio: *Contribución al Mejoramiento de la Calidad de Aire en la Ciudad De Guayaquil – Ecuador*; OBJETIVO,

comprende el análisis de mediciones de calidad de aire adquiridos con la Estación de Monitoreo Continuo de Calidad de Aire (EMCCA) emplazada en la ciudad de S.C. de Bariloche; METODOLOGIA; esta estación fija registra de modo continuo variables meteorológicas, material particulado y gases contaminantes como: monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre y ozono. Para mayor comprensión de los datos a analizar se realiza una descripción del principio de funcionamiento de los monitores que componen a la EMCCA, la circulación de los gases y el flujo de información. Previo al análisis de los datos, los mismos fueron validados utilizando las señales de error en los registros como referencia. Los datos fueron analizados con gráficos exploratorios realizados con tablas dinámicas en Excel y rutinas desarrolladas en estudio. Como la red de monitoreo de S. C. de Bariloche cuenta con un solo monitor, se analiza la posibilidad de su ampliación. Para ello se realizó una descripción del principio de funcionamiento, las limitaciones y una evaluación económica de sensores requeridos para la construcción de un monitor de calidad de aire de bajo costo; RESULTADOS, se ha hallado un patrón de concentración de diferentes especies que se ajustan a un típico ambiente urbano con dos horas pico, donde la fuente principal es el transporte vehicular; CONCLUSION, Con una inversión inferior a los U\$D 190.- por monitor (sin incluir el costo de operación y mantenimiento), es posible realizar una ampliación de la red de monitoreo de calidad de aire.

Hayashi (2022) en su estudio: *Análisis del nivel de contaminación atmosférica ocasionada por la emisión de gases de escape de las motocicletas en la ciudad de Quito*, Ecuador. OBJETIVO La actividad del transporte particular y comercial, por sus características es una actividad que genera contaminación ambiental debido a la combustión de combustibles fósiles generado por los diferentes medios de transporte dando énfasis a las motocicletas de 4 tiempos de combustión interna, que son los más comercializados actualmente, esos niveles de contaminación son más altos en zonas urbanas y de desarrollo económico, como es el caso del Distrito Metropolitano de Quito,

METODOLOGIA es así que se ha realizado el análisis de las emisiones contaminantes en la ciudad de Quito, provocado por las motocicletas, para lo cual se ha determinado el marco conceptual relacionado, así como los estándares de componentes de emisiones que se generan los motores de combustión, y los registros de emisiones determinados por los fabricantes y estudios comparativos relacionados, con ello y su relación con el crecimiento del parque automotor se pudo inferir el nivel de contaminación, así como los tipos y cantidades de emisiones que se generan como efecto del uso de motocicletas como medio de transporte, RESULTADO es así que se pudo determinar que existe un alto impacto a la atmósfera por parte de las emisiones de contaminantes en un promedio de recorrido de 164 kilómetros, CONCLUSION donde se contabilizan las emisiones en 48279,42 CO (g/km); 13850,65 HC(g/km); 3561,59 NOx(g/km) y 2582949,29 (g/km)determinadas en el parque automotor de motocicletas exclusivamente.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Rosas (2018) en su estudio: *Eficiencia de la planta Lengua de Suegra (Sansevieria trifasciata) para la fitorremediación de los gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Isaac Newton – Lima*; OBJETIVO, determinar la eficiencia de la planta Lengua de Suegra (Sansevieria Trifasciata) para la biodepuración de contaminantes de espacios interiores (CO, SO₂, NO₂) en el aire interior del Colegio Isaac Newton SJL; METODOLOGIA, se aplica el Diseño Experimental: cuasiexperimental debido a que se realiza manipulación de las variables debido que a la muestra se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo. La muestra a tomar está dentro de la Institución Educativa Privada “Isaac Newton” del distrito San Juan de Lurigancho en un aula rectangular que tiene 2.65 metros de altura, 5.20 metros de largo y 3.50 metros de ancho. Además, esta área tiene un aforo de 30 a 35 estudiantes. Para el tratamiento del aire interior de la I.E.P, se utilizó a la planta Lengua de Suegra

(*Sansevieria trifasciata*) para la fitorremediación (CO , SO_2 , NO_2) la cual fue modificándose químicamente a medida que transcurrían los días. Después del primer monitoreo para determinar la concentración inicial de los gases (SO_2 , NO_2 , CO) colocamos en el espacio interior rápidamente los cuatro maceteros que contienen la planta Lengua de Suegra uno en cada esquina de este espacio dejando actuar por el tiempo de un día. RESULTADOS; la concentración inicial de los contaminantes fue SO_2 con 4.8 ug/m^3 , NO_2 con 22.4 ug/m^3 , CO con 169 ug/m^3 luego del tratamiento SO_2 con 2.7 ug/m^3 , NO_2 con 16.8 ug/m^3 , CO con 86 ug/m^3 ; CONCLUSION, Los resultados demuestran que la Planta lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) son eficiente para reducir las concentraciones de los gases NO_2 , SO_2 , CO presente en espacio interior.

Gomez y Pandia (2020) en su estudio: *Diseño de un Sistema de Biodepuración del Aire con el uso de Plantas para la Mejora en la Calidad del Aire en Paraderos de la Ciudad de Arequipa*; OBJETIVO, validar el diseño de un sistema de biodepuración del aire con el uso de plantas en paraderos de la ciudad de Arequipa, puesto que es el punto de encuentro entre los peatones y los vehículos de transporte o buses, en donde existe un período determinado de espera que llega a ser el tiempo de exposición de los peatones a los contaminantes atmosféricos provenientes del parque automotor; METODOLOGIA, se seleccionó las especies de plantas: Lengua de Suegra, Potus y Lazo de amor; dado que son plantas efectivas para la remoción de los contaminantes NO_2 , SO_2 , CO Y $\text{PM}_{2.5}$, además que son plantas que se adecuan a las condiciones climáticas de la ciudad, se realizó la recolección de información de fuentes primarias y secundarias referentes a la concentración de dichos contaminantes atmosféricos entre los años 2014 – 2019; el diseño del prototipo del sistema de biodepuración del aire se realizó mediante el software SolidWorks; RESULTADOS, El diseño del sistema de biodepuración del aire, comprende el modelamiento de la estructura metálica del paradero; para la cubierta verde, se realizó un análisis mediante escenarios, con el fin de calcular

la cantidad adecuada de cada una de las especies de plantas seleccionadas, asimismo contará con un sistema de riego por goteo autónomo y para el suministro de energía al sistema se aprovechará la luz solar de la ciudad con un sistema de generación de energía fotovoltaica, permitiendo la autonomía del sistema de biodepuración de aire en paraderos; CONCLUSION, se logró reducir un porcentaje de remoción promedio de un 30% de los contaminantes atmosféricos.

Alcedo y Ruiz (2023) en su estudio: *Relación Entre La Concentración De Material Particulado Y La Eficiencia De La Fitorremediación Atmosférica En Espacios Urbanos – Lima*; OBJETIVO, o establecer la relación entre el material particulado y la eficiencia de la fitorremediación atmosférica en espacios urbanos; METODOLOGIA, se compara mediante el análisis documental de 32 estudios relevantes utilizando el programa IBM SPSS, el estudio tiene un enfoque cuantitativo, diseño no experimental, tipo correlacional y de profundidad descriptiva-correlacional. A nivel laboratorio el análisis gravimétrico y lavado con agua desionizada y cloroformo, fueron los métodos más utilizados por los autores; RESULTADOS, se muestran que ciertas especies de plantas pueden adsorber material particulado y la eficiencia de la fitorremediación depende de varios factores ambientales; CONCLUSION, Se concluye que la fitorremediación es una técnica sostenible y económica, las especies estudiadas en su mayoría son árboles y poseen hojas caducifolias destacando las especies *Juniperus chinensis*, *Juniperus formosana*, *Osmanthus fragrans* Lour, *Pinus sylvestris* L, *Sabina chinensis* *Taxus baccata* L. que adsorbe PM_{2.5}, *Cupressus arizonica*, *Juniperus formosana*, *Osmanthus fragrans* Lour, *Pinus sylvestris* L., *Taxus baccata* L. adsorbe mayor cantidad de PM₁₀.

Poyano (2021) en su estudio: *Sistema de paredes verdes para la reducción de contaminantes del aire: Revisión sistemática - Lima*; OBJETIVO, sistematizar las características del sistema de paredes verdes aplicados en la reducción de contaminantes del aire; METODOLOGIA, se dio mediante la búsqueda de referencias en las

bases de datos: Scopus, Scielo, Science direct y Google académico, obteniendo 131 documentos inicialmente, tras una filtración mediante los criterios de inclusión y exclusión, fueron 21 los documentos finales para la investigación. Respecto a las metodologías de evaluación, existe una amplia variabilidad tanto para ambientes interiores como exteriores, empleando láser nefelómetros, así como las mediciones antes y después del sistema; RESULTADOS, Se identificó tres parámetros de control: tipo de especies, cantidad de plantas y densidad de follaje. La especie de planta más empleada fue *Epipremnum aureum* en la reducción PM, CO₂ y COV; CONCLUSION, Existe gran variabilidad respecto a las metodologías de evaluación de contaminantes del aire tanto para ambientes interiores como exteriores. Algunos autores implementan láser nefelómetro en el sistema de paredes verdes para la detección constante del contaminante evaluado, así como el uso de un sistema de monitoreo de calidad del aire antes o después de la aplicación de las paredes verdes.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Chavez (2018) en su estudio: *Fuentes Emisoras De Contaminación Atmosférica Y Su Influencia En La Calidad Del Aire De La Ciudad De Huánuco*; OBJETIVOS, estimar la cantidad de gases que afectan la calidad del aire emitidas por fuentes de área, fijas y móviles; METODOLOGIA, se calculó las fuentes emisoras de contaminación mediante un inventario y el uso de factores de emisión proporcionadas por la agencia para la protección ambiental de los Estados Unidos (US AP-42), en los distritos de Huánuco, Amarilis y Pillco marca en Perú, a través de una comparación en prospectiva para el año 2025; RESULTADOS, el total de emisiones al 2025 superarían el 200% en incremento y deteriorarían la calidad del aire en el área de estudio, trayendo como consecuencia la generación de problemas ambientales como smog y ozono; CONCLUSION, los valores de emisiones de gases de efecto invernadero y que afectan a calidad del aire están correlacionados positivamente por las diversas actividades que se

realizan en la ciudad, teniendo una relación considerable a alta igual al 0.878 y 0.937 respectivamente. Así mismo, del análisis de regresión se concluye que existe influencia directa de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 77.1% en la atmósfera de la ciudad, y por su parte las emisiones de gases que afectan la calidad del aire y son precursores de otros fenómenos una influencia de 87.8%.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. FITORREMEDIACIÓN

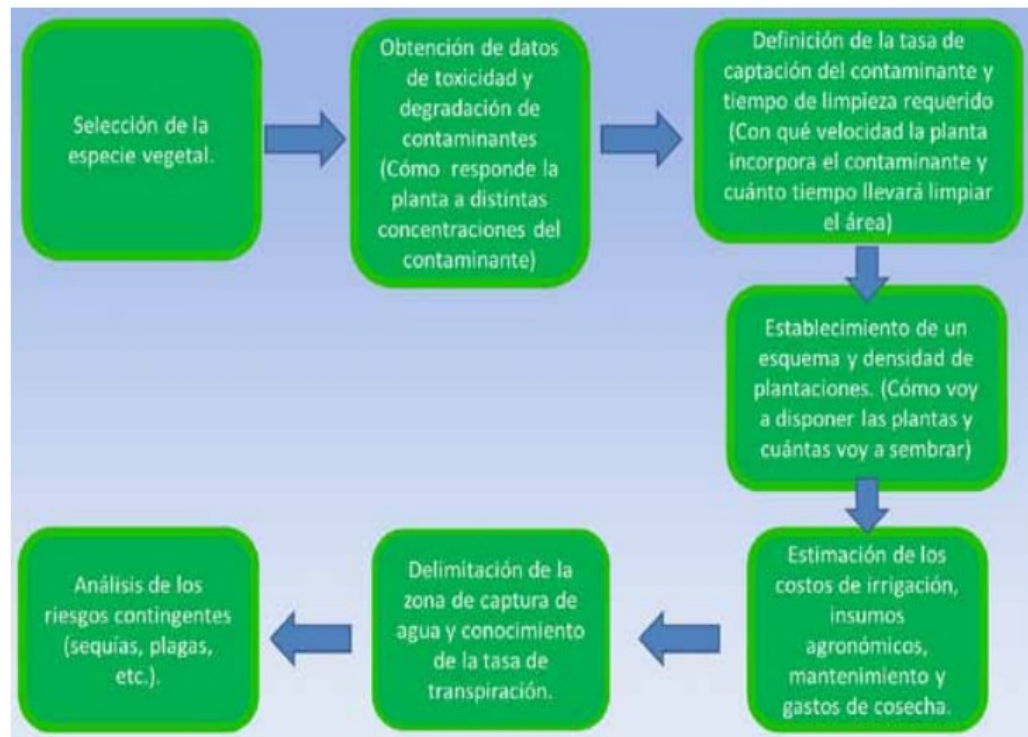
El término fitorremediación hace referencia a una serie de tecnologías que se basan en el uso de plantas para limpiar o restaurar ambientes contaminados, como aguas, suelos e incluso aire. Se compone de dos palabras, fito, ta, que en griego significa planta o vegetal, y remediar (del latín remediare), que significa poner remedio al daño, o corregir o enmendar algo. Fitorremediación significa remediar un daño por medio de plantas o vegetales. (Nuñez et al., 2004)

La Fitorremediación es el seudónimo entregado al uso de plantas para reducir, remover, degradar o inmovilizar agentes contaminantes, empleando la capacidad que tiene éstas de tomar sus nutrientes a través de las raíces o gases desde las hojas; permitiendo así extraer sustancias tóxicas del suelo, agua o del aire. (Nerio & Olivero, 2008)

La fitorremediación se caracteriza por ser una práctica de limpieza pasiva y estéticamente agradable que aprovechan la capacidad de las plantas y la energía solar para el tratamiento de una gran variedad de contaminantes del medio ambiente. (Díaz & Ospina, 2019)

Figura 1

Pasos para de diseñar un sistema de fitorremediación



Nota. La Figura expone las 7 fases de la fitorremediación que se utiliza para poder tener los resultados esperados.

Ventajas de la fitorremediación:

Según Lifeder (2022) son los siguientes:

- La aplicación de técnicas fitorremediadoras resulta muchísimo más económica que la implementación de los métodos convencionales de descontaminación.
- Las tecnologías de fitorremediación resultan eficientes al aplicarse en grandes áreas con niveles medios de contaminación.
- Al ser técnicas de descontaminación *in situ*, no hay que transportar el medio contaminado, evitándose de esta manera la dispersión de los contaminantes por agua o aire.
- Constituyen los métodos de descontaminación de menor impacto ambiental.

Desventajas y limitaciones

Según Lifeder (2022) son los siguientes:

- Las técnicas de fitorremediación solo pueden tener efecto en la zona ocupada por la raíz de las plantas, es decir, en un área y una profundidad limitadas.
- El crecimiento y la sobrevivencia de las plantas empleadas en estas técnicas se ven afectados por el grado de toxicidad de los contaminantes.
- La aplicación de las técnicas de fitorremediación puede tener efectos negativos en los ecosistemas donde se implementan, debido a la bioacumulación de contaminantes en las plantas, que posteriormente pueden pasar a las cadenas alimenticias a través de los consumidores primarios y secundarios.

Procesos De Fitorremediación:

Según Castañeda (2015) son los siguientes:

- **Fito extracción:** las plantas son usadas para realizar la concentración de contaminantes en las partes cosechables (principalmente en la parte aérea), la contaminación que trata es de diversas aguas contaminadas con cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio y zinc.
- **Rizo filtración:** las raíces de las plantas son usadas para la absorción, precipitación y concentración de los contaminantes a partir de efluentes líquidos contaminados y degradar compuestos orgánicos. La contaminación que trata es aguas contaminadas con cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc, isótopos radioactivos y compuestos fenólicos.
- **Fito estabilización:** Las plantas tolerantes se usan para reducir su movilidad y evitar el pasaje a capas subterráneas o al aire. La

contaminación que trata es en lagunas de deshecho de yacimientos mineros, aguas residuales. Propuesto para fenólicos y compuestos clorados.

- **Fito estimulación:** Se usan los exudados radiculares para promover el desarrollo de microorganismos degradativos (bacterias y hongos). La contaminación que trata es desarrollo de microorganismos degradativos (bacterias y hongos). Hidrocarburos derivados del petróleo y poliaromáticos, benceno, tolueno, atrazina, etc, aguas residuales agropecuarias.
- **Fito volatilización:** Las plantas captan y modifican los contaminantes o compuestos orgánicos y los liberan a la atmósfera con la transpiración. La contaminación que trata es aguas residuales agropecuarias, aguas con mercurio, selenio y solventes clorados (tetraclorometano y triclorometano).
- **Fito degradación:** Las plantas acuáticas y terrestres captan, almacenan y degradan compuestos orgánicos para dar subproductos menos tóxicos o no tóxicos. La contaminación que trata es Aguas residuales agropecuarias, Municiones (TNT, DNT, RDX, nitrobenzeno, nitrotolueno), atrazina, solventes clorados, DDT, pesticidas fosfatados, fenoles y nitrilos, etc.

Tabla 1
Plantas remediadoras del suelo, agua, aire

Nombre Científico	Nombre Común	Hábitat	Características	Aporte
Baccharis Salicifolia	Jara amarilla, chilca, azumiate	Estados de Oaxaca, Nayarit, Jalisco y Colima	Mide entre 0.8 a 2 m de altura. El tallo es leñoso y granuloso. Las hojas son alargadas y rectas con cabezuelas y laxas de 10 a 15 cm de largo. Las flores son masculinas y femeninas de 5 a 7 mm de ancho dispuestas en tres series con forma semiesférica y fritos parecidos a una nuez, color café blanquecino.	Acumula cobre, uranio
Azolla pinnata	Helecho mosquito, helecho de pato,	Lagos, estanques	Son plantas acuáticas flotantes, de hojas pequeñas con raíces cortas. Frondes divididas cuyo color oscila entre rojo y púrpura a pleno sol y de	

	helecho de agua		verde pálido a verde azulado en la sombra acumula cobre, plomo, cadmio y hierro.	
Lemna minor	Lenteja de agua	Vive en aguas estancadas y remansos.	Sus hojas flotantes son oblongas, con 3 nervios destacados. Se sumerge para florecer. El fruto es utrículo con una semilla o cuatro. Mide aproximadamente de 1,5 a 5 mm	Acumula plomo, cadmio, cobre y hierro

Nota. Esta tabla muestra las variedades de plantas remediadoras que existen y el hábitat donde se encuentra; aparte de ello, indica los diferentes aportes que realizan.

Tabla 2
Plantas remediadoras del suelo, agua, aire

Nombre Científico	Nombre Común	Hábitat	Características	Aporte
Thlaspi caerulescens	Viola baoshanensis	Norteamérica, Texas, Colorado, Wyoming, Montana	Planta herbácea que tiene una roseta basal de la que crecen uno o varios tallos cortos sin ramas con hojas chicas terminado en un denso racimo de diminutas flores blancas.	Absorbe cadmio, plomo y el zinc.
Helianthus annuus	Girasol, calom, jáquima, maravilla, mirasol, tlapololote, maíz de teja, acahual	Norte de América y centro de América	Color amarillo anaranjado, miden 2,5 a 5 cm; los frutos son asquenos ovalados, algo truncados en la base, de 3 a 15 mm de largo, estriados por finísimos surcos verticales, de color oscuro generalmente casi negras. Miden hasta 3 m.	Absorben níquel, cadmio, zinc. Retira cesio, estroncio.
Arabidopsis thaliana	Arabidopsis y oruga	Asia, Europa, África	Las flores hermafroditas de unos 5 mm de diámetro, normalmente con cuatro pétalos blancos, espatulados de unos 5 mm de diámetro, normalmente con cuatro pétalos blancos, espatulados. Tiene de 1 a 3 cm de diámetro.	Hiperacumuladora de cobre y zinc.

Nota. Esta tabla muestra las variedades de plantas remediadoras que existen y el hábitat donde se encuentra; aparte de ello, indica los diferentes aportes que realizan.

Tabla 3
Plantas remediadoras del suelo, agua, aire

Nombre Científico	Nombre Común	Hábitat	Características	Aporte
Myriophyllum spicatum	Hierba acuática	Lagos, charcas	Hojas están divididas como si fuesen plumas o espinas de pez, además están reunidas en verticilos. Toda la planta es de color verde pardo y puede tener incrustaciones de carbonatos porque siempre vive en aguas muy ricas en carbonatos. Mide aproximadamente 4 cm de largo.	Degrada TNT (trinitrito de tolueno)
Typa angustifolia	Juncos acuáticos	Hemisferio Norte en lugares pantanosos. En Norteamérica, es una planta introducida.	Tallos cilíndricos. Hojas casi todas basales, lineares, de más de 15 mm de anchura. Flores unisexuales despuestas en un espádice compacto con aspecto de puro.	Volatilización de selenio
Ceratophyllum demersum	Mil hojas de agua, bejuquillo, cola de zorro o pinito de agua.	Alrededor del mundo	Crece ramificada, lo cual hace sencillo separar hajos para que estos se conviertan en una nueva planta. Además de reproducirse por propagación vegetativa, también poseen flores masculinas y femeninas, encontradas en diferentes nodos.	Retira TNT (trinitrito de tolueno)
Cannabis sativa	Marihuana o mariguana	Originaria Asia central y occidental	Presenta pelos tectores curvados aislados o formando parte de la epidermis. Algunos de ellos pueden estar engrosados en la base con cristales de carbonato cálcico (cistolitos). Las brácteas de inflorescencia femenina poseen abundantes pelos secretores con pie pluricelular pluriseriado y cabeza globulosa constituida por 18 a 16 células.	Acumula cadmio

Nota. Esta tabla muestra las variedades disponibles de plantas remediadoras y el hábitat donde se encuentran. Además, muestra sus diferentes aportaciones.

Figura 2
Planta Baccharis Salicifolia



Nota. La Figura muestra una variedad de plantas remediadoras la cual pertenece a la familia Asteraceae

Figura 3
Planta Lemna minor



Nota. La Figura muestra una variedad de plantas remediadoras la cual pertenece a la familia Araceae

Figura 4
Planta Helianthus annuus



Nota. Se muestra una de las diferentes plantas remediadoras perteneciente a la familia Araceae

Figura 5
Planta Myriophyllum spicatum



Nota. Se muestra una variedad de plantas remediadoras la cual Pertenece a la familia Haloragaceae

Principales plantas altoandinas con potencial fitorremediador

Según Jara et al. (2014) hace mención de una variedad de las plantas altoandinas con potencial de fitorremediación en ambientes contaminados por metales pesados, luego de revisar diferentes estudios realizados en la Cordillera Blanca, Ancash.

Tabla 4
Principales plantas altoandinas – Familia Poaceae

Especie	Área de estudio	Metales analizados
Calamagrostis recta	Quebrada Yanayacu, Microcuenca Quillcayhuanca	Cd, Cu, Ni, Pb, Zn
Calamagrostis brevifolia	Microcuenca Quillcayhuanca	Cd, Cu, Pb, Zn
Calamagrostis glacialis	Nevado Pastoruri, Microcuenca Quillcayhuanca	Al, Fe, Mn, Ni, Cd, Cu, Pb, Zn

Nota. Esta tabla muestra las plantas altoandinas de la familia Poaceae más importantes de los Andes. Además, muestra sus diversos aportes.

Tabla 5
Principales plantas altoandinas

Especie	Familia	Área de estudio	Metales analizados
Achyrocline alata	Asteraceae	Mesapata Microcuenca Quillcayhuanca	Cd, Cu, Ni, Pb, Zn
Werneria nubigena*		Quebrada Yanayacu Microcuenca Quillcayhuanca	Cd, Cu, Pb, Zn
Juncus imbricatus*	Juncaceae	Humedal de Mesapata y Huancapetí, Microcuenca Quillcayhuanca	Al, As, Cd, Cu, Pb, Zn, Fe
Juncus bufonius		Humedal de Mesapata, Microcuenca Quillcayhuanca	Cd, Cu, Pb, Zn, Fe

Nota. Esta tabla muestra las plantas de fitorremediación de la familia Asteraceae y Juncaceae más importantes de los Andes. Además, muestra sus diversos aportes.

Tabla 6
Principales plantas altoandinas

Especie	Familia	Área de estudio	Metales analizados
Huperzia crassa*	Lycopodiaceae	Microcuenca Quillcayhuanca	Cd, Cu, Pb, Zn
Medicago polymorpha*	Fabaceae		
Medicago lupulina	Fabaceae	Planta Polimetálica Mesapata, Collahuasi Microcuenca Quillcayhuanca	Cd, Cu, Ni, Pb, Zn
Scirpus olneyi*	Cyperaceae	Humedal de Mesapata	Cd, Cu, Pb, Zn, Fe

Nota. Esta tabla muestra las principales plantas fitorremediadoras altoandinas. Además, muestra sus diferentes aportaciones que realiza.

Figura 6
Planta altoandina Achyrocline alata



Nota. Se muestra una variedad de planta altoandina que es perteneciente a la familia Asteraceae

Figura 7
Planta altoandina Calamagrostis brevifolia



Nota. La imagen muestra un de las variedades de plantas altoandinas que pertenece a la familia Poaceae.

Figura 8

Planta altoandina Juncus imbricatus



Nota. Se muestra una variedad de planta altoandina que es perteneciente a la familia Juncaceae

Lengua de Suegra (Sansevieria Trifasciata)

Es una especie de Dracaena (Sansevieria), es una planta ornamental que se encuentra regularmente en los espacios interiores, además de ser una de las plantas más resistente a condiciones ambientales desfavorables, ya que en exteriores pueden llegar a tolerar altas temperaturas cercanas a los 40°C como máximo y -5°C como mínimo, dependiendo de la constancia de exposición a estas temperaturas. Por otro lado, la NASA señala que esta planta es una especie purificadora del aire, removiendo tóxicos como el benceno y el formaldehído. Además, que esta planta tiene una capacidad de absorción de 169 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de monóxido de carbono. Y es capaz de mantener su forma durante todo el año y puede vivir más de 24 meses. Su tamaño suele encontrarse entre 30 y 90 cm. (Gomez y Pandia, 2020)

Figura 9

Planta Lengua de Suegra (Sansevieria trifasciata)



Nota. La Figura muestra una de las variedades que será utilizada en la evaluación el cual pertenece a la familia Asparagaceae.

Araña (*Chlorophytum comosum*)

Es una especie de la familia Asparagaceae, es una planta originaria de África Meridional, se caracteriza por tener sus hojas largas que recaen. Sus hojas son verdes lineales y llegan a tener un largo de 30 cm. Es una resistente a condiciones ambientales que pueden llegar a temperaturas máximas de 30°C y temperaturas mínimas de -2°C, siempre que esas temperaturas no sean constantes. En cuanto a sus cuidados, su riego debe ser frecuente, como 2 a 3 veces por semana en verano, y una vez por semana en invierno. Además, para su óptimo desarrollo, es necesario abonarla cada quince días con fertilizantes líquidos disueltos en el agua de riego. (Gomez y Pandia, 2020)

Figura 10

*Planta Araña (*Chlorophytum comosum*)*



Nota. La planta que se indica pertenece a la familia Agavaceae y será una de las variedades de plantas fitorremediadoras utilizadas en la evaluación.

Calidad del aire

La calidad del aire es una indicación de cuando el aire está exento de contaminantes atmosférico y por lo tanto apto para ser respirado. No gozar de un ambiente con aire de calidad es un problema que implica riesgo o daño para la seguridad y la salud de las personas, el medio ambiente y bienes de cualquier naturaleza.

No disfrutar de un ambiente ventilado de calidad es una cuestión de riesgo potencial o de daño a la seguridad, salud de las personas y el medio ambiente, al mismo tiempo se sabe que, sus componentes, como la carencia o abundancia de alguno de sus elementos, determinan la causa de la calidad del aire. Por tanto, dichos componentes están representados por la densidad o por el tamaño del contaminante, su apariencia física y la presencia de microorganismos.(Vargas, 2011).

Contaminación Del Aire

Según Álvarez et al. (2018) el aire es el medio gaseoso necesario para la vida y el mantenimiento de los ecosistemas y es también el medio en el que se desarrollan gran parte de los seres vivos. El aire está constituido por dos componentes mayoritarios nitrógeno (78%) y oxígeno (21%) y cantidades menores del 1% de dióxido de carbono (CO₂) y argón (Ar), entre otros.

Puede definirse la contaminación como la presencia de ciertos compuestos (gaseosos, líquidos o sólidos) que habitualmente no se encuentran en el aire, que se incorporan dispersos en pequeñas cantidades, pero suficientes para afectar a su calidad, y que pueden causar efectos nocivos en los seres humanos, en la fauna y flora y afectan también a la estabilidad del patrimonio cultural (como edificios o monumentos). (Alvarez et al., 2018)

Fuentes Contaminantes del aire

(Inche, 2004) menciona que un contaminante del aire puede definirse como cualquier sustancia que al ser liberada en la atmósfera

altera la composición natural del aire y puede ocasionar efectos adversos en los seres humanos, vegetación, animales o los materiales. Existen cientos de contaminantes en el aire que se presentan en forma de partículas, gases y vapores.

Los contaminantes presentes en la atmósfera proceden de dos tipos de fuentes emisoras bien diferenciadas: las naturales y las antropogénicas o artificiales

- **Fuentes Naturales**

Son factores que contaminan independientemente de las actividades humanas, como los vientos que producen polvaredas, las erupciones volcánicas, la erosión del suelo, los incendios forestales. (Inche, 2004)

- **Fuentes Artificiales**

Son las que contaminan a causa de actividades humanas. Comprende las fuentes fijas y móviles:

1. Fuentes Fijas o Estacionarias. Es toda instalación establecida en un solo lugar y que tiene como propósito desarrollar procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Incluyen a los sectores: químico, petrolero, pinturas y tintas, de automóviles, de papel, del acero, del vidrio, de la generación de la electricidad, del cemento, etc.

2. Fuentes Móviles. Se consideran los vehículos automotores que circulan por carretera tales automóviles camiones, autobuses y motocicletas.

Efectos de la Contaminación Del Aire

Las actividades humanas han tenido un efecto perjudicial en la composición del aire. La quema de combustibles fósiles y otras actividades industriales han cambiado su composición debido a la

introducción de contaminantes, incluidos el dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas sólidas y líquidas conocidas como material particulado. (Inche, 2004)

Aunque todos estos contaminantes pueden ser generados por fuentes naturales, las actividades humanas han aumentado significativamente su presencia en el aire que se respira. (Inche, 2004)

Purificación del aire

Incluye la separación de sustancias nocivas con el fin de obtener mejoras significativas en la respiración, ayudando a retener todas las partículas contaminantes, que causan daño a la salud del ser humano. Por ello, aunque existen varios métodos técnicos para depurar el aire contaminado, también existen procesos naturales que absorben contaminantes, como la fotosíntesis, que incluyen la absorción de nutrientes, agua, rayos ultravioleta y dióxido de carbono para producir alimentos y oxígeno. Por tanto, se puede entender que las plantas es el recurso más sostenible para limpiar el aire urbano. (Gomez y Pandia, 2020)

Medición y Análisis de Contaminantes del Aire

La medición de los contaminantes sirve para varias funciones tales como: Provee un criterio cuantitativo sobre si los estándares de calidad del aire se están superando o logrando y en qué grado. La medición es necesaria para determinar si algunos cambios nocivos en los niveles de contaminación están ocurriendo como resultado de las actividades del hombre. Sirve para determinar el cumplimiento de las normas de calidad del aire y para diagnosticar las condiciones de un área antes de construir una nueva fuente de contaminación. Cuanto más se aproxime uno a la medición del tiempo real, más costoso se volverá el equipo necesario debido a la mayor sensibilidad requerida y a la cantidad de datos que se han de almacenar y procesar. Para una muestra colectada el tiempo promedio corresponde al tiempo en que se empleó en el muestreo y al

tiempo de respuesta del instrumento de medición. Respecto a un contaminante como el dióxido de azufre, dicha respuesta es rápida y los picos atmosféricos de corta duración de este contaminante puede ser el factor crítico en la determinación de los daños sobre la salud. En cuanto al plomo, la respuesta es lenta y el promedio a largo plazo es necesario. Estas diferencias se reflejan en los estándares de la calidad del aire. (Inche, 2004)

Métodos para la Medición y Análisis de Contaminantes

Estos procedimientos orientan el muestreo, análisis, calibración de instrumentos y cálculo de las emisiones. La elección del método específico de análisis depende de un número de factores, siendo los más importantes las características químicas del contaminante y su estado físico-sólido, líquido o gaseoso. Los métodos de referencia se diseñan para determinar la concentración de un contaminante en una muestra. La concentración se expresa en términos de masa por unidad de volumen, usualmente en microgramos por metro cúbico. (Inche, 2004)

Hidrocarburos

Los hidrocarburos son compuestos químicos formados únicamente por átomos de hidrógeno y carbono. Son la base de los compuestos orgánicos y constituyen la mayor parte de los combustibles fósiles. Hay dos categorías principales de hidrocarburos: saturados e insaturados.

- **Hidrocarburos saturados:** Todos los enlaces entre los átomos de carbono son enlaces simples. Los hidrocarburos saturados se conocen como alcanos o parafinas. Un ejemplo común es el metano (CH_4).
- **Hidrocarburos insaturados:** Contienen al menos un enlace doble o triple entre átomos de carbono. Los hidrocarburos insaturados se dividen en dos grupos principales: alquenos y alquinos.

- **Alquenos:** Contienen al menos un enlace doble entre átomos de carbono. Un ejemplo es el eteno (C_2H_4).
- **Alquinos:** Contienen al menos un enlace triple entre átomos de carbono. Un ejemplo es el etino (C_2H_2).

Los compuestos orgánicos más simples contienen únicamente los elementos carbono e hidrógeno, y se denominan hidrocarburos. Aunque están compuestos únicamente por dos tipos de átomos, existe una gran variedad de hidrocarburos porque pueden consistir en cadenas de distinta longitud, cadenas ramificadas y anillos de átomos de carbono o combinaciones de estas estructuras. Además, los hidrocarburos pueden diferir en los tipos de enlaces carbono-carbono que están presentes en sus moléculas. Muchos hidrocarburos se encuentran en las plantas, los animales y sus fósiles; otros se han preparado en el laboratorio. (Flowers et al., 2022)

La combustión de hidrocarburos también contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero y otros problemas ambientales, lo que ha llevado a un creciente interés en fuentes de energía más sostenibles. (Flowers et al., 2022)

MARCO NORMATIVO

- **LEY GENERAL DEL AMBIENTE N° 28611 (2005)**

Artículo I, especifica que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

Artículo III, establece que toda persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en

la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. El Estado concreta con la sociedad civil las decisiones y acciones de la gestión ambiental.

Según Tello (2017):

Estándares De Calidad Ambiental (ECA) para el Aire

- Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, decreta:**

Artículo 1 indica que se aprobó los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, que como tabla forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Tabla 7
Estándares de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Periodo	Valor [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Criterios de evaluación	Método de análisis
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250	No exceder más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	No exceder más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($\text{PM}_{2.5}$)	24 horas	50	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración Anual
	Anual	25	Media aritmética anual (Gravimetría)	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10})	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración
	Anual	50	Media aritmética anual (Gravimetría)	
Mercurio Gaseoso Total (Hg)	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	No exceder más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	

Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria No exceder más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	No exceder más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Nota. La tabla presenta los estándares de calidad del aire según su periodo, así mismo los valores y criterios de evaluación que menciona el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM.

Medidor De Calidad Del Aire

El monitoreo del aire es el resultado de los procedimientos de muestreo y análisis de los contaminantes atmosféricos. Los contaminantes atmosféricos importantes que se monitorean comúnmente son: SO₂, CO, PST, PM₁₀, ozono y óxidos de nitrógeno (NO_x). Estos contaminantes son conocidos como contaminantes criterio, para los cuales existen normas de calidad del aire. La finalidad de las normas es proteger la salud humana (normas primarias), así como el bienestar del ser humano y los ecosistemas (normas secundarias). Los hidrocarburos sin metano (HSM) también son contaminantes atmosféricos importantes por sus potenciales efectos en la salud y por ser, junto con NO_x, los precursores del ozono. (Korc & Sáenz, 1999)

Según Adler (2022) Existe una gran variedad de instrumentos para medir la calidad del aire y cada uno perteneciente al tipo de método que vamos a usar:

1. Detector de calidad del aire

Es una herramienta que monitorea PM 2.5, HCHO, TVOC, CO y CO₂, concentraciones de gases y humedad y temperatura, de esta manera se calcula el valor de calidad del aire que nos sirve para entender como de perjudicial está el ambiente.

El instrumento adopta un sensor de polvo láser de alta precisión, un sensor electro químico HCHO, un sensor semiconductor de calidad del aire y un sensor de temperatura y humedad.

Figura 11
T-Z01 pro Detección de calidad del aire



Nota. Instrumento de medición de niveles de CO, CO₂, HCHO, TVOC, temperatura y humedad.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. FITORREMEDIACIÓN

El término fitorremediación hace referencia a una serie de tecnologías que se basan en el uso de plantas para limpiar o restaurar ambientes contaminados, como aguas, suelos, e incluso aire. Es un término relativamente nuevo, acuñado en 1991. Se compone de dos palabras, fito, ta, que en griego significa planta o vegetal, y remediar (del latín remediare), que significa poner remedio al daño, o corregir o enmendar algo. Fitorremediación significa remediar un daño por medio de plantas o vegetales. (Nuñez et al., 2004)

2.3.2. CALIDAD DEL AIRE

Es una indicación de cuando el aire está exento de contaminantes atmosférico y por lo tanto apto para ser respirado. No disfrutar de un ambiente ventilado de calidad es una cuestión de riesgo potencial o de daño a la seguridad, salud de las personas y el medio ambiente al mismo tiempo se sabe que, sus componentes, como la carencia o abundancia

de alguno de sus elementos, determinan la causa de la calidad del aire. (Vargas, 2011).

2.3.3. LENGUA DE SUEGRA (SANSEVIERIA TRIFASCIATA)

Se trata de una planta muy fácil de cuidar además con más poder de purificación del aire de nuestros hogares y oficinas, siendo una de las de más fácil mantenimiento, esto debido a que sus hojas absorben las toxinas como el óxido de nitrógeno, benceno, formaldehído, xileno y tricloroetileno, que son perjudiciales para la salud. (Natareas, 2022)

2.3.4. ARAÑA (CHLOROPHYTUM COMOSUM)

Es conocida por ser resistente y adaptable a diversas condiciones de crecimiento. Además de su atractivo estético, la planta también ofrece una serie de beneficios para la salud entre ellos esta su capacidad para purificar el aire interior. A través de la fotosíntesis, absorbe toxinas y contaminantes presentes en el aire, como el formaldehído y el monóxido de carbono, convirtiéndolos en oxígeno fresco y limpio. Esto ayuda a mejorar la calidad del aire y a reducir los problemas respiratorios. (Moñino, 2023)

2.3.5. MECÁNICAS DE MOTOS

La mecánica de motos se encarga del mantenimiento y reparación de motocicletas tanto convencionales como los modelos menos tradicionales. Un mecánico de motos debe poder reconocer, dar mantenimiento, inspeccionar y reparar los diferentes componentes de una motocicleta. (Institute, 2020)

2.3.6. EL AIRE

La mezcla homogénea de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad. Es una combinación de gases en proporciones ligeramente variables, compuesto por nitrógeno (78%), oxígeno (21%),y

otras sustancias (1%), como ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y gases nobles (kriptón y argón). (Chamorro, 2017)

2.3.7. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Es la introducción en la atmósfera, directa o indirectamente, de sustancias o formas de energía que tengan una acción nociva de tal naturaleza que ponga en peligro la salud del hombre, que cause daños a los recursos biológicos y a los ecosistemas, que deteriore los bienes materiales y que dañe o perjudique las actividades recreativas y otras utilizaciones legítimas del medio ambiente. (Martinez, 2018)

2.3.8. CONTAMINANTES DEL AIRE

Un contaminante del aire puede definirse como cualquier sustancia que al ser liberada en la atmósfera altera la composición natural del aire y puede ocasionar efectos adversos en los seres humanos, vegetación, animales o los materiales. Se desconoce la composición del aire no contaminado. Los seres humanos han vivido en el planeta durante miles de años y sus numerosas actividades han influido en la composición del aire antes de que fuese posible medir sus elementos constitutivos. (Inche, 2004)

2.4. HIPÓTESIS

H1: Las plantas ornamentales del orden asparagales tienen efecto diferente en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024

H0: Las plantas ornamentales del orden asparagales no tienen efecto diferente en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN

Fitorremediación

2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA

Calidad del Aire

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“Efecto de plantas ornamentales del orden asparagales en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024”

Variable de Calibración	Indicador	Valor Final	Tipo de variable
Fitorremediación	Especie Fitorremediadora	- Lengua de suegra (sansevieria trifasciata) - Araña (chlorophytum comosum)	Nominal Dicotómica
Variable Evaluativa	Indicador	Unidad de medición	Tipo de variable
Calidad del Aire	- Material particulado 2.5 - CO - CO₂	- Medidor de niveles de CO, CO₂	Numérica Continua

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

Según Marcedones (2000), define que la investigación es un proceso sistemático, organizado y objetivo, cuyo propósito es responder a una pregunta o hipótesis y así aumentar el conocimiento y la información sobre algo desconocido; Con el propósito de alcanzar los objetivos propuestos, se seleccionó un enfoque específico para el trabajo de investigación.

La investigación se enmarca dentro del enfoque experimental, Hernández Sampieri (2016) expresa que, La Investigación experimental se realiza con la manipulación deliberada de variables y en los que no solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. (p.153), así también la investigación es cuantitativo porque utiliza el enfoque empírico-analítico, racionalista que es aquel que se basa en los números para investigar, analizar y comprobar información y datos; es decir se especifica y delimita la correlación, además de la fuerza de las variables, la generalización y objetivación de cada uno de los resultados obtenidos para deducir una población; y para esto se emplea un acopio metódico u ordenado, y analizar toda la información numérica que se tiene.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación es explicativa de acuerdo al fin que se persigue y descriptiva de acuerdo al diseño de investigación. Hernández Sampieri (2016), señala que Los estudios explicativos miden de forma dependiente las variables, tales variables aparecen enunciadas en los objetivos de investigación.

Hernández Sampieri (2016), expresa que Los transeccionales correlacionales tienen como objetivo describir relaciones entre dos o más variables en un momento determinado y establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian.

3.1.3. DISEÑO

Para la investigación se empleó el diseño de tipo experimental, tal como se muestra en el siguiente esquema.

GE1: O1 --- X1 --- O2

GE2: O1 --- X2 --- O2

Donde:

GE1: Grupo Experimental 1

GE2: Grupo Experimental 2

O1: Pre Test

X1: Intervención con la planta Lengua de Suegra

X2: Intervención con la planta Araña

O2: Post Test

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. LA POBLACIÓN:

La población la constituye el aire contaminado debió a la exposición de gases tóxicos en las mecánicas de motos. Dichas mecánicas se encuentran ubicadas en las Ciudad de Huánuco, provincia y región de Huánuco en Perú. Un plano de ubicación se adjunta en el anexo.

3.2.2. MUESTRA

La muestra de estudio la constituye el aire contaminado de dos talleres de motos en la Cuidad de Huánuco. Dichos talleres tienen un área de 100 m²

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 8

Para la recolección de datos

VARIABLE	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS O RECURSOS
Calidad del Aire	- Medidor niveles de CO, CO ₂ , PM 2.5	Observación	T-Z01 pro Detección de calidad del aire

3.3.1. PROTOCOLO DE TRABAJO

La utilización de una planta para mejorar la calidad del aire puede ser un proceso efectivo y beneficioso. Aquí hay algunos pasos generales que podrías seguir:

1. Identificación de la necesidad:

- Evaluar la calidad del aire en la zona específica donde se desea mejorar.
- Identificar los contaminantes presentes, como partículas en suspensión, compuestos orgánicos volátiles (COV), dióxido de carbono (CO₂), entre otros.

2. Selección de plantas adecuadas:

Investigar y seleccionar plantas que sean conocidas por su capacidad para purificar el aire. Algunas plantas son más eficientes para eliminar ciertos contaminantes.

3. Diseño del espacio:

- Determinar la disposición y la cantidad de plantas necesarias para abordar la calidad del aire en el área objetivo.
- Considerar la ubicación de las plantas para maximizar su eficacia y mejorar la circulación del aire.

4. Cuidado y mantenimiento:

- Establecer un plan de cuidado para las plantas, que incluya riego regular, poda y control de plagas.
- Proporcionar condiciones óptimas de crecimiento, como luz adecuada y temperaturas moderadas.

5. Monitoreo continuo:

- Implementar sistemas de monitoreo de la calidad del aire para evaluar la efectividad de las plantas en la mejora de la calidad del aire.
- Realizar ajustes en el diseño o en la selección de plantas según los resultados del monitoreo.

6. Educación y concientización:

- Informar a las personas en el área sobre los beneficios de las plantas para la calidad del aire.
- Fomentar prácticas sostenibles y la importancia de mantener un entorno saludable.

7. Integración con sistemas existentes:

- Integrar la utilización de plantas con otros sistemas de calidad del aire existentes, como sistemas de filtración mecánica.

8. Evaluación a largo plazo:

- Evaluar periódicamente la eficacia a largo plazo del uso de plantas para mejorar la calidad del aire.
- Realizar ajustes según sea necesario para mantener y mejorar la eficacia del sistema.

Figura 12
Pasos para mejorar la calidad del aire



Nota. 8 procesos del protocolo

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Procedimientos de Recolección de Datos. - la recolección de los datos se ejecutará por un periodo de tiempo de 2 meses, a través de la aplicación de los instrumentos de medición de variables.

Procedimiento de Elaboración de los Datos. - Se empleará tablas para registro de información estadísticos del cual se analizarán e interpretarán en base en los objetivos e hipótesis planteados; para someterlo a discusión con literaturas de otros autores.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La información primaria será tomada en el campo mediante monitoreos y será analizada con el software estadístico IBM SPSS versión 26. Se presentarán tablas y gráficos que sean idóneos para presentar los resultados. La contrastación de la hipótesis se llevará a cabo siguiendo el ritual de la significancia estadística de la era informática.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 9

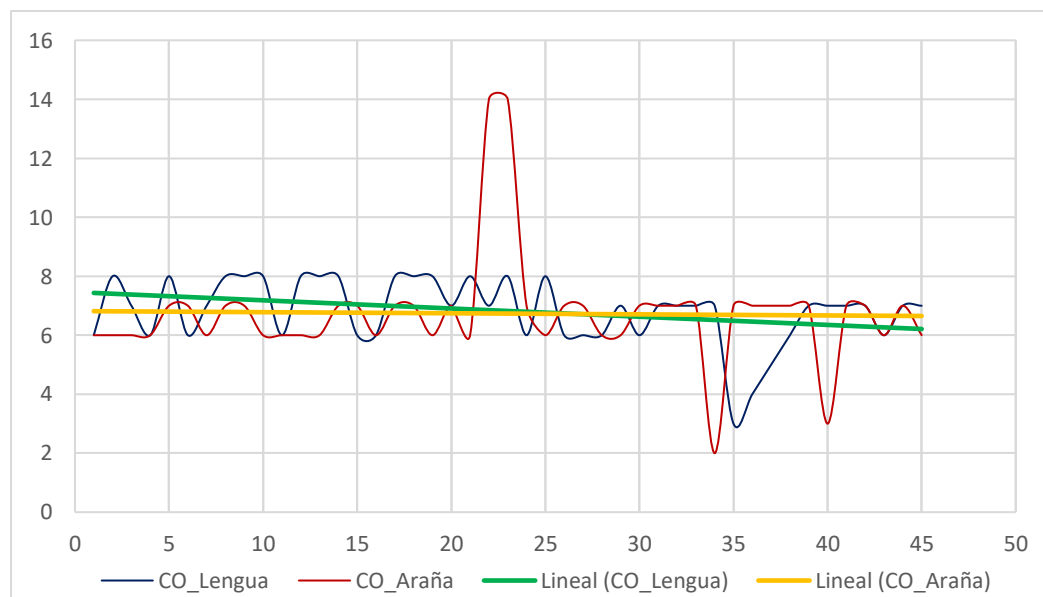
Nivel promedio de CO al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024

Indicador	Planta	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
CO	Lengua de suegra	6.8222	0.16603	6.4876	7.1568
	Planta de araña	6.7333	0.27780	6.1735	7.2932

Nota. Datos recolectados en campo

Figura 13

Comportamiento del CO (ppm) al usarse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024



Nota. Se aprecia que, en el tiempo, ambas plantas se asemejan en los resultados de CO. Se midió 25 veces.

Tabla 10

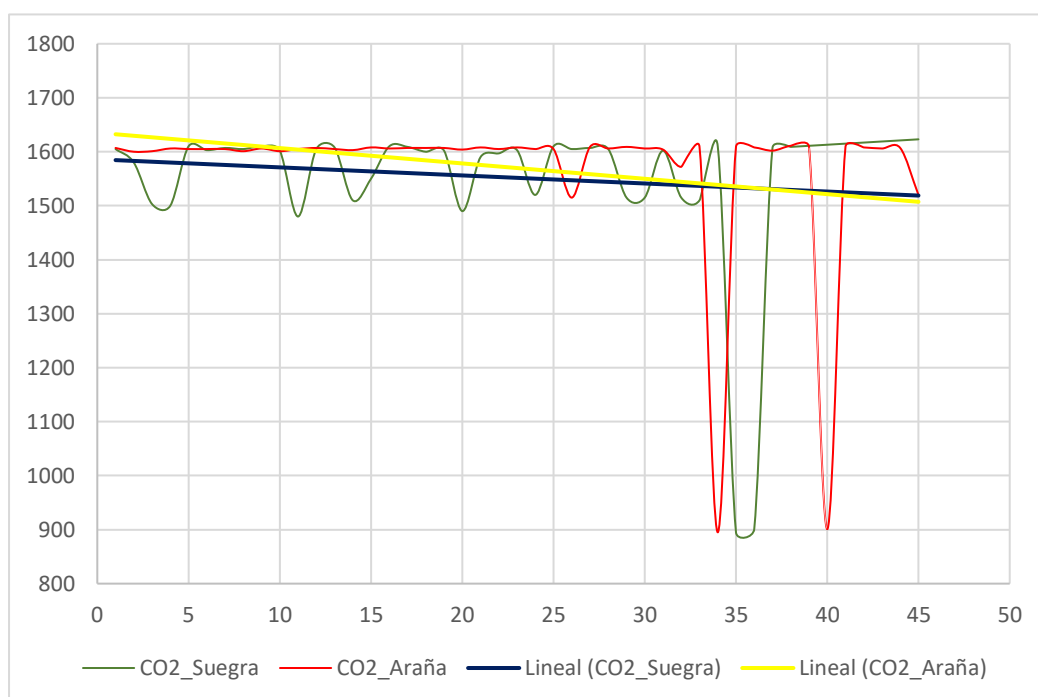
Nivel promedio de CO₂ al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024

Indicador	Planta	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
CO ₂	Lengua de suegra	1551.64	22.21	1506.88	1596.41
	Planta de araña	1569.82	22.03	1525.43	1614.22

Nota. Datos recolectados en campo

Figura 14

Comportamiento del CO₂ (ppm) al usarse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024



Nota. Se aprecia que, en el tiempo, ambas plantas presentan una tendencia similar en la concentración de CO₂ en las mecánicas de motos. Se midió 25 veces.

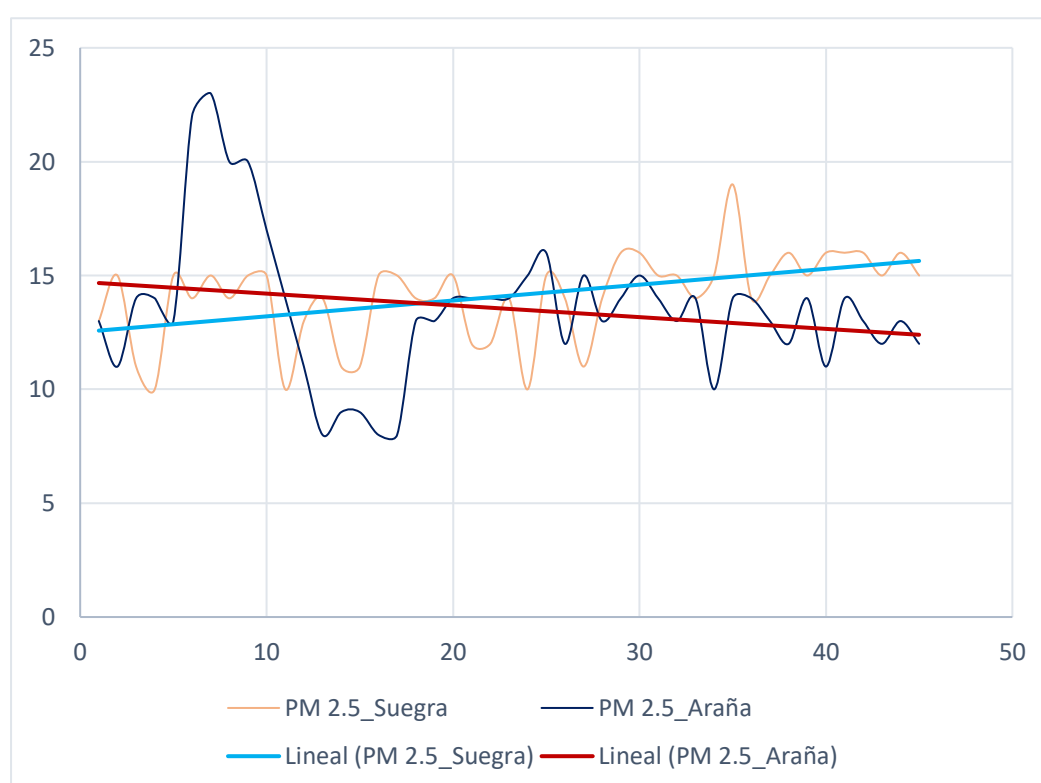
Tabla 11

Nivel promedio de PM 2.5 (ug/m3) al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024

Indicador	Planta	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
PM 2.5	Lengua de suegra	14.11	0.29	13.53	14.69
	Planta de araña	13.53	0.48	12.57	14.49

Figura 15

Comportamiento del PM 2.5 (ug/m3) al usarse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024



Nota. Se aprecia que, en el tiempo, se tiene una mayor concentración de PM 2.5 al emplearse la lengua de suegra. Se midió 25 veces

Tabla 12

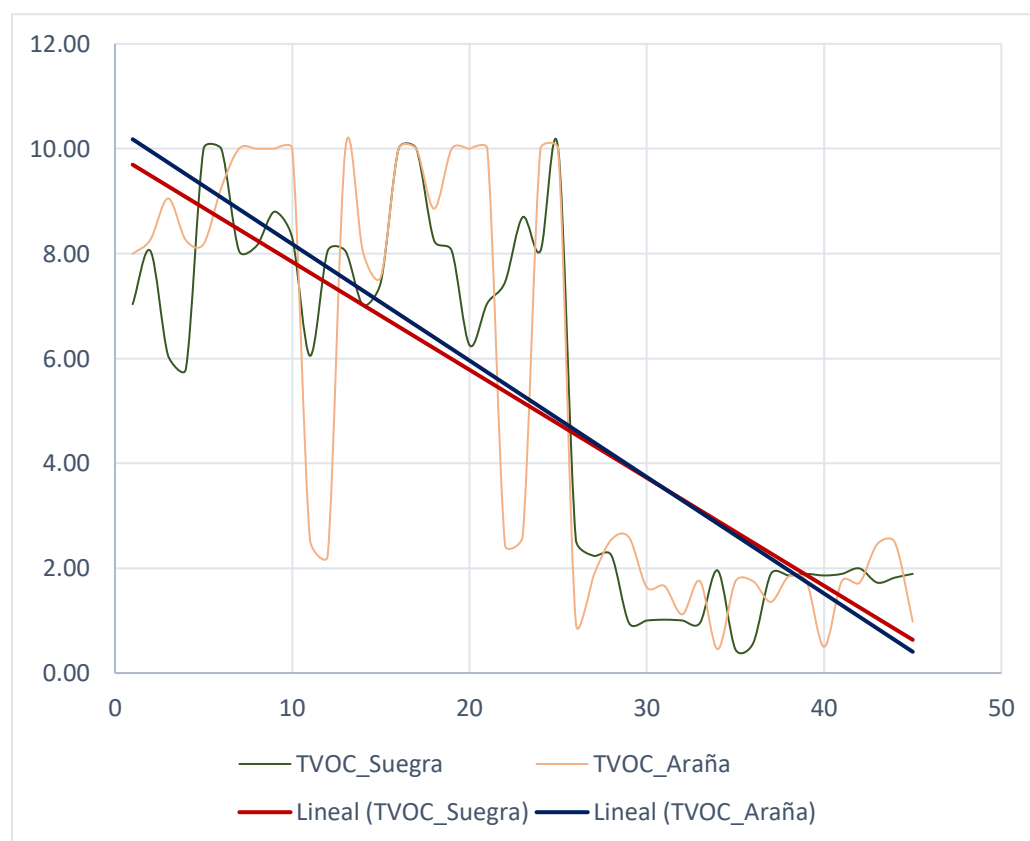
Nivel promedio del TVOC al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024

Indicador	Planta	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
TVOC	Lengua de suegra	5.1645	0.50630	4.1441	6.1848
	Planta de araña	5.2929	0.57714	4.1297	6.4560

Nota. Datos recolectados en campo

Figura 16

Comportamiento del TVOC al usarse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024



Nota. Se aprecia que, en el tiempo, ambas plantas tienen un comportamiento similar en cuanto al TVOC. Se midió 25 veces

Tabla 13

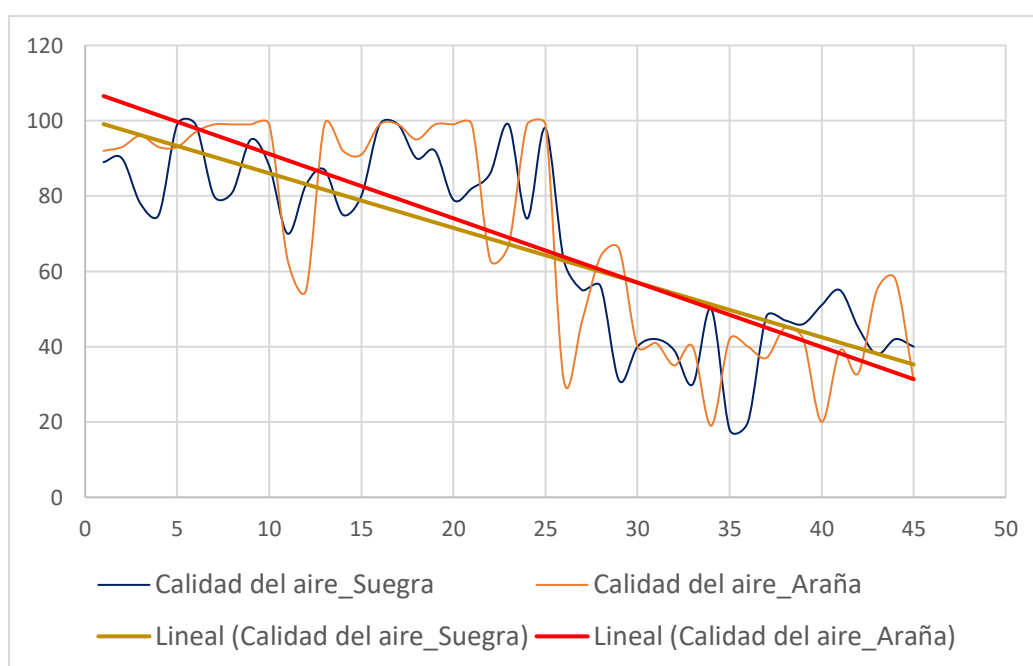
Nivel promedio de la calidad del aire al emplearse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024

Indicador	Planta	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
TVOC	Lengua de suegra	67.1778	3.62111	59.8799	74.4756
	Planta de araña	68.9556	4.19667	60.4977	77.4134

Nota. Datos recolectados en campo

Figura 17

Comportamiento de la calidad del aire al usarse la lengua de suegra y la planta araña en la mejora de la calidad del aire en las mecánicas de motos, Huánuco, 2024



Nota. Se aprecia que, en el tiempo, ambas plantas tienen un comportamiento similar en cuanto a la calidad del aire. Que los valores tiendan a ser decrecientes es algo esperado y bueno, pues se entiende que ha habido un proceso de descontaminación de los ambientes. Ambos ambientes iniciaron con un valor de 89 y 92 (suegra y araña respectivamente), ubicándose en un rango de contaminación seria y terminaron con un valor de 40 y 31 respectivamente, en ambos casos ubicándose en un rango de contaminación moderado. Se midió 25 veces

Tabla 14
Prueba de normalidad de los datos

Planta		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CO	Lengua de suegra	0.208	45	0.000	0.833	45	0.000
	Planta de araña	0.399	45	0.000	0.574	45	0.000
CO ₂	Lengua de suegra	0.316	45	0.000	0.426	45	0.000
	Planta de araña	0.470	45	0.000	0.270	45	0.000
PM2.5	Lengua de suegra	0.232	45	0.000	0.882	45	0.000
	Planta de araña	0.242	45	0.000	0.884	45	0.000
TVOC	Lengua de suegra	0.227	45	0.000	0.850	45	0.000
	Planta de araña	0.289	45	0.000	0.776	45	0.000
Calidad de Aire	Lengua de suegra	0.144	45	0.020	0.924	45	0.006
	Planta de araña	0.250	45	0.000	0.839	45	0.000

Nota. Debido a que los datos no presentan normalidad, pues el p-valor obtenido es inferior a 0.05, en cada uno de los indicadores evaluados, se hará uso de una prueba estadística no paramétrica para su análisis,

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Se plantea la contrastación de la hipótesis (H_1):

H_1 : Las plantas ornamentales del orden asparagales tienen efecto diferente en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024

Además, se tiene la hipótesis nula (H_0), que rechaza la anterior afirmación:

H_0 : Las plantas ornamentales del orden asparagales no tienen efecto diferente en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024

Nivel de significancia convencional, **5%**.

Prueba estadística: U de Mann Whitney.

Cálculo del p-valor mediante la prueba estadística.

Tabla 15

Prueba de hipótesis con U de Mann Whitney

	Calidad de Aire
U de Mann-Whitney	923.500
W de Wilcoxon	1958.500
Z	-0.721
Sig. asintótica (bilateral)	0.471

Nota. Según la prueba de hipótesis se ha obtenido que no existe diferencia en los resultados de la calidad del aire, al emplearse la lengua de suegra y la planta de araña, por lo que la alternativa es rechazar la hipótesis alterna, quedándonos con la hipótesis nula, que señala que: Las plantas ornamentales del orden asparagales no tienen efecto diferente en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. CON RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL

El uso de plantas ornamentales como la lengua de suegra y la planta araña para mejorar la calidad del aire en ambientes cerrados, como las mecánicas de motos, tiene un fuerte respaldo científico. Rosas (2018) en su investigación indica que la Planta Lengua de suegra es eficiente para la fitoremediación de contaminantes interiores demostrando en sus resultados un 50.1% de reducción de contaminantes. Sin embargo, es importante considerar que las plantas por sí solas no son una solución definitiva para los problemas de contaminación del aire en ambientes industriales o urbanos. Las plantas pueden ayudar a reducir los niveles de ciertos contaminantes, pero el control de la ventilación y la implementación de medidas de reducción de emisiones en las fuentes siguen siendo fundamentales para una mejora significativa de la calidad del aire.

Los estudios de Pedraza (2015), demuestran que desde la década de los ochentas se han llevado a cabo investigaciones destinadas a purificar el aire contaminado en espacios cerrados mediante el uso de plantas. En estas investigaciones, se han identificado algunas especies que resultan ser más eficaces que otras en este proceso de biodepuración. Todas las plantas tienen, en mayor o menor grado, esta capacidad depurativa, la cual varía en efectividad según el tipo de compuestos orgánicos volátiles (VOC) presentes en su entorno. En el caso de las mecánicas en Huánuco, la planta araña podría ser una opción interesante debido a su capacidad para absorber contaminantes como el monóxido de carbono y su facilidad de cuidado, lo cual la hace accesible para los dueños de estos establecimientos. No obstante, es importante complementar el uso de plantas con otras medidas de control de la contaminación, como mejorar la ventilación de los talleres.

5.1.1. CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

El monóxido de carbono (CO) es un contaminante significativo en espacios cerrados como las mecánicas de motos, donde la exposición prolongada puede tener efectos adversos en la salud. Al evaluar el impacto de las plantas lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y planta araña (*Chlorophytum comosum*) en la reducción de niveles de CO en estos entornos, los resultados muestran que, en promedio, la introducción de estas plantas generó una reducción notable en los niveles de CO, los cuales se registraron disminuciones del 41.2%. Los hallazgos son coherentes con investigaciones anteriores que destacan la capacidad de estas especies para mejorar la calidad del aire.

5.1.2. CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

El CO₂ es un gas de efecto invernadero y un subproducto de la combustión de materiales orgánicos, como el combustible utilizado en las motocicletas. En espacios cerrados, la concentración de CO₂ tiende a aumentar rápidamente debido a la acumulación de los gases emitidos por los motores. Es en este contexto donde ambas plantas lengua de suegra y planta araña tienen un impacto positivo en la mejora de la calidad del aire, pero presentan diferencias en su comportamiento respecto a la absorción de CO₂; la Lengua de suegra tiene una capacidad constante para absorber CO₂, incluso en la noche, debido a su metabolismo CAM (metabolismo ácido de las crasuláceas), lo que la hace especialmente adecuada para ambientes cerrados, por otro lado la Planta araña, su tasa de fotosíntesis y absorción de CO₂ es más pronunciada durante el día, por lo que su efectividad sería más notoria en horas de luz. Sin embargo, se complementan por lo que registro una disminución del 40.7%. Dando como hecho de que la efectividad en la implementación de dichas plantas es alta.

5.1.3. CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Las mecánicas de motos son entornos con alta concentración de PM_{2.5} debido a la emisión de gases de escape de los vehículos, la

fricción de los componentes mecánicos y el polvo generado durante los procesos de reparación. Las PM 2.5 son particularmente peligrosas para la salud, ya que pueden penetrar profundamente en los pulmones y causar problemas respiratorios, enfermedades cardíacas y cáncer. Tanto la lengua de suegra como la planta araña son conocidas por sus propiedades purificadoras del aire. Sin embargo, su capacidad para reducir las concentraciones de partículas finas como las PM2.5 es limitada, ya que las plantas son más eficaces para absorber gases y compuestos volátiles, en lugar de partículas sólidas. A pesar de ello, algunas investigaciones sugieren que las plantas pueden contribuir a la reducción de partículas finas al modificar la dinámica del aire en un espacio cerrado, mejorando la circulación y ayudando a capturar pequeñas partículas a través de la transpiración o la adherencia a sus hojas. Dichas plantas contribuyen a la reducción de las partículas finas en el aire, pero la disminución no es radical; los niveles de PM2.5 bajaron en un 39.8%, por lo que los trabajadores del taller podrían experimentar mejoras en su salud respiratoria debido a la disminución de la exposición a estos contaminantes.

5.1.4. CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 4

Las mecánicas de motos son entornos con alta concentración de TVOC debido a la emisión de gases de escape de los vehículos y productos químicos utilizados en los procesos de reparación. Los TVOC pueden causar diversos problemas de salud, como irritación de ojos y garganta, dolores de cabeza, fatiga y problemas respiratorios. Este análisis explora el potencial de la lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y la planta araña (*Chlorophytum comosum*) para mejorar la calidad del aire en las mecánicas de motos de Huánuco, específicamente en relación al TVOC (Compuestos Orgánicos Volátiles Totales). Ambas plantas tienen la capacidad de absorber COV, lo que reduce los niveles de compuestos como el benceno, tolueno y xileno; la lengua de suegra, en particular, ha mostrado una notable capacidad para filtrar formaldehído y otros COV, lo cual es especialmente relevante en

un taller de motos. Si bien las plantas no eliminarán todos los contaminantes, su presencia puede reducir significativamente los niveles de TVOC en el aire.

Su disminución de los niveles de TVOC fue significativa a lo largo del tiempo de la incorporación de las plantas, especialmente si se utilizan en combinación con otras medidas como la mejora de la ventilación.

5.1.5. CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 5

La calidad del aire en espacios cerrados, como las mecánicas de motos, es un tema crítico, dado que los contaminantes pueden afectar la salud de los trabajadores, los resultados que se obtuvieron nos muestran una mejora en la calidad del aire al implementar las plantas lengua de suegra y araña de un 45 % y 33% respectivamente. Investigaciones previas han demostrado que tanto la lengua de suegra como la planta araña son efectivas en la reducción de compuestos volátiles y mejoran la oxigenación del ambiente, lo que refuerza la relevancia de sus resultados en el contexto actual.

CONCLUSIONES

- Se concluye que la implementación de las plantas lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y planta araña (*Chlorophytum comosum*) son eficiente para reducir las concentraciones de los gases CO, CO₂, PM 2.5 presente en espacio interior. Ambas plantas no presentan diferencias en cuanto al efecto que producen sobre la calidad del aire, esta conclusión se da debido a que se obtuvo un p-valor de 0.471.
- Se concluye que la implementación de estas plantas en talleres mecánicos puede tener múltiples beneficios. No solo se contribuye a la mejora de la calidad del aire, sino que también se promueve un entorno de trabajo más saludable. Además, su bajo mantenimiento y facilidad de cuidado hacen que sean opciones viables para estos espacios.
- Se concluye que con el estudio se demostró que la introducción de plantas ornamentales del orden Asparagales resultó en una reducción estadísticamente significativa de contaminantes específicos del aire dentro de los talleres de reparación de motos. Esto sugiere que estas plantas tienen un efecto positivo medible en la calidad del aire en estos entornos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se debe ampliar la investigación científica en nuestro distrito, otros departamentos, provincias, y todo el Perú; para buscar mejores salidas y soluciones por bien de las personas.
- Se recomienda más investigación para determinar los efectos a largo plazo de las plantas Asparagales en la calidad del aire en los talleres de reparación de motos y para optimizar la selección y ubicación de las plantas para una máxima eficacia.
- Se recomienda garantizar el mantenimiento adecuado de las plantas ornamentales para asegurar su crecimiento y capacidad de absorción de contaminantes.
- Se recomienda que se debe llevar a cabo campañas de sensibilización para los trabajadores de las mecánicas de motos sobre los beneficios de las plantas ornamentales para la salud y el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler. (2022). *Instrumentos para la medida de la calidad del aire- Adler Instrumentos*. <https://www.adler-instrumentos.es/producto/instrumentos-para-la-medida-de-la-calidad-del-aire/>
- Alcedo, S., & Ruiz, N. (2023). *Relación entre la concentración de material particulado y la eficiencia de la fitorremediación atmosférica en espacios urbanos* [Universidad Peruana del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/33931/Alcedo%20Meza%2c%20Sheyla%20Chelsea%20-%20Ruiz%20Lalupu%2c%20Noelia%20Tahis.pdf?sequence=1>
- Alvarez, E., Menéndez, J., & Bravo, M. (2018). *Calidad del aire*. 173.
- Castañeda, aul. (2015). Catalogo de plantas fitorremediadoras. *SlideShare*, 96.
- Chamorro, L. (2017). *Contaminacion del Aire*. 28.
- Chavez, B. (2018). *Fuentes emisoras de Contaminación Atmosférica y su Influencia en la Calidad del Aire de la Ciudad de Huánuco 2016*. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4096/TDr.MADS%2000012CH533.pdf?sequence=1>
- Cortes, K., Rodriguez, G., & Santiago, A. (2015). *Proyecto taller mecanico* [Universidad Automa de Bajo California]. https://www.academia.edu/19120255/PROYECTO_TALLER_MECANICO
- Diaz, J., & Ospina, M. (2019). *Estudio preliminar de la técnica de Fitorremediación en vertimientos relacionados con aguas residuales industriales* [Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25310/%20%09jjdiazr.pdf?sequence=1>

- Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., & Robinson, W. (2022). 20.1 *Hidrocarburos—Química 2ed* | OpenStax. <https://openstax.org/books/qu%C3%ADmica-2ed/pages/20-1-hidrocarburos>
- Gomez, D., & Pandia, R. (2020). *Diseño de un Sistema de Biodepuración del Aire con el uso de Plantas para la Mejora en la Calidad del Aire en Paraderos de la Ciudad de Arequipa*. https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4105/Damaris%20Gomez_Rosa%20Pandia_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hayashi, F. (2022). *Análisis del nivel de contaminación atmosférica ocasionada por la emisión de gases de escape de las motocicletas En la ciudad de Quito*. [Universidad Internacional del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/5468/1/UIDE-Q-TMA-2022-6.pdf>
- Inche, J. (2004). *Gestión de la calidad del aire: Causas, efectos y soluciones*. 118.
- Institute, A. (2020). *Todo sobre la mecánica de motos*. <https://aprende.com/blog/oficios/motocicletas/aprende-todo-sobre-la-mecanica-de-motos-y-obten-mejores-ingresos/>
- Jara, E., Gómez, J., Montoya, H., Chanco, M., Mariano, M., & Cano, N. (2014). Capacidad fitorremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados. *Revista Peruana de Biología*, 21(2), 145–154. <https://doi.org/10.15381/rpb.v21i2.9817>
- Korc, M., & Sáenz, R. (1999). *Monitoreo de la calidad del aire en america latina*. 1–22.
- Lifeder. (2022). *Fitorremediación: Qué es, tipos, ventajas y desventajas*. <https://www.lifeder.com/fitorremediacion/>

- Martinez, J. (2018). *Contaminación atmosférica*. 1–11.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14603.34087>
- Martinez, J., & Clemente, A. (2024). *Tratamiento de la calidad del aire interior mediante el uso de plantas de tipo ornamental* (1). 42, Article 1.
- Menger, L. (2019). *Análisis de mediciones de calidad de aire en San Carlos de Bariloche* [Universidad Nacional de Río Negro].
<http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/3687>
- Moñino, B. (2023). *La Planta Araña: Un Toque Verde Para Tu Hogar - El Mundo Y Las Plantas*. <https://mundodelasplantas.com/la-plant-a-arana-chlorophytum-comosum/>
- Nadaf, M. (2023). *Regulaciones a la contaminación en motos*.
<https://mecanicadelamoto.com/blog/regulaciones-a-la-contaminacion-en-motos>
- Nerio, L., & Olivero, J. (2008). *Fitorremediación: Una alternativa para mitigar los procesos de contaminación ambiental* [Universidad de Cartagena].
<https://hdl.handle.net/11227/3805>
- Ntareas, K. (2022). Estos son los beneficios de la lengua de suegra que, probablemente, no conoces. *Architectural Digest*.
<https://www.admagazine.com/articulos/lengua-de-suegra-cuidados-uso-medicinal-que-cura-y-como-consumirla>
- Núñez, R., Vong, Y., Ortega, R., & Olguin, E. (2004). *Fundamentos y aplicaciones*. 1–2.
- Pedersen, B. (2005). *Calidad del aire*.
https://www.3tres3.com/latam/articulos/calidad-del-aire_9953/
- Pedraza, L. J. (2015). La biodepuración del aire con plantas purificantes y ornamentales, como alternativa ambiental en el siglo XX.
<https://repository.udistrital.edu.co/items/1f5afa8c-5076-49de-ac7c-6d4063d55985>

- Poyano, Y. (2021). *Línea de investigación* [Universidad Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73200/Poyano_MY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodriguez, V., Carriel, L., Gavilanes, M., & Guadalupe, V. (2021). *Procedimiento para disminuir los impactos ambientales en un taller mecánico automotriz*. 1–8.
- Romero, M., Diego, F., & Álvarez, M. (2006). La contaminación del aire: Su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1561-30032006000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Rosas, W. (2018). *TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: Ingeniero Ambiental* [Universidad Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/20577/Rosas_VWR.pdf?sequence=1
- Tello, M. S. P. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias*.
- Vargas, K. (2011). *Indicadores Microbiológicos de Calidad Ambiental del Botadero la Moyuna*. 80.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- Mendoza Arteta, E. (2025). *Efecto de plantas ornamentales del orden aspergáceas en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

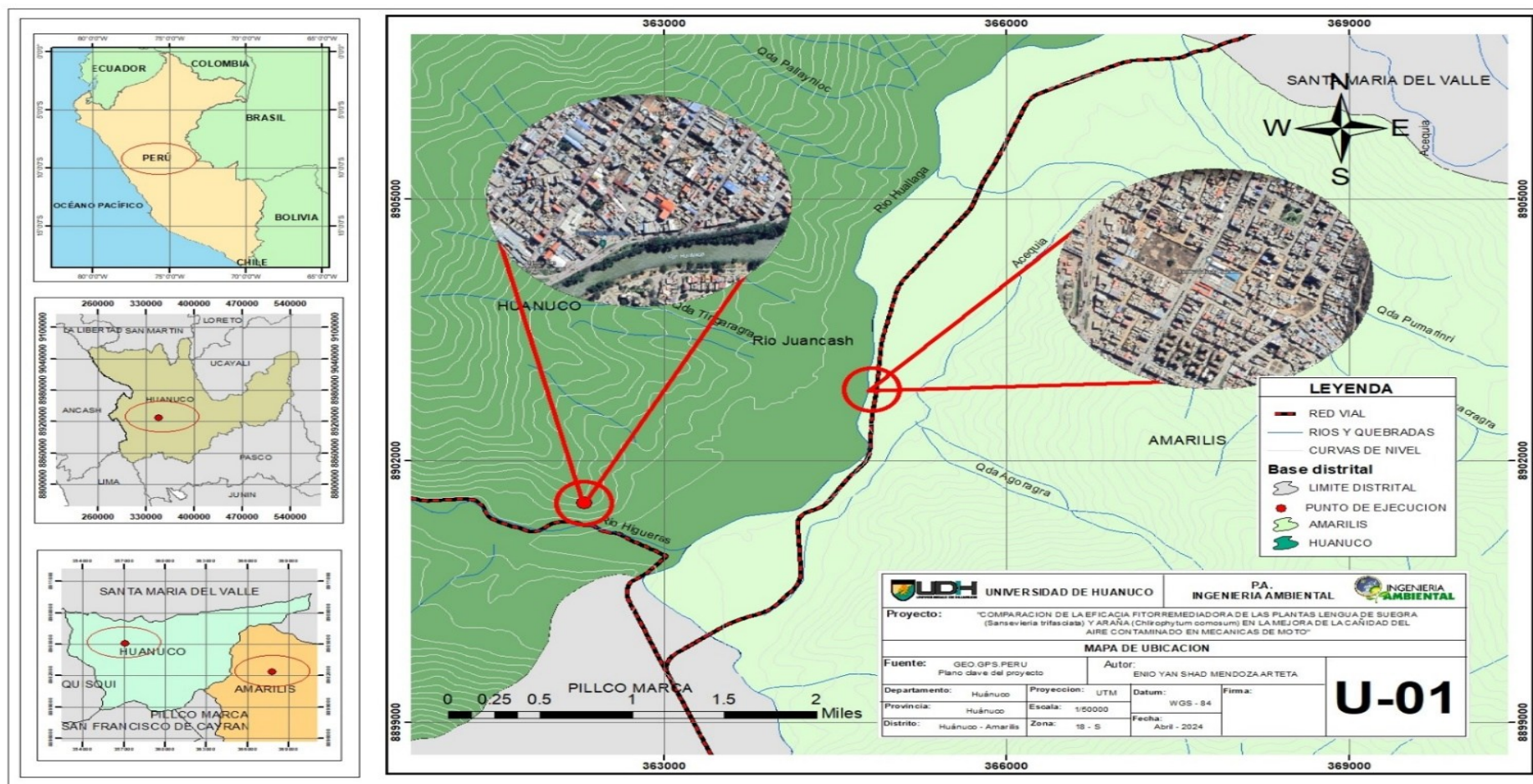
MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Efecto de plantas ornamentales del orden aspergéales en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024”

Problema General	Objetivo General	Hipótesis general	Variables/Indicadores	Metodología
¿Cuál es el efecto de las plantas ornamentales del orden aspergeles en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024?	Demostrar el efecto de las plantas ornamentales del orden aspergeles sobre las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, hco, 2024.	El efecto de plantas ornamentales del orden aspergeles en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024.	Variable de calibración - Fitorremediación Variable evaluativa - Calidad del Aire	Tipo: Longitudinal, analítico Enfoque: Cuantitativo Nivel: Aplicativo Diseño: Experimento verdadero Población: Aire contaminado de las mecánicas automotrices Muestra: Aire contaminado de dos mecánicas Automotrices
Problemas específicos	Objetivos Específicos			
¿Cuál es la concentración inicial y final de PM 2.5 en los ambientes intervenidos con las plantas ornamentales del orden aspergeles en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024?	Describir la concentración inicial y final de PM 2.5 en los ambientes intervenidos con las plantas ornamentales del orden aspergeles en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024?			
¿Cuál es la concentración inicial y final de CO en los ambientes intervenidos plantas ornamentales del orden aspergeles en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024?	Describir la concentración inicial y final de CO en los ambientes intervenidos plantas ornamentales del orden aspergeles en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco 2024			
¿Cuál es la concentración inicial y final de CO2 en los ambientes intervenidos plantas ornamentales del orden aspergeles en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024?	Describir la concentración inicial y final de CO2 en los ambientes intervenidos plantas ornamentales del orden aspergeles en las características de la calidad de aire presente en mecánicas de motos, Huánuco, 2024			

ANEXO 2

PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



ANEXO 3

FOTOGRAFÍAS DE LAS PLANTAS

Figura 18

La planta de interior Lengua de Suegra' (Sansevieria trifasciata)



Figura 19

La planta de interior Planta Araña (Chlorophytum comosum)



ANEXO 4

ANTES DE INCORPORAR LAS PLANTAS

Figura 20

Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas



Figura 21

Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas



Figura 22

Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas



Figura 23

Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas

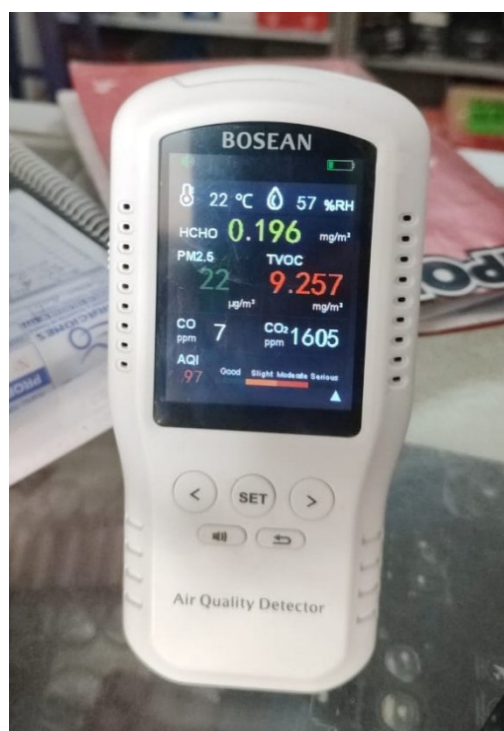


Figura 24

Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas



Figura 25

Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas



Figura 26

Análisis del interior de la mecánica de motos antes de la incorporación de las plantas



ANEXO 5

PERIODO DE INCORPORACIÓN DE LAS PLANTAS

Figura 27

Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas



Figura 28

Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas



Figura 29

Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas



Figura 30

Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas



Figura 31

Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas



Figura 32

Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas



Figura 33

Datos del análisis del interior de la mecánica de motos incorporando las plantas



ANEXO 6

FOTOGRAFÍAS CON LOS JURADOS

Figura 34

Colocacion de las plantas en el interior de la mecanicas de motos y uso del instrumento de medicion de contaminantes



Figura 35

Analisis de contaminantes en el interior de la mecanica de motos



Figura 36
Uso del medidor de contaminantes



Figura 37
Uso del medidor de contaminantes



Figura 38
Uso del medidor de contaminantes



ANEXO 7
MONITOREO DE LA MECÁNICA DE MOTOS IMPLEMENTANDO LA PLANTA ARAÑA

BUENO		0 - 20
LIGERO		20-50
MODERADO		50-80
SERIO		80-100

PLANTA LA ARAÑA								
		PARAMETROS	CO	CO2	PM 2.5	TVOC		
PRE TEST	Semana 1	03/06/2024	6 ppm	1607 ppm	13 ug/m3	7994 mg/m3	SERIO	92
		04/06/2024	6 ppm	1600 ppm	11 ug/m3	8.265 mg/m3	SERIO	93
		05/06/2024	6 ppm	1601 ppm	14 ug/m3	9.052 mg/m3	SERIO	96
		06/06/2024	6 ppm	1606 ppm	14 ug/m3	8.255 mg/m3	SERIO	93
		07/06/2024	7 ppm	1605 ppm	13 ug/m3	8.182 mg/m3	SERIO	93
	Semana 2	10/06/2024	7 ppm	1605 ppm	22 ug/m3	9.257 mg/m3	SERIO	97
		11/06/2024	6 ppm	1605 ppm	23 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
		12/06/2024	7 ppm	1601 ppm	20 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
		13/06/2024	7 ppm	1606 ppm	20 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
		14/06/2024	6 ppm	1601 ppm	17 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
	Semana 3	17/06/2024	6 ppm	1605 ppm	14 ug/m3	2.540mg/m3	MODERADO	63
		18/06/2024	6 ppm	1607 ppm	11 ug/m3	2.236 mg/m3	MODERADO	55
		19/06/2024	6 ppm	1605 ppm	8 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
		20/06/2024	7 ppm	1603 ppm	9 ug/m3	8.014 mg/m3	SERIO	92
		21/06/2024	7 ppm	1608 ppm	9 ug/m3	7.558 mg/m3	SERIO	91
	Se m an	24/06/2024	6 ppm	1606 ppm	8 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99

		25/06/2024	7 ppm	1607 ppm	8 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
		26/06/2024	7 ppm	1607 ppm	13 ug/m3	8.857 mg/m3	SERIO	95
		27/06/2024	6 ppm	1607 ppm	13 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
		28/06/2024	7 ppm	1604 ppm	14 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
	Semana 5	01/07/2024	6 ppm	1608 ppm	14 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
		02/07/2024	14 ppm	1605 ppm	14 ug/m3	2.446 mg/m3	MODERADO	63
		03/07/2024	14 ppm	1608 ppm	14 ug/m3	2.612 mg/m3	MODERADO	67
		04/07/2024	7 ppm	1605 ppm	15 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
		05/07/2024	6 ppm	1605 ppm	16 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
	ADAPTACIÓN	No se monitoreo						
POST TEST	Semana 7	15/07/2024	7 ppm	1515 ppm	12 ug/m3	0.950 mg/m3	LIGERO	31
		16/07/2024	7 ppm	1609 ppm	15 ug/m3	1.860 mg/m3	LIGERO	47
		17/07/2024	6 ppm	1606 ppm	13 ug/m3	2.545 mg/m3	MODERADO	64
		18/07/2024	6 ppm	1609 ppm	14 ug/m3	2.586 mg/m3	MODERADO	66
		19/07/2024	7 ppm	1606 ppm	15 ug/m3	1.636 mg/m3	LIGERO	40
	Semana 8	22/07/2024	7 ppm	1604 ppm	14 ug/m3	1.660 mg/m3	LIGERO	41
		23/07/2024	7 ppm	1572 ppm	13 ug/m3	1.120 mg/m3	LIGERO	35
		24/07/2024	7 ppm	1609 ppm	14 ug/m3	1.752 mg/m3	LIGERO	40
		25/07/2024	2 ppm	895 ppm	10 ug/m3	0.455 mg/m3	BUENO	19
		26/07/2024	7 ppm	1609 ppm	14 ug/m3	1.748 mg/m3	LIGERO	42
	Se m an	29/07/2024	7 ppm	1608 ppm	14 ug/m3	1.751 mg/m3	LIGERO	40

		30/07/2024	7 ppm	1602 ppm	13 ug/m3	1.357 mg/m3	LIGERO	37
		31/07/2024	7 ppm	1611 ppm	12 ug/m3	1.841 mg/m3	LIGERO	45
		01/08/2024	7 ppm	1609 ppm	14 ug/m3	1.758 mg/m3	LIGERO	42
		02/08/2024	3 ppm	901 ppm	11 ug/m3	0.500 mg/m3	BUENO	20
	Semana 10	05/08/2024	7 ppm	1609 ppm	14 ug/m3	1.753 mg/m3	LIGERO	39
		06/08/2024	7 ppm	1608 ppm	13 ug/m3	1.722 mg/m3	LIGERO	33
		07/08/2024	6 ppm	1606 ppm	12 ug/m3	2.461 mg/m3	MODERADO	55
		08/08/2024	7 ppm	1607 ppm	13 ug/m3	2.489 mg/m3	MODERADO	58
		09/08/2024	6 ppm	1520 ppm	12 ug/m3	0.980 mg/m3	LIGERO	31

Nota. Se aprecia que, en el tiempo de la evaluación de efectividad de la planta araña el comportamiento en cuanto a la reducción de contaminantes los valores tienden a ser decrecientes lo cual es algo esperado y bueno, pues se entiende que ha habido un proceso de descontaminación de los ambientes

ANEXO 8

MONITOREO DE LA MECÁNICA DE MOTOS IMPLEMENTANDO LA PLANTA LENGUA DE SUEGRA

BUENO		0 - 20
LIGERO		20-50
MODERADO		50-80
SERIO		80-100

PLANTA LENGUA DE SUEGRA								
		PARAMETROS	CO	CO2	PM 2.5	TVOC		
PRE TEST	Semana 1	03/06/2024	6 ppm	1605 ppm	13 ug/m3	7.035 mg/m3	SERIO	89
		04/06/2024	8 ppm	1580 ppm	15 ug/m3	8.050 mg/m3	SERIO	90
		05/06/2024	7 ppm	1503 ppm	11 ug/m3	6.050 mg/m3	MODERADO	78
		06/06/2024	6 ppm	1500 ppm	10 ug/m3	5.800 mg/m3	MODERADO	75
		07/06/2024	8 ppm	1610 ppm	15 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
	Semana 2	10/06/2024	6 ppm	1603 ppm	14 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
		11/06/2024	7 ppm	1607 ppm	15 ug/m3	8.050 mg/m3	SERIO	80
		12/06/2024	8 ppm	1605 ppm	14 ug/m3	8.151 mg/m3	SERIO	81
		13/06/2024	8 ppm	1610 ppm	15 ug/m3	8.800 mg/m3	SERIO	95
		14/06/2024	8 ppm	1602 ppm	15 ug/m3	8.300 mg/m3	SERIO	88
	Semana 3	17/06/2024	6 ppm	1480 ppm	10 ug/m3	6.050 mg/m3	MODERADO	70
		18/06/2024	8 ppm	1605 ppm	13 ug/m3	8.050 mg/m3	SERIO	83
		19/06/2024	8 ppm	1608 ppm	14 ug/m3	8.050 mg/m3	SERIO	87
		20/06/2024	8 ppm	1510 ppm	11 ug/m3	7.010 mg/m3	MODERADO	75
		21/06/2024	6 ppm	1550 ppm	11 ug/m3	7.456 mg/m3	MODERADO	80
	Semana 4	24/06/2024	6 ppm	1610 ppm	15 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99
		25/06/2024	8 ppm	1609 ppm	15 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	99

	Semana 5	26/06/2024	8 ppm	1600 ppm	14 ug/m3	8.250 mg/m3	SERIO	90
		27/06/2024	8 ppm	1602 ppm	14 ug/m3	8.050 mg/m3	SERIO	92
		28/06/2024	7 ppm	1490 ppm	15 ug/m3	6.254 mg/m3	MODERADO	79
		01/07/2024	8 ppm	1590 ppm	12 ug/m3	7.050 mg/m3	SERIO	82
		02/07/2024	7 ppm	1597 ppm	12 ug/m3	7.452 mg/m3	SERIO	86
		03/07/2024	8 ppm	1603 ppm	14 ug/m3	8.695 mg/m3	SERIO	99
		04/07/2024	6 ppm	1520 ppm	10 ug/m3	8.050 mg/m3	MODERADO	74
		05/07/2024	8 ppm	1610 ppm	15 ug/m3	9.999 mg/m3	SERIO	98
ADAPTACIÓN	Semana 6	No se monitoreo						
POST TEST	Semana 7	15/07/2024	6 ppm	1605 ppm	14 ug/m3	2.540 mg/m3	MODERADO	63
		16/07/2024	6 ppm	1607 ppm	11 ug/m3	2.236 mg/m3	MODERADO	55
		17/07/2024	6 ppm	1605 ppm	14 ug/m3	2.246 mg/m3	MODERADO	56
		18/07/2024	7 ppm	1515 ppm	16 ug/m3	0.952 mg/m3	LIGERO	31
		19/07/2024	6 ppm	1515 ppm	16 ug/m3	1.002 mg/m3	LIGERO	40
	Semana 8	22/07/2024	7 ppm	1602 ppm	15 ug/m3	1.018 mg/m3	LIGERO	42
		23/07/2024	7 ppm	1515 ppm	15 ug/m3	1.002 mg/m3	LIGERO	39
		24/07/2024	7 ppm	1510 ppm	14 ug/m3	0.955 mg/m3	LIGERO	30
		25/07/2024	7 ppm	1610 ppm	15 ug/m3	1.955 mg/m4	MODERADO	50
		26/07/2024	3 ppm	895 ppm	19 ug/m3	0.451 mg/m3	BUENO	18
	Semana 9	29/07/2024	4 ppm	901 ppm	14 ug/m3	0.569 mg/m3	BUENO	20
		30/07/2024	5 ppm	1607 ppm	15 ug/m3	1.891 mg/m3	LIGERO	48

		31/07/2024	6 ppm	1609 ppm	16 ug/m3	1.861 mg/m3	LIGERO	47
		01/08/2024	7 ppm	1611 ppm	15 ug/m3	1.891 mg/m3	LIGERO	46
		02/08/2024	7 ppm	1613 ppm	16 ug/m3	1.861 mg/m3	MODERADO	51
	Semana 10	05/08/2024	7 ppm	1615 ppm	16 ug/m3	1.891 mg/m3	MODERADO	55
		06/08/2024	7 ppm	1617 ppm	16 ug/m3	1.995 mg/m3	LIGERO	45
		07/08/2024	6 ppm	1619 ppm	15 ug/m3	1.725 mg/m3	LIGERO	38
		08/08/2024	7 ppm	1621 ppm	16 ug/m3	1.821 mg/m3	LIGERO	42
		09/08/2024	7 ppm	1623 ppm	15 ug/m3	1.891 mg/m3	LIGERO	40

Nota. Se observa que, durante el período de evaluación de la efectividad de la planta lengua de suegra, los valores de reducción de contaminantes muestran una tendencia a la baja, lo cual es esperado y positivo, ya que indica que ha tenido lugar un proceso de descontaminación en los ambientes.