



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

“Eficiencia de la planta Lengua de Suegra (*Sansevieria trifasciata*) para la fitoremediación de los gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Isaac Newton, SJL-2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Wilmer Rafael Rosas Villanueva

ASESOR:

M. Sc. Rubén Munive Cerrón

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los recursos naturales

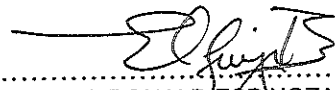
LIMA – PERÚ

2018 - I

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) *Rosas Villanueva Wilmer Rafael*; cuyo título es: "EFICIENCIA DE LA PLANTA LENGUA DE SUEGRA (*Sansevieria trifasciata*) PARA LA FITORREMEDIACION DE LOS GASES INTERIORES (CO₂, SO₂, NO₂) PRESENTES EN LA I.E.P ISAAC NEWTON, SJL-2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 (número) catorce letras).

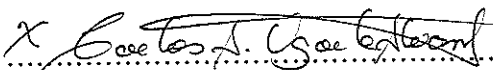
Lima Este (o Filial) 21 de julio del 2018



.....
EDUARDO RONALD ESPINOZA FARFÁN
PRESIDENTE



.....
FERNANDO ANTONIO SERNAQUE AUCCAHUASI
SECRETARIO



.....
RUBEN VICTOR MUNIVE CERRON
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

A Dios, mi madre María, mis padres,
mis amigos y hermanos de la Capilla
que me dieron todo su apoyo y
confianza.

Agradecimientos


Esta investigación fue posible por la valiosa colaboración de muchos docentes y personas quienes con sus valiosos aportes, contribuyeron a la culminación del mismo.

Mi agradecimiento especial a mí asesor M. Sc. Ruben Munive por su incondicional apoyo.

Declaratoria de autenticidad

Yo Wilmer Rafael Rosas Villanueva con DNI N° 70076931, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 21 de Julio del 2018



Wilmer Rafael Rosas Villanueva
DNI: 70076931

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “ 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-2018” cuyo objetivo fue determinar la eficiencia de la planta Lengua de Suegra (*Sansevieria Trifasciata*) para la biodepuración de COVs en el aire interior del Colegio Isaac Newton SJL-2018 y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental.

Wilmer Rafael Rosas Villanueva

Resumen

El objetivo de la investigación fue 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-2018. Colocare la planta después del primer monitoreo y en lo posterior determinar la variación de concentración de dihcós gases

Palabras clave: Planta de interior 1, biodepuración 2, fitoremediación 3, aire interior 4

Abstract

The objective of the research was to determine the efficiency of the Mother-tongue language plant (*Sansevieria Trifasciata*) for the biodepuration of pollutants from indoor spaces (CO, SO₂, NO₂) in the indoor air of the Isaac Newton SJL-2018 School. Place the plant after the first monitoring and later determine the concentration variation of dihcós gases

Keywords: Indoor plant 1, biodepuration 2, phytoremediation 3, indoor air 45

Índice general

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2	Trabajos previos	3
1.3	Teorías relacionadas al tema.....	12
1.3.1	Lengua de Suegra “Sansevieria Trifasciata”	12
1.3.2	Sansevieria Trifasciata.....	12
1.3.3	Planta Interior	13
1.3.4	La biorremediación	13
1.3.5	La fitorremediación.....	14
1.3.6	La biodepuración del aire.....	15
1.3.7	Biodepuración del aire con plantas vegetales.....	15
1.3.8	RAZGOS FUNCIONALES DE LAS PLANTAS	18
1.4	Formulación del problema.....	21
1.4.1	Problema general.....	21
1.4.2	Problemas específicos.....	21
1.5	Justificación.....	Error! Bookmark not defined.
1.5.1	Justificación Metodológica	22
1.5.2	Justificación Práctica	22
1.5.3	Justificación Económica.....	22
1.5.4	Justificación Social	22
1.6	Hipótesis.....	23
1.6.1	Hipótesis general	23
1.6.2	Hipótesis específicas.....	23
1.7	Objetivos.....	23
1.7.1	Objetivo general	23
1.7.2	Objetivos específicos	23
1.8	Variables	23
1.8.1	Variables Dependiente.....	24
1.8.2	Variables Independiente	24
II.	METODOLOGÍA	25
2.1	Tipo de Estudio	25
2.2	Diseño de Investigación	25
2.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	26

2.3.1	Población	26
2.3.2	Muestra	26
2.3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ, Y CONFIABILIDAD	27
:	27
2.3.4	Confiabilidad y validez del instrumento:.....	27
▪	Etapa de observación al lugar dentro y fuera de la zona.	28
▪	Delimitación del área de estudio	28
▪	Determinación de la frecuencia y puntos de muestra	28
▪	Muestreo en el espacio más cerrado del colegio (Auditorio) donde hay poca ventilación del aire.....	28
▪	Análisis en el laboratorio de las muestras enviadas para determinar la concentración de SO ₂ , CO, NO ₂ . en el laboratorio SAC.	28
▪	Análisis en el laboratorio de las muestras enviadas para determinar la concentración de SO ₂ , CO, NO ₂ . en el laboratorio SAC. haciendo uso de la planta Lengua de Suegra.....	28
▪	30
III.	RESULTADOS	31
3.1	RESULTADOS ANTES DEL TRATAMIENTO (DIAGNOSTICO)	32
3.1.1	RESULTADOS INICIALES PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LOS GASES (CO, NO ₂ , SO ₂)	32
3.2	RESULTADOS DESPUES DEL TRATAMIENTO.....	36
3.2.1	RESULTADO DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES (CO, NO ₂ , SO ₂) CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA LENGUA DE SUEGRA:.....	36
3.3	RESULTADO DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES (CO, NO ₂ , SO ₂) CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA LENGUA DE SUEGRA - MONITOREO N°2:.....	38
IV.	DISCUSIÓN	51
V.	CONCLUSIONES.....	53
VI.	RECOMENDACIONES	55
2	REFERENCIAS	57
ANEXOS	61

Índice de anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia	62
Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos	71
Anexo 3: Informe de ensayo	72
Anexo 4: Fotos	76

I. INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

En los últimos años nuestro planeta ha ido sufriendo grandes cambios ambientales climáticos negativos producto de las malas prácticas ambientales del ser humano especialmente del mal cuidado a nuestro aire el cual trae consigo mayor parte del O₂ que nos sirve para respirar en consecuencia seguir con vida.

La contaminación atmosférica es hoy por hoy uno de los tantos problemas ambientales que están padeciendo los pobladores del Distrito de San Juan de Lurigancho; debido, principalmente a la presencia y circulación del parque automotor y la generación de gases de fábricas y empresas.

En las últimas décadas una preocupación no sólo de ambientalistas y profesionales del ambiente, sino que ha empezado a tocar la sensibilidad y conciencia de muchos seres humanos. De hecho, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), anunció en octubre de 2013 que había clasificado la contaminación del aire dentro del Grupo 1, es decir como un agente cancerígeno para los seres humanos, dado que hay evidencia suficiente en animales de experimentación y una fuerte evidencia en humanos expuestos, que el agente actúa a través de un mecanismo relevante de carcinogenicidad (Organización Panamericana de la Salud, 2013).

Por otro lado, no estamos tomando conciencia del peligro que es que esta masa de aire contaminada llegue a los lugares cerrados como son las casas, trabajos, colegios, institutos, universidades, etc.

Cabe recalcar que los seres humanos pasan más del 90% de su tiempo en espacios interiores cerrados, la contaminación del aire exterior que entra a los espacios interiores, las instalaciones que requieren combustión, aparatos de cocina, actividades humanas como el tabaquismo, la respiración y la biocontaminación, productos domésticos: productos para el cuidado, limpieza,

reparación y decoración de casas, edificios y materiales para la construcción y el amueblamiento.

Estos espacios contaminados afectan la salud de las personas. Entre los principales impactos se pueden indicar: irritaciones respiratorias, oculares o cutáneas, somnolencia, dolor de cabeza, fatiga general, alergias (causadas por bacterias u hongos), intoxicaciones agudas y mortales (la generada por monóxido de carbono CO), patologías a largo plazo (cardiovasculares, perturbaciones endocrinas, cáncer, etc.).

Los métodos de depuración del aire en espacios interiores son poco conocidos en la actualidad en el medio peruano, por esta razón he visto la oportunidad de realizar la depuración o la reducción de la concentración del CO, NO₂, y SO₂ con la planta interior “Lengua de Suegra” “*sansevieria trifasciata*” que es fácil de conseguir y rentable, aplicando este proyecto en la Institución Educativa Privada “Isaac Newton” en unos de sus espacios interiores.

1.2 Trabajos previos

De acuerdo con la revisión documentada realizada en este trabajo Ortiz (2015) ha determinado que la presencia de los VOC en el aire de espacios interiores es la principal causa de contaminación. Dichos compuestos provienen de los materiales de construcción de esos espacios, de la contaminación del aire externo, así como de la gran cantidad de productos que utilizan las personas en las tareas y actividades de la vida diaria, bien sea en el hogar o en los lugares de trabajo.

Para,Ortiz,(2015)Desde la década de los ochentas se han realizado investigaciones orientadas a depurar el aire contaminado de espacios interiores a partir del uso de plantas vegetales. En estas investigaciones se identificaron especies más efectivas que otras para realizar esta biodepuración. Todas las plantas en mayor o menor medida poseen esta capacidad depurativa la cual es más o menos efectiva, dependiendo del tipo de VOC que encuentren en su ambiente. Posteriores estudios han encontrado que no sólo la planta, sino el sistema planta-suelo y todo el microcosmos que comprende, es el que da cuenta de la efectividad de dicha depuración.

La investigación sobre plantas biodepuradoras es una realidad mundial en la que trabajan actualmente 41 laboratorios distribuidos 21 países en el mundo, desde diferentes enfoques: investigativo, ambiental, tecnológico y comercial. Esta tecnología es atractiva, portable, flexible, de bajo costo y puede servir para complementar las medidas que desde la ingeniería deben realizarse para encarar el problema de la contaminación del aire en espacios interiores. (Ortiz, 2015)

La técnica más efectiva para limpiar un espacio interior sin duda es identificando los principales contaminantes presentes en ese entorno, luego escoger no sólo una especie si no varias para que cada una realice su respectiva limpieza, de acuerdo a su capacidad de degradación del contaminante para el que fue escogida, teniendo en

cuenta la importancia del sistema plata-maceta que finalmente es el que degrada por medio del sustrato de microorganismos dichos VOC.

Se identificó que cada una de las especies de Plantas mencionadas en esta monografía, tiene capacidad elevada de biodepuración de acuerdo a su respectivo contaminante para la que según estudios está destinada; otras funcionan no sólo para uno si no para varios; es así como por ejemplo la Gerbera Jamesonni tiene una capacidad elevada de remoción de Benceno, formaldehído y tricloroetileno en el ambiente; pero si quisiéramos eliminar la presencia de monóxido de carbono específicamente lo ideal sería utilizar una Dracaena marginata o una Chlorophytum comosum, que son especies que tienen un microcosmos específico para ello. Los principales compuestos orgánicos volátiles que se encuentran en espacios cerrados y quienes pueden ser removidos mediante esta técnica limpia son: Dióxido de carbono, formaldehído, xileno, benceno, tricloroetileno, tolueno, amoniaco y monóxido de carbono. (Ortiz, 2015)

Según, (Romero, 2017), La fitorremediación es una opción de gran viabilidad que es utilizada por medio de ciertas plantas con características especiales que pueden lograr metabolizar, volatilizar, acumular y absorber contaminantes presentes en suelos, aire y agua. De esta manera se puede lograr una restauración del sitio en tratamiento, nos ofrece una serie de distintos procedimientos tales como la Fitoestabilización, Fitoextracción, Fitodegradación, Fito filtración, Fitovolatilización, Fitorrestauración, Fito estimulación.

Como resultado de estas ventajas surge el interés de usar a las plantas como medio para enfrentar la contaminación ambiental y recuperar sitios contaminados. Por tal razón la fitorremediación se considera ahora una tecnología prometedora, de bajo costo y amigable con el ambiente, con la cual, de manera integral, se podrán recuperar distintos sitios contaminados (Vidal, 2009)

Las plantas tienen una habilidad notable para extraer y concentrar contaminantes del agua y suelo a partir del aire a través de los estomas, lo hacen por medio de su rizósfera; también cuentan con mecanismos en su metabolismo para poder realizar transporte de 48 metales. Se caracterizan, además por tener respuestas enzimáticas para frenar el estrés oxidativo provocado por el incremento en la concentración celular de metales tóxicos (Vidal Durango, J. V., & Jaramillo Colorado, B. D. 2009)

Según; Romero, (2017) la fitorremediación es una gran herramienta, pero no la solución a todas las incógnitas que se pueden quedar, se puede deducir según la información bibliográfica consultada que la fitorremediación es una alternativa eficaz y viable económicamente para realizar procesos descontaminación de diversos metales pesados, tanto en agua, como suelo y aire

Además, Romero, (2017) asegura lo largo de la investigación y recopilación de datos podemos aseverar que estas distintas técnicas fitorremediadoras no presentan una gran trascendencia a nivel latinoamericano y más en el colombiano, son muy complejas las investigaciones y los trabajos investigativos no brindan grandes luces a la solución de todos los problemas que se presentan.

Para; Bonilla, Omar y otros (2009), al desarrollar la extracción y caracterización de la fibra de la hoja de la Lengua de Suegra (*Sansevieria trifasciata*) se determinó que no se trataba de la tradicional "lengua de suegra", sino de una planta de apariencia similar, pero de una familia diferente, denominada *Phormium tenax*, la cual posee fibras largas y paralelas con características interesantes para el sector textil.

Según sus investigaciones, Perez, (2103), et al. ,afirman que la evidencia sintomatológica, cultural y molecular indica que las muestras foliares

de *Sansevieria* analizadas presentaban la antracnosis de *Sansevieria*, causada por el hongo *Colletotrichum sansevieriae* Nakamura. la cual no sólo hace que las plantas cercanas a esta planta se infecten; sino, pierdan su valor comercial, generando que su manejo y combate incremente los costos de producción.

En Venezuela *S. trifasciata* solo ha sido registrada como una especie introducida y cultivada con fines ornamentales (Pittier 1926; Hoyos 1999; Ojasti, et al. 2001). Sin embargo Hoyos (1985) la registra como una especie que crece en forma silvestre generalmente cerca de los torrentes y bordes de caminos en la Isla de Margarita. Por lo que ante la ausencia de reportes previos en la revisión bibliográfica realizada, posiblemente el presente se considera el primer registro de naturalización del género *Sansevieria* (Asparagaceae) para tierra firme de América, específicamente en un sector semi-árido de la cordillera de Mérida, Venezuela.

Para VELÁSQUEZ , (2014) la rápida proliferación de la especie *S. trifasciata* es a través de rizomas, sugiere realizar monitoreos consecutivos del área de expansión de esta especie e identificar si podría ser nociva para el ecosistema, al alterar las condiciones del suelo, el microclima, la composición de especies vegetales, entre otros posibles efectos, solo con esta información podremos determinar cuál es la prioridad para la toma de acciones contra esta especies en la cordillera de los Andes.

En la selección de plantas madres para la siembra, (RETOLAZA, 2017) indica que hay que tener cuidado de que estas ean por lo menos alturas de 20 cm, 2 hojas y que estén bien desarrolladas para disminuir el tiempo de brotación e hijos de buena calidad.

Además, RETOLAZA, (2017) indica que existen tres procesos de producto según los mercados de comercialización de Sansevieria: URC (Unrooted cutting, planta sin suelo ni raíz) que se envía a Estados Unidos y finished (producto finalizado en macetas) así como prefinished (en vasos plásticos con sustrato, listo para trasplantar a macetas) que se envían a Europa.

Rey Martínez, Francisco Javier; (2007) en su libro “Calidad de ambientes interiores”, pretenden mostrar la importancia que en la actualidad está adquiriendo la calidad de los ambientes interiores en edificios, tanto en sus aspectos científico-técnicos, como en los normativos y en las herramientas utilizadas en el análisis y mejora de la IEQ. En el libro se aborda la problemática de la calidad de ambientes interiores, tanto en la etapa de diseño de nuevos edificios, como en los ya existentes, proponiendo una metodología de auditoría medioambiental para edificios ya construidos y una certificación medioambiental en edificios en fase de diseño, aportando fichas técnicas que pueden ser utilizadas como guía metodológica. Esta obra es eminentemente práctica, donde los autores han pretendido hacer un texto de fácil lectura, útil y actual, que pueda servir para un mejor conocimiento del personal técnico relacionado con el IEQ, permitiendo mejorar las condiciones medioambientales y conseguir compatibilizar los adecuados niveles de calidad de ambiente **interior** con el desarrollo de edificios sostenibles.

Según, Agencia de Medio Ambiente de Estados Unidos indico que el aire del interior de las casas puede estar 10 veces más contaminado que el aire de la calle.

Según, Mary Sol Olba en su libro de la pág. 77, “La suerte está en ti” señala que las plantas son seres vivos que reaccionan a nuestros estímulos, que comparten

la vida con nosotros, y además; contribuyen a mejorar la calidad de vida y añadió que las plantas de interior filtran y purifican el aire por sedimentación y absorción.

Según, David Pearson, “Libro de la casa natural”, en su libro afirma que las plantas y la tierra constituyen el sistema de aire acondicionado ecológico perfecto en las casas. Poniendo el ejemplo: un solo árbol puede evaporar 455 litros de agua al día y generar 230.000 unidades de calor lo que equivale a veinte horas de funcionamiento de cinco aparatos acondicionados; es decir, ayudan a regular la humedad y equilibrar los iones del aire. Por ende, se destaca de este autor la importancia de tener plantas al interior de los lugares cerrados.

Según el doctor, Bill Wolverton, de la NASA, en un artículo botánico, menciona que basta una o dos plantas de interior por cada cien metros cuadrados de superficie habitable para que nos veamos beneficiados por su efecto descontaminante.

Por otro lado, Kamal Meattle, (2009) en su charla titulada “Cómo hacer crecer su propio aire fresco” quien es un activista ambiental de la India y CEO de Paharpur de negocios Centro de Tecnología y software Incubadora Parque con sede en Nueva Delhi, India, narro que después de convertirse en alérgico a la contaminación del aire de Nueva Delhi en 1992, Meattle descubrió que tres plantas de interior comunes podrían ayudar a reducir los contaminantes en el aire. Las tres plantas son Areca palma, la madre-en-ley de la planta de la lengua y el dinero.

Según, Carlos Sanguino Blázquez en su blog “Las plantas que purifican las casas” explica que usar plantas en las casas mejoraría la salud. Además, reduciríamos un poco el impacto medio ambiental y reduciríamos la contaminación tanto general como la particular que se produce en nuestra propia casa. La mayoría de los compuestos materiales para la construcción, los disolventes presentes en pinturas y barnices, los productos de limpieza, las

alfombras, la tapicería sintética, ordenadores, impresoras, fotocopiadoras, cocinas, etc. En su mayoría desprenden productos volátiles tóxicos, que tienen que ser eliminados por medio de la ventilación o aireación de las casa. Menciona además que recientemente se han realizado estudios por La Nasa, que han dado con las algunas plantas que más purifican el aire y eliminan los tóxicos. Finalmente, se refiere a un análisis con la planta interior, La lengua de suegra, donde calculo que está planta convierte dióxido de carbono en oxígeno durante la noche. Eliminando 2 µg/h de formaldehído.

Según el Grupo de Trabajadores de Evaluaciones y monitoreo de la exposición a contaminantes de interiores de la Organización Mundial de la Salud, se reunió en Copenhagen con la Oficina Regional de la OMS para Europa y el gobierno de la República Federal Alemana, reconociendo que se habían reportado muchos casos de impactos serios en la salud humana debido a la exposición en espacios internos a formaldehído, monóxido de carbono y a otros químicos orgánicos presentes en productos de consumo. En la reunión se revisó el conocimiento actual sobre las fuentes contaminantes de espacios interiores, se consideraron las concentraciones reportadas, se evaluó la efectividad de los medios para medir y monitorear la exposición de estos contaminantes en los seres humanos, se listaron los efectos adversos esperados en la salud humana por estos contaminantes y se evaluó la pertinencia del conocimiento de ese entonces sobre la relación exposición-efecto con el propósito de estimar el impacto total en la salud pública en los casos donde había disponibilidad de datos sobre exposición aceptable (World Health Organization. Regional Office for Europe, 1982, pág. 1).

De igual forma, el Grupo de Trabajo consideró la cantidad de población expuesta a cada uno de los contaminantes identificados, tanto en los niveles por encima y por debajo de los actualmente establecidos. Consideraron entre los contaminantes al humo del tabaco (fumar pasivo), NO₂, CO, Radón,

Formaldehído, SO₂, CO₂, O₃, asbestos, fibras minerales, compuestos orgánicos y alérgenos.

El Grupo concluyó que si bien los instrumentos disponibles para medir la exposición eran de calidad aceptable, los datos de monitoreo y el conocimiento sobre la distribución de fuentes de contaminación y concentraciones eran inadecuados o marginales. Se advirtió que si bien se tenía un amplio conocimiento sobre los efectos adversos en la salud, era inadecuado el conocimiento en la relación exposición-efecto especialmente lo relativo a efectos tardíos en casos de exposiciones crónicas. Por otro lado concluyó que el conocimiento de ese entonces no permitía establecer cuantitativamente el impacto sobre la salud pública y en consecuencia estimaron concentraciones por debajo de las cuales no ocurrirían efectos adversos a la salud en un ambiente de interior (World Health Organization. Regional Office for Europe, 1982, págs. 1- 2).

Según, Agencia para la Protección Ambiental, 1998, (EPA) adelantó un estudio por solicitud del Congreso de los EEUU con una muestra de diez edificios para determinar la presencia de VOC. Ya en 1982 había adelantado un estudio orientado específicamente a obtener mayor conocimiento sobre la presencia en el aire de VOC en espacios interiores de hogares y particularmente de aquellos VOC clasificados como carcinogénicos y mutagénicos (benzeno, tetracloroetileno entre otros) (U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1988, pág. 1).

El estudio arrojó los siguientes resultados: a) se identificó la presencia de al menos 500 VOC en 4 edificios, b) entre 100 y 200 VOC se encontraron en niveles de concentración mayores a las de las muestras de aire exterior, c) las muestras de estas elevadas concentraciones se encontraron en los materiales de construcción, productos de consumo y productos de proceso para la limpieza y cigarrillos (entre 18 y 111 VOC en tasas superiores a los 1,000 µg/m²/h; d) en los edificios nuevos, las concentraciones de compuestos aromáticos individuales y alifáticos (xilenos y decanos) los niveles eran

superiores a las concentraciones en el aire externo (por un factor de 100); e) la vida media de estos VOC oscilaba en un rango de entre dos y ocho semanas, el tiempo necesario para que las concentraciones internas bajaran al nivel de las concentraciones del aire externo se estimaron entre tres a doce meses, g) las concentraciones de particulados finos en espacios dedicados a fumadores se encontraban elevadas (entre 20 – 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1988, pág. 4). Finalmente el estudio recomendaba que se adelantaran más evaluaciones en otro tipos de edificios, tales como hospitales y centros comerciales, entre otros, donde las personas pasaban también una gran cantidad de tiempo y que se evaluara una mayor variedad de materiales para la construcción con el propósito de establecer las tasas de emisión de VOC asociadas (U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1988, pág. 6).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2012, indico que ocurrieron 4.3 millones de muertes atribuidas a la contaminación del aire en hogares, la mayoría de las cuales sucedieron en países de ingresos medios y bajos (LMI) de las regiones del Sudeste asiático y del Pacífico occidental

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Lengua de Suegra “*Sansevieria Trifasciata*”

La lengua de suegra “*Sansevieria Trifasciata*” es una de las plantas con más poder de purificación del aire de nuestros hogares y oficinas, siendo una de las de más fácil mantenimiento. Además estos absorben sustancias altamente tóxicas como el benceno, el formaldehído y/o el tricloroetileno que son perjudiciales para la salud. (Kamal Meattle, 2012).

1.3.2 *Sansevieria Trifasciata*

Es una de las plantas domésticas más resistentes y menos susceptibles a los daños, soporta corrientes de aire es siempre colorido. "Laurentii" es una variedad de bordes amarillos de especies *S.Trifasciata*, que tiene hojas de color verde que se caracterizan por una banda que parece piel de serpiente. (Rebeca Kingsley, 1998, pág. 57)

- ✓ Familia: Agavaceae.
- ✓ Luz: Abundante luz o pleno sol.
- ✓ Temperatura: 18° - 27° C
- ✓ Cuidado: fertilizante líquido diluido en partes iguales de agua una vez al mes solamente a medida que crece.
- ✓ Riego: Moderado durante su crecimiento, mínima en invierno.
- ✓ Uso: Planta ornamental en interiores
- ✓ Características: Especie muy resistente a condiciones ambientales desfavorables, planta purificadora de aire, eliminando tóxicos como el benceno y el formaldehído. (Nasa)

1.3.3 Planta Interior

Se conoce convencionalmente aquella variedad de planta que puede adaptarse a vivir o a sobrevivir en el clima y la humedad interior de las habitaciones de nuestras viviendas; aunque también hay casos como el de las plantas originarias de climas muy húmedos y calurosos, que crecen y se desarrollan vigorosamente en los ambientes interiores y calefaccionado de las casas y no podrían sobrevivir al clima frío y seco exterior, característico de otras latitudes. (Dolores Guzman de Fasano, 1998, pág. 3).

1.3.4 La biorremediación

La biorremediación es el uso de organismos vivos, sobre todo microorganismos, para degradar los contaminantes ambientales en formas menos tóxicas. Utiliza bacterias de origen natural, hongos o plantas para degradar o detoxificar las sustancias peligrosas para la salud humana y / o el medio ambiente... los desechos orgánicos se degradan biológicamente en condiciones controladas a un estado inocuo, o a niveles inferiores a los límites de concentración establecidos por las autoridades reguladoras (Vidali, 2001, pág. 1164).

La biorremediación no es una estrategia viable cuando los sitios contaminados poseen altas concentraciones de productos químicos tóxicos para la mayoría de los microorganismos, que contienen metales tales como cadmio o plomo y sales de cloruro sódico. Dentro del campo de las tecnologías de biorremediación se encuentra entre otras la Fitorremediación.

1.3.5 La fitorremediación

Las tecnologías de fitorremediación reducen *in situ* o *ex situ* la concentración de diversos compuestos a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a ellas. Esta técnica utiliza las plantas para remover, reducir, transformar, mineralizar, degradar, volatilizar o estabilizar contaminantes (Delgadillo López et al.; 2011, págs. 597-598)

La fitorremediación tiene entre sus ventajas que no requiere el transporte del sustrato contaminado, es eficiente tanto para contaminantes orgánicos como inorgánicos, es de bajo costo, no requiere personal especializado para su aplicación, hace uso de prácticas agronómicas convencionales, mejora las propiedades físicas y químicas del suelo, puede emplearse en agua, suelo, aire y sedimentos y favorece el reciclado de recursos (Delgadillo López et al., 2011, pág. 605).

No obstante, presenta algunos inconvenientes: lentitud cuando las especies usadas son árboles o arbustos, sólo es aplicable dentro de la zona de influencia de la rizósfera de la planta, es aplicable en ambientes con concentraciones bajas de contaminación, cuando los contaminantes se acumulan en la madera pueden volver al ambiente por combustión de la misma, requieren de áreas relativamente grandes y pueden aumentar la solubilidad de algunos contaminantes (Delgadillo López et al. 2011, pág. 605).

1.3.6 La biodepuración del aire

La biodepuración es una técnica del campo de la fitorremediación, que pertenece a los procesos biotecnológicos utilizados para el tratamiento del aire y de efluentes gaseosos. De manera específica la biodepuración elimina los agentes contaminantes mediante el lavado con un fluido con células en suspensión, el cual se regenera por actividad microbiana en un tanque aireado (Gonzaga Gutierrez, 2006, pág. 453). La velocidad de la degradación depende del tipo de microorganismos y de su rendimiento.

1.3.7 Biodepuración del aire con plantas vegetales.

En los cincuentas, tanto la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (en el contexto de la denominada Carrera Espacial. Los estudios de la NASA se orientaron a la regeneración atmosférica con énfasis en el uso de sistemas fotosintéticos para la eliminación de dióxido de carbono y regeneración de oxígeno como parte de un sistema de soporte de vida, aplicados en los programas BioHome, y posteriormente en Biosphere 2 y Mars Desert Research Station. (Central Intelligence Agency, 1962, pág. 7

En la década de los 90 la NASA empezó a interesarse por el tema del SBS y se convirtió en líder en la búsqueda e identificación de soluciones biológicas a los problemas asociados con la contaminación del aire en espacios interiores.

La NASA puso a prueba la eficacia de la biodepuración del aire utilizando plantas que actuaban sobre contaminantes tales como formaldehído, xileno, amoníaco, benceno. En 1973, durante la misión Skylab III, se identificaron 107 VOC en el interior de la nave, la mayoría de ellos provenientes de los materiales de construcción del laboratorio que podrían poner en riesgo la salud de los tripulantes. Los materiales sintéticos utilizados para construir Skylab emitían bajos niveles de productos químicos, en un efecto conocido como *liberación de*

gases, los cuales propagaban VOC como el formaldehído, benceno y tricloroetileno, irritantes conocidos y carcinógenos potenciales. Cuando estas sustancias químicas se encontraron atrapadas sin circulación, como en el caso del Skylab, los habitantes podían enfermar dado que no ocurría la depuración natural como ocurre en el complejo ecosistema de la Tierra (NASA, 2014).

En 1984 surgieron los primeros estudios en los que se evidenciaba que las plantas en el interior podrían eliminar los VOC de los espacios sellados. Para ampliar su investigación, un grupo de investigadores de la NASA construyó un edificio herméticamente cerrado llamado *BioHome*. Las paredes interiores se componían de paneles de plástico de 30 pulgadas en fibra de vidrio moldeado que proporcionaban un excelente aislamiento térmico. Estaba equipado para proporcionar un hábitat completamente funcional, adecuado para una persona. El resto del espacio interior tenía unos componentes bio-regenerativos conformados por plantas vegetales.

Los análisis preliminares del BioHome arrojaron evidencia de una alta presencia de VOC en su interior. Luego de esto, se introdujeron 15 especies de plantas dentro del módulo, con el propósito de evaluar la absorción de los VOC y posteriormente se examinó la calidad del aire. Los resultados mostraron que la calidad del aire había mejorado y la mayoría de los VOC se habían eliminado.

Estudios posteriores adelantados por la NASA y con la participación del doctor Bill Wolverton y colegas en el año 1980, se orientaron a entender cómo las plantas influenciaban y removían los químicos que contaminaban el aire interior y el por qué algunas plantas eran más efectivas que otras.

Estudios de investigación habían mostrado que las plantas de hogar absorben, metabolizan o relocalizan los químicos orgánicos que contaminan el aire, a través de microbios que crecen en y alrededor de las raíces y hojas de las

plantas donde estos son degradados...Los datos de la investigación científica indican que cada planta tiene su propio código genético que le permite cultivar microbios específicos requeridos para satisfacer sus necesidades (Wolverton, 1992, pág. 100).

Investigadores como el doctor Bill Wolverton se orientaron en 1980 a evaluar la capacidad de plantas que tuvieran una mayor área en sus hojas. Decidieron por una parte, enfocarse en el formaldehído (un VOC que en ese entonces había obtenido una mayor atención como contaminante en espacios interiores y a que se encontraba en aglomerados de madera y en aislantes utilizados en casas y casas rodantes) y luego de una pequeña evaluación identificaron a las plantas: Golden Pothos (*Scindapsus aureus*), Nephthytis (*Syngonium podophyllum*) y la Papa dulce (batata) (*Ipomoea batatas*), como las que tenían una mayor capacidad para remover el formaldehído de la atmósfera en ciclos de un poco más de 24 horas. Adicionalmente encontraron que las concentraciones de VOC podrían reducirse con plantas de hogar comunes que se introdujeran en ambientes completamente cerrados (NASA, 2005, pág. 4).

1.3.8 RAZGOS FUNCIONALES DE LAS PLANTAS

Los rasgos funcionales son características físicas y químicas de las plantas que pueden utilizarse como indicadores, para predecir o explicar distintos procesos, estrategias o respuestas de las plantas ante diferentes condiciones ambientales (Lavorel y Garnier 2002; Cornelissen et al. 2003).

Por ejemplo, se ha encontrado que rasgos como el área específica foliar (SLA), o la razón de área foliar (LAR) están positivamente relacionados con el crecimiento de las plantas (Lambers y Poorter, 1992; Antúnez et al., 2001).

Otros, como la relación entre la biomasa de raíces y la parte aérea (R: S), o la densidad del tallo son rasgos implicados en una respuesta de mayor tolerancia a la sequía (Leiva y Fernandez-Aléz, 1998; Markesteijn et al. 2011).

Además de los rasgos estructurales, la composición química también puede explicar el funcionamiento de las plantas. Por ejemplo, una alta concentración de nitrógeno en la hoja se ha relacionado con una elevada tasa de crecimiento relativo (Cornelissen et al. 1996; Villar et al. 2006).

Por otro lado, las características de la hoja verde también pueden tener una influencia sobre las características de las hojas senescentes y por lo tanto en la calidad de la hojarasca y la descomposición. Así, por ejemplo, una alta concentración de nutrientes en la hojarasca puede acelerar el proceso de descomposición y un rápido regreso de los nutrientes y otros compuestos al suelo (Gallardo y Merino, 1993), afectando a su vez al crecimiento de las nuevas plántulas bajo la hojarasca, bien potenciándolo (Dorrepaal et al., 2007) o inhibiéndolo (Bonanomi et al., 2011).

Por otro lado, el funcionamiento de las plantas está íntimamente relacionado con las condiciones ambientales. En las últimas décadas, debido al cambio climático, se han observado importantes alteraciones en variables climáticas. Actualmente se desconoce la influencia que dichas alteraciones pueden tener sobre los rasgos funcionales y cómo éstas podrían afectar al funcionamiento de las plantas y ecosistemas. El objetivo general de esta tesis es conocer si los rasgos funcionales (de hoja, tallo y raíz) de las plantas están asociados a distintos procesos, respuestas

y estrategias de las especies en distintas fases de su vida (plántula y adulto). Para ello se han combinado estudios observacionales con experimentos en condiciones controladas (invernadero). Con esto nos proponíamos comprobar si dichos rasgos funcionales pueden usarse como predictores de tales procesos y respuestas, de forma que pudieran proporcionar información de los futuros cambios de las especies en un escenario de cambio global.

1.3.9 SANSERVIERA TRIFASCIATA

Distribución y hábitat:

S. trifasciata es originaria de África tropical, fue introducida en Europa en la primera mitad del siglo XVIII y de aquí pasa a América donde es ampliamente cultivada por su vistoso follaje y sus hojas erguidas y variegadas (Hoyos 1999; PIER 2001). Esta especie se adapta fácilmente a todo tipo de suelos, aunque prefiere los de textura arcillosa, soporta fácilmente la sequía y puede aguantar largos períodos sin agua, además crece en ambientes de poca luz (Hoyos 1999)

Descripción de Sansevieria:

Hierba perenne, de 40 a 90 cm de alto. Hojas gruesas, linearlanceoladas, erguidas, terminan en punta a manera de espina, de color verde-oscuro con franjas blancas o amarillas. Las hojas nacen de un rizoma carnoso subterráneo. Flores blanco-verdosas, agrupadas en inflorescencias erguidas racimosas, muy fragantes (Hoyos 1999; Figura 2). Nombres comunes: Alelo, Cáhano, Cuerda del arco africano, Cáhano cuerda, Chanvre d'Afrique, Kitelel, Konje cáhano, Langue de belle-mère, Lengua de Suegra, Lengua de la madre, Ngata, Riri, Sansevieria, Snakeplant, Tigre, Cuerda de cáhano de la víbora, Mapanare, Tiger cat, Oreillo di burian, Rhamni, Yerba ci cinta, Yerba di colebas (ISSG 2013, Hoyos 1999, Acevedo-Rodríguez & Strong 2012).

Usos

Especie ornamental, muy apropiada para jardines rocosos, xerofíticos en combinación con otras plantas suculentas o xerófilas. Se usa en taludes y zonas agrestes en general, se adapta muy bien a macetas para ser cultivada en patios, terrazas o interior de apartamentos (Hoyos 1999), además es utilizada como cerca viva y cultivada en redomas de avenidas.

EFICIENCIA

La **eficiencia** (del latín *efficientia*) refiere a la **habilidad, capacidad o posibilidad de alcanzar un objetivo o lograr un fin utilizando la menor cantidad de recursos disponibles**. Un comportamiento eficiente es aquel que plantea una **estrategia racional y coherente** que permite **maximizar y optimizar** el tiempo, los recursos y las decisiones.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cuál es la Eficiencia de la planta Lengua de Suegra (*Sansevieria trifasciata*) para la fitoremediación de (CO, SO₂, NO₂) presentes en I.E.P Isaac Newton, SJL- 2018?

1.4.2 Problemas específicos

¿Cuáles son los niveles de eficiencia de la Planta Lengua de Suegra para los gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Isaac Newton, SJL-2018?

¿Cuáles son los niveles de concentración fitoremediados de los gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Isaac Newton, SJL-2018?

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación Metodológica

Para este trabajo utilizaremos un “Test” propio que permitirá evaluar beneficios de hacer interactuar las dos variables que son la fitoremediación del aire interior y la planta “*sansevieria trifasciata*”

1.5.2 Justificación Práctica

Este trabajo a realizar permitirá mejorar de la calidad del aire interior del espacio interior del Colegio Isaac Newton; en consecuencia, permitirá tener una mejor calidad de aire para los que en el trabajan o estudian.

1.5.3 Justificación Económica

Este trabajo no demandara costos excesivos para conseguir las plantas fitoremediación “*sansevieria trifasciata*”.

1.5.4 Justificación Social

De aplicarse esta hipótesis no solo en esta institución; sino, en todos los espacios cerrados mejoraría la calidad de vida de muchas personas que en ella viven o laboran. Se reduciría la tasa mortalidad y el tiempo de vida del humano aumentaría.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La planta lengua de suegra es eficiente para la fitoremediación de los gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Issac Newton, SJL-2018

1.6.2 Hipótesis específicas

Los niveles de eficiencia de la planta lengua de suegra para gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Issac Newton, SJL-2018, son muy altas.

Los niveles de concentración fitoremediados de los gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Issac Newton, SJL-2018, son muy altas

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia de la planta lengua de suegra para la fitoremediación de los gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Issac Newton, SJL-2018.

1.7.2 Objetivos específicos

Determinar los niveles de eficiencia de la Planta Lengua de Suegra para los gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Issac Newton, SJL-2018.

Determinar los niveles de eficiencia de la Planta Lengua de Suegra para los gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Issac Newton, SJL-2018.

1.8 Variables

1.8.1 Variables Dependiente

Fitoremediación de contaminantes

1.8.2 Variables Independiente

Eficacia de la planta lengua de suegra “*Sansevieria trifasciata*”

II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de Estudio

- La presente investigación se aplica el enfoque Cuantitativo debido a que se busca ser objetivo, se describe y explica los fenómenos ocurridos, se comprueba teorías existentes. **HERNÁNDEZ .S (2010)**.

2.2 Diseño de Investigación

- En la presente Investigación se aplica el Diseño Experimental: cuasi-experimental 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. **HERNÁNDEZ .S (2010)**.

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 Población

Según **CARRASCO (2007)** La población es el conjunto de individuos que comparten por lo menos una característica, sea una ciudadanía común, la calidad de ser miembros de una asociación voluntaria o de una raza, la matrícula en una misma universidad o similares.

En lo que respecta a esta investigación, la población a considerar en este proyecto es la Institución Educativa Privada “Isaac Newton” del distrito de San Juan de Lurigancho ubicado en la MZ K7 Lote 01 del Asentamiento Humano “José Carlos Mariátegui” que está ubicada en uno de los distritos con fuentes medias y altas de contaminación atmosférica por el parque automotor, fábricas, industrias y otras; alterando la calidad del aire. El área de dicha Institución es de 228 m² conformado por 168 estudiantes, 20 docentes, 1 directora, 1 promotor, 1 secretaria, 1 auxiliar y 1 vendedora.

2.3.2 Muestra

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.

2.3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ, Y CONFIABILIDAD

:

Para el tratamiento del aire interior de la I.E.P Isaac Newton, se utilizó a la planta Lengua de Suegra (*Sansevieria trifasciata*) para la fitoremediación (CO, SO₂, NO₂) la cual fue modificándose químicamente a medida que transcurrían los días.

En esta investigación se utilizara la técnica de observacional, y se registrara lo observado mediante una ficha de recolección de datos.

2.3.4 Confiabilidad y validez del instrumento:

Sobre la validez menciona **(CARRASCO 2007)** Este atributo de los instrumentos de investigación consiste en que estos midan con objetividad, precisión, veracidad y autenticidad aquello que se desea medir de la variable o variables en estudio, en esta investigación la validez de la ficha de observación fue verificada por el juicio de expertos.

Los profesionales y maestros de la Universidad Cesar Vallejo – Lima Este fueron los encargados de dicha validación: Docentes especialistas: Magister Wilber Quijano Pacheco, Magister José Eloy Cuellar Bautista. Docentes Metodólogos: Antonio Delgado Arenas, Teresa Narvaez Aranibar. Profesores: Amuber Omar Vasquez Aranda, Máximo Zevallos León, Braulio Valdivia Orihuela. Ellos consideran que los instrumentos de medición son aplicables y fiables.

2.3.4.1 *Sobre la confiabilidad:*

(CARRASCO 2007) nos menciona que la confiabilidad es la cualidad o propiedad de un instrumento de medición, que nos permite obtener los mismos resultados al aplicarse una o más veces a la misma muestra en diferentes periodos de tiempo.

2.3.4.2 Técnicas

- Etapa de observación al lugar dentro y fuera de la zona.
- Delimitación del área de estudio
- Determinación de la frecuencia y puntos de muestra
- Muestreo en el espacio más cerrado del colegio (Auditorio) donde hay poca ventilación del aire.
- Análisis en el laboratorio de las muestras enviadas para determinar la concentración de SO₂, CO, NO₂. en el laboratorio SAC.
- Análisis en el laboratorio de las muestras enviadas para determinar la concentración de SO₂, CO, NO₂. en el laboratorio SAC. haciendo uso de la planta Lengua de Suegra.

Utilización del Excel para determinar la dispersión y si este esta dentro del límite de 1 **Descripcion del muestreo de gases:**

2.3.4.2.1 Muestreo de dióxido de azufre:

Este método de ensayo se aplicó empleando un tren de muestreo , el muestreo se realiza a un flujo de 0,2 litros / minuto por un periodo de tiempo de 24 horas , abarca la coleccion del contaminatne por burbujeo del so₂ del aire del espacio a estudiar , absorbiéndolo en una solución de tetracloromercurato de potasio , para formar un complejo monoclorosulfonatomercurato , una vez formado este compuesto es resistente a la oxidación , esta solución se hace reaccionar con formaldehido y pararosanlina blanqueada , cuya densidad óptica se determina espectrofotométricamente en relación directa con la cantidad de SO₂ colectado .

2.3.4.2.2 Dioxido de nitrógeno:

Este método de ensayo se aplica empleando un tren de muestreo, el muestreo se realiza a un flujo de 0,4 litros / minuto por un periodo de tiempo de 1 hora , abarca la colección del contaminante por burbujeo del No₂ del aire del espacio a estudiar , absorbiéndolo en una solución de Griess Saltzman , se basa en la reacción de del no₂ con ácido sulfanilico para formar un compue

sto de diazonio ,que reacciona con naftilamina formando un compuesto azoico que se mide espectrofotométricamente.

2.3.4.2.3 Monóxido de carbono:

El método de CO se basa en la formación de un compuesto coloreado al reaccionar el CO con sal de plata del ácido p-sulfaminobenmzoico en medio básico. , este método se aplica con tren de muestro a un flujo de 0,5 litros por minuto durante un tiempo de muestreo de 8 horas.

Muestreo de los contaminantes:

Se realizó un monitoreo de calidad de aire en un espacio interior, para ello se contrató un laboratorio para que nos proporcione los materiales y equipos necesario para el muestreo.

Materiales:

- Impinngers
- soluciones captadoras (No2 , SO2 , CO)
- Agua desionizada
- piceta
- tripode
- Extension
- coler
- icepack
- Guaantes
- guardapolvo

Equipos:

- Tren de muestreo
- rotámetro
- termohigrometro

Se inició , trasladando lo mencionado al lugar de estudio colegio Issac Newton , ubicado en mariategui –San Juan De Lurigancho , se reconoció el lugar donde se instalaría el tren de muestreo, se armó el trípode , se colocó encima el equipos para darle una altura apropiada , los impingers se enjuagaron con agua desionizada previamente para evitar una contaminación cruzada , luego se vertió el contenido de cada solución captadora al impinmgers , se midió el flujo requerido para cada gas , se conectó y programo el equipo , una vez culminado se retiró las soluciones a sus frascos , estos fueron llevados al laboratorio en un cooler con ice pack congelados para darle una temperatura de 4°C , y sean analizados.

■

III. RESULTADOS

3.1 RESULTADOS ANTES DEL TRATAMIENTO (DIAGNOSTICO)

3.1.1 RESULTADOS INICIALES PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LOS GASES (CO, NO₂, SO₂)

A) DETERMINANDO LA CONCENTRACIÓN INICIAL DEL MONÓXIDO DE CARBONO CO_(g)

Se realizaron los primeros análisis químicos en Laboratorio SAC. para determinar la concentración inicial del monóxido de carbono CO_(g) presente en el espacio interior de la I.E “ISAAC NEWTON” obteniendo el siguiente resultado.

Tabla 1: ANALISIS DE CONCENTRACIÓN DEL MONÓXIDO

ENSAYO	UNIDAD	METODO	RESULTADO	FECHA DIAGNÓSTICO
Monóxido de carbono (CO) F	µg / m ³	Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, ASTM D-3669-78T	169	21-22 mayo

u
ente: Elaboración propia

En base a los resultados que se observa en la tabla 1, se puede identificar que la concentración inicial del monóxido de carbono CO_(g) en dicho espacio interior es de 169 µg / m³.

B) DETERMINANDO LA CONCENTRACIÓN INICIAL DEL DIÓXIDO DE NITRÓGENO NO_{2(g)}

Se realizaron los primeros análisis químicos en Laboratorio SAC. para determinar la concentración inicial del dióxido de nitrógeno NO_{2(g)} presente en el espacio interior de la I.E “ISAAC NEWTON” obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 2: ANÁLISIS DE CONCENTRACIÓN DEL DIÓXIDO DE NITROGENO

ENSAYO	UNIDAD	METODO	RESULTADO	FECHA DIAGNÓSTICO
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	µg / m ³	ASTM D-1607-91 (Reapproved 2011) Standart Test Method for Nitrogen Dioxide Contem of the atmosphere (Griess Saltzman Reacción)	22.4	21-22 mayo

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados que se observa en la tabla 2, se puede identificar que la concentración inicial del dióxido de nitrógeno NO_{2(g)} en el espacio interior es de 22.4 µg / m³.

C) DETERMINANDO LA CONCENTRACIÓN INICIAL DEL DIÓXIDO DE AZUFRE $SO_{2(g)}$

Se realizaron los primeros análisis químicos en Laboratorio SAC. para determinar la concentración inicial del dióxido de nitrógeno $NO_{2(g)}$ presente en el espacio interior de la I.E “ISAAC NEWTON” obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 3: ANALISIS DE CONCENTRACIÓN DEL DIÓXIDO DE AZUFRE

ENSAYO	UNIDAD	METODO	RESULTADO	FECHA DIAGNÓSTICO
Dióxido de Azufre (SO_2)	$\mu g / m^3$	EPA-40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method). 2010	4.8	21-22 mayo

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados que se observa en la tabla 3 se puede identificar que la concentración inicial del dióxido de nitrógeno $SO_{2(g)}$ en el espacio interior es de $4,8 \mu g / m^3$.

En resumen, los resultados iniciales (Diagnostico) de las concentraciones de los gases analizados fueron:

Tabla 4: CONCENTRACIÓN INICIAL DE LOS GASES (CO, NO₂, SO₂)

GASES	CONCENTRACION	
	INICIAL	UNIDAD
SO ₂	4.8	µg / m ³
NO ₂	22.4	µg / m ³
CO	169	µg / m ³

Fuente: Elaboración propia

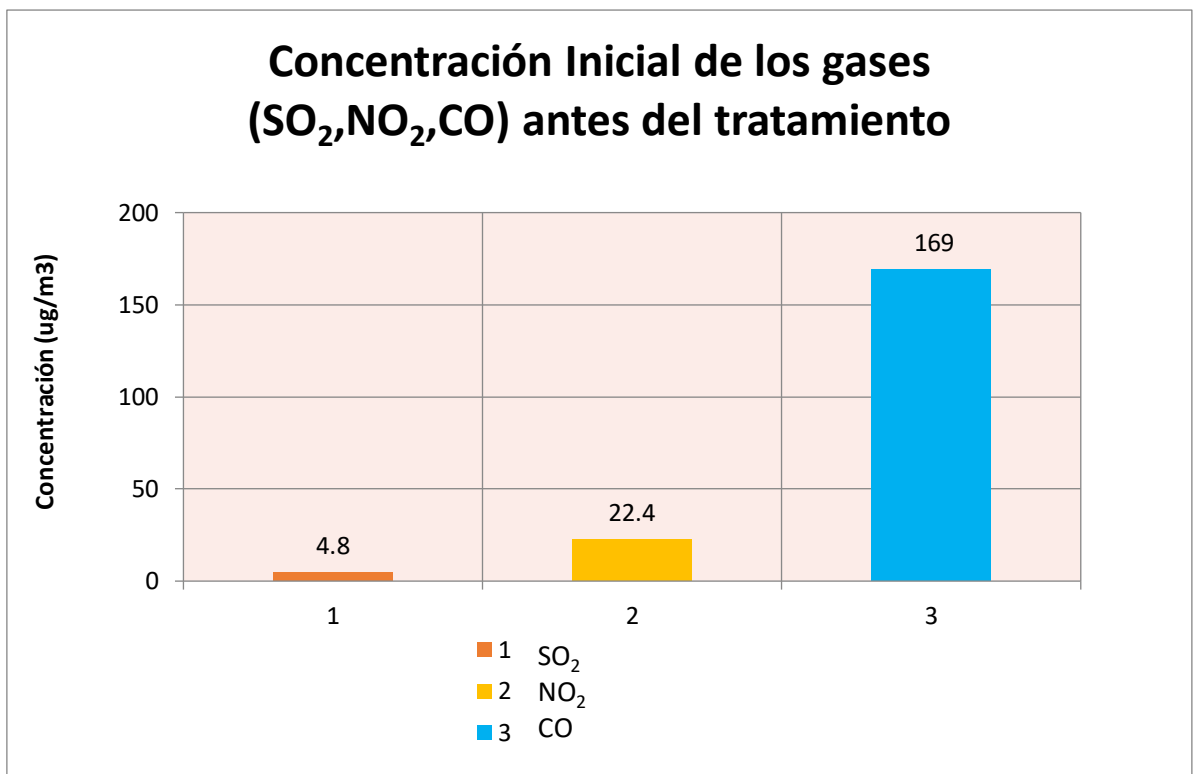


Gráfico 1: Concentración Inicial de los gases SO₂, NO₂, CO interiores antes del tratamiento

3.2 RESULTADOS DESPUES DEL TRATAMIENTO

3.2.1 RESULTADO DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES (CO, NO₂, SO₂) CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA LENGUA DE SUEGRA:

Después del primer monitoreo para determinar la concentración inicial de los gases (SO₂, NO₂, 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 (Del 23 al 24 de mayo del 2018).

Cumplido las 24 horas se decide muestrear los mismos gases para determinar si hubo o no alguna variación de la concentración de los gases a analizar al instalar la planta purificadora Lengua de Suegra. Estos fueron los resultados:

Tabla 5: RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS GASES (CO, NO₂, SO₂) CON LA IMPLEMENTACION DE LA PLANTA PURIFICADORA – Monitoreo N°1

ENSAYO	UNIDAD	METODO	RESULTADO	FECHA DIAGNÓSTICO
Monóxido de Carbono (CO)	µg / m ³	Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, ASTM D-3669-78T	138	24-25 mayo
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	µg / m ³	ASTM D-1607-91 (Reapproved 2011) Standart Test Method for Nitrogen Dioxide Contem of the atmosphere (Griess Saltzman Reacción)	18.6	24-25 mayo
Dióxido de Azufre (SO ₂)	µg / m ³	EPA-40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxid in the Atmosphere (Pararosaniline Method). 2010	3.9	24-25 mayo

Fuente: Elaboración propia

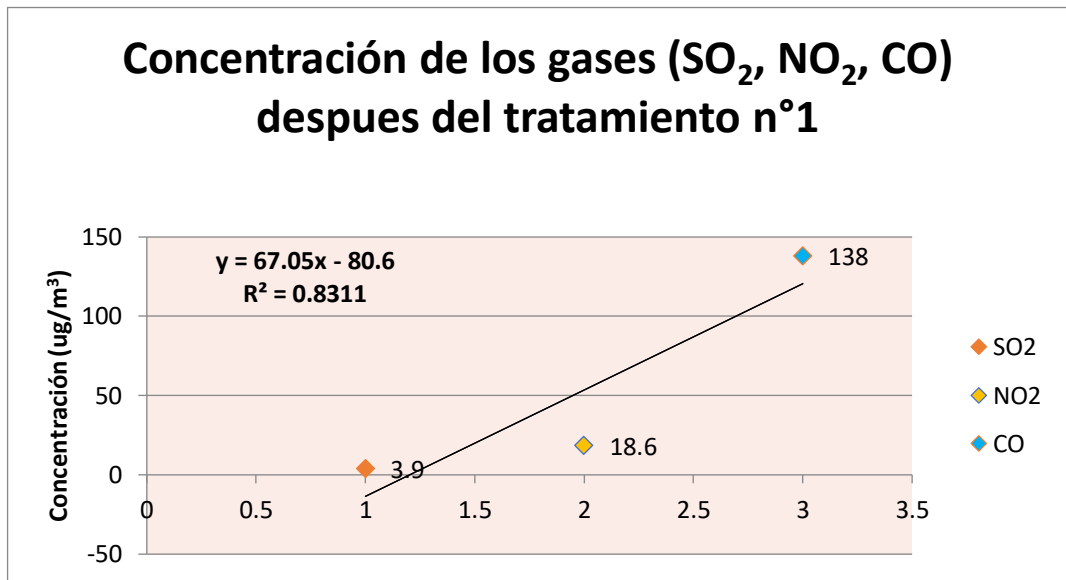


Gráfico 2: Concentración de los gases (SO₂, NO₂, CO) obtenidos después de la colocación de la planta Lengua de Suegra – Monitoreo N°1

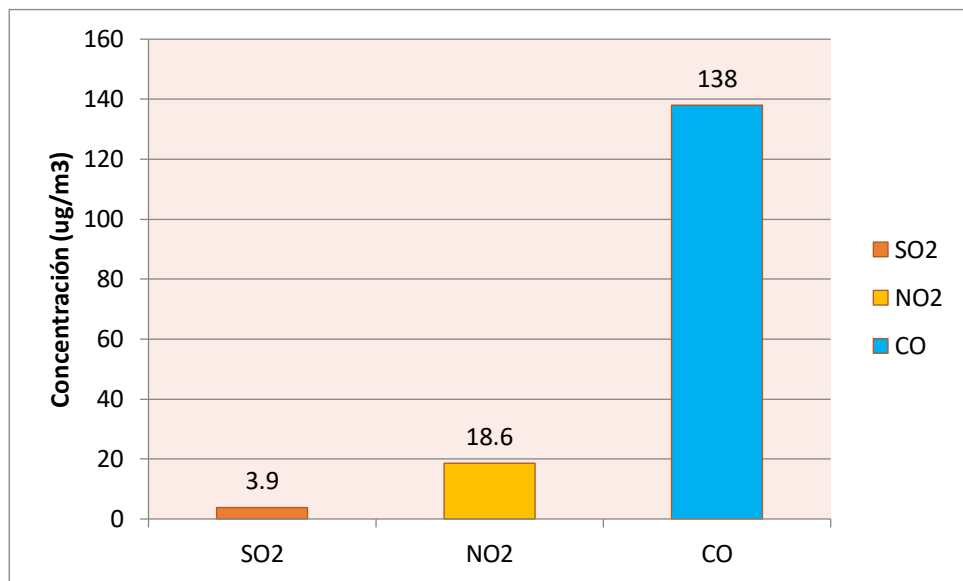


Gráfico 3: Orden creciente de la concentración de los gases (SO₂, NO₂, CO) obtenidos después de la colocación de la planta Lengua de Suegra – Monitoreo N°1

ICOI > INO₂I > ISO₂I

ICOI red. > INO₂I red. > ISO₂I red.

Dónde: I I : Concentración

I I red : Concentración reducida

3.3 RESULTADO DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES (CO, NO₂, SO₂) CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA LENGUA DE SUEGRA - MONITOREO N°2:

Se realiza el segundo monitoreo para determinar las variaciones de las concentraciones de los gases; aún sin retirar la planta Lengua de Suegra del espacio interior cerrado el día 06 y 07 de junio.

Estos fueron los resultados:

Tabla 6: RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS GASES (CO, NO₂, SO₂) CON LA IMPLEMENTACION DE LA PLANTA PURIFICADORA – Monitoreo N° 2

ENSAYO	UNIDAD	METODO	RESULTADO	FECHA DIAGNÓSTICO
Monóxido de Carbono (CO)	µg / m ³	Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, ASTM D-3669-78T	97	06 y 07 junio
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	µg / m ³	ASTM D-1607-91 (Reapproved 2011) Standart Test Method for Nitrogen Dioxide Contem of the atmosphere (Griess Saltzman Reacción)	18.1	06 y 07 junio
Dióxido de Azufre (SO ₂)	µg / m ³	EPA-40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxid in the Atmosphere (Pararosaniline Method). 2010	3.2	06 y 07 junio

Fuente: Elaboración propia

Se va observando reducción de las concentraciones de los 3 gases; siendo el más reducido la concentración del monóxido de carbono, luego el dióxido de nitrógeno y finalmente del dióxido de azufre.

ICOI > INO₂I > ISO₂I

ICOI red. > INO₂I red. > ISO₂I red.

Dónde: I I : Concentración

I I red : Concentración reducida

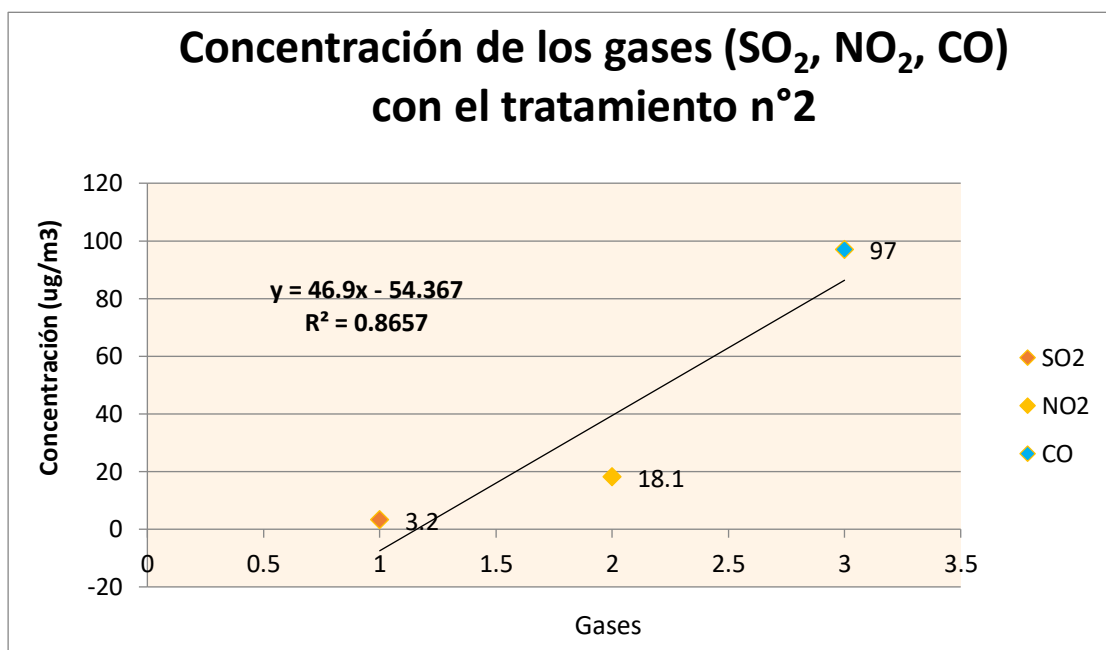


Gráfico 4: Concentración de los gases (SO₂, NO₂, CO) obtenidos después de la colocación de la planta Lengua de Suegra – Monitoreo N°2

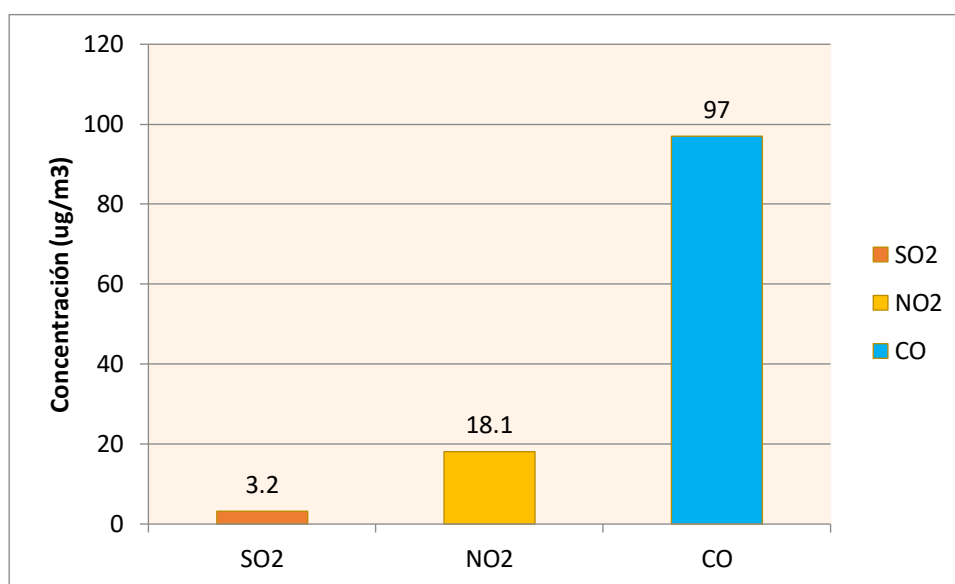


Gráfico 5: Orden creciente según la concentración de los gases (SO₂, NO₂, CO) obtenidos después de la colocación de la planta Lengua de Suegra – Monitoreo N°2

2.1) RESULTADO DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES (CO, NO₂, SO₂) CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA LENGUA DE SUEGRA – MONITOREO N°3:

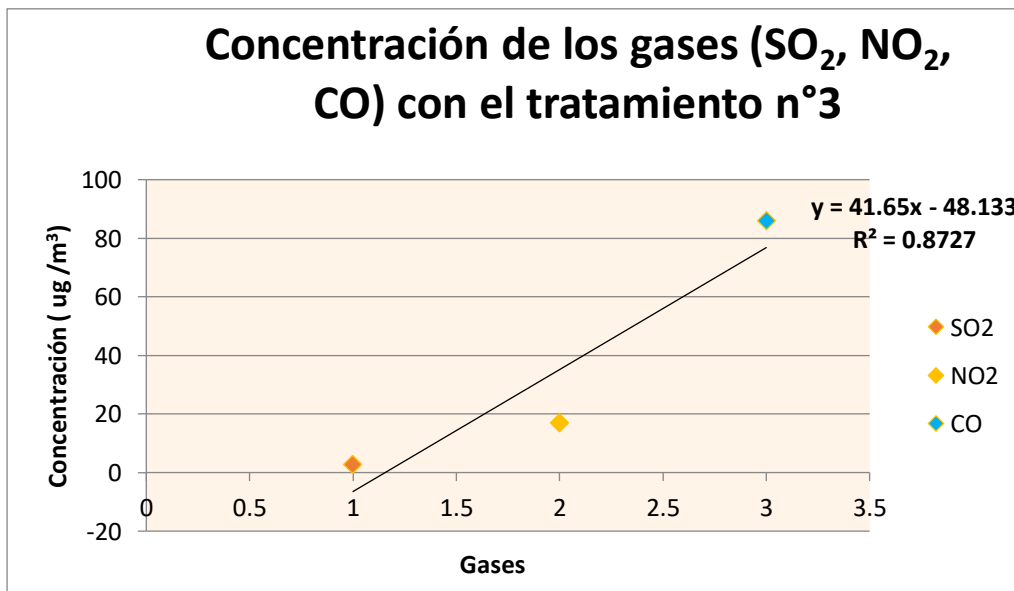
Se realiza el tercer monitoreo para determinar las variaciones de las concentraciones de los gases; aún sin retirar la planta Lengua de Suegra del espacio interior cerrado el día 18 y 19 de junio. Estos fueron los resultados:

Tabla 7: RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS GASES (CO, NO₂, SO₂) CON LA IMPLEMENTACION DE LA PLANTA – MONITOREO N°3

ENSAYO	UNIDAD	METODO	RESULTADO	FECHA DIAGNÓSTICO
Monóxido de Carbono (CO)	µg / m ³	Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, ASTM D-3669-78T	86	18 y 19 de junio
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	µg / m ³	ASTM D-1607-91 (Reapproved 2011) Standart Test Method for Nitrogen Dioxide Conten of the atmosphere (Griess Saltzman Reacción)	16.8	18 y 19 de junio
Dióxido de Azufre (SO ₂)	µg / m ³	EPA-40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxid in the Atmosphere (Pararosaniline Method). 2010	2.7	18 y 19 de junio

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: Concentración de los gases (SO₂, NO₂, CO) obtenidos después de la colocación de la planta Lengua de Suegra – Monitoreo N°3



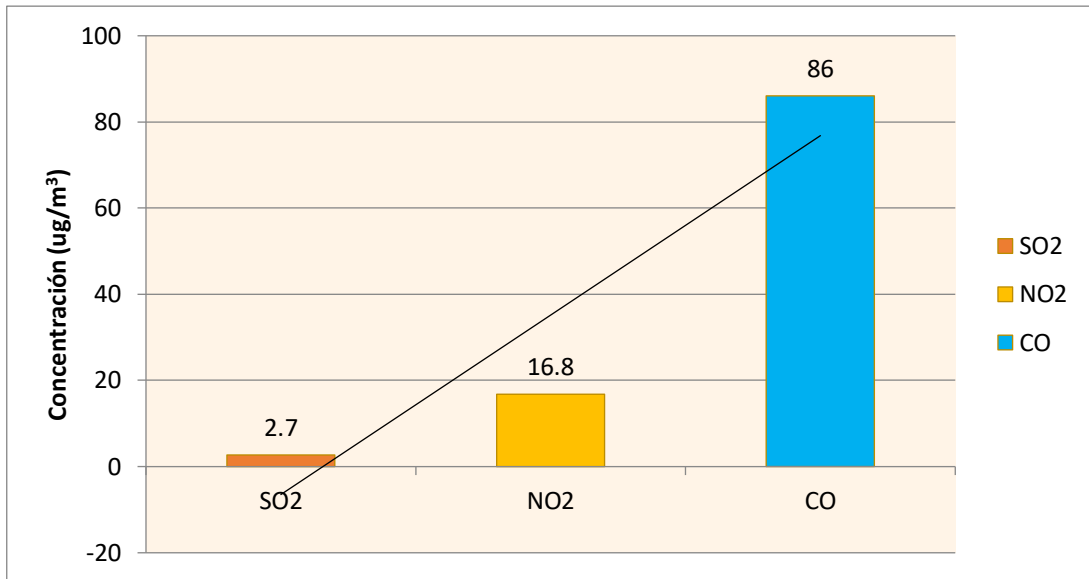


Gráfico 7: Concentración de los gases (SO₂, NO₂, CO) obtenidos después de la colocación de la planta Lengua de Suegra –Monitoreo N°3

Se va observando reducción de las concentraciones de los 3 gases; siendo el más reducido la concentración del monóxido de carbono, luego el dióxido de nitrógeno y finalmente del dióxido de azufre.

Cumpliendo así esta relación de concentraciones:

$$|CO| > |NO_2| > |SO_2|$$

$$|CO \text{ red.}| > |NO_2 \text{ red.}| > |SO_2 \text{ red.}|$$

Dónde: | | : Concentración

| | red : Concentración reducida

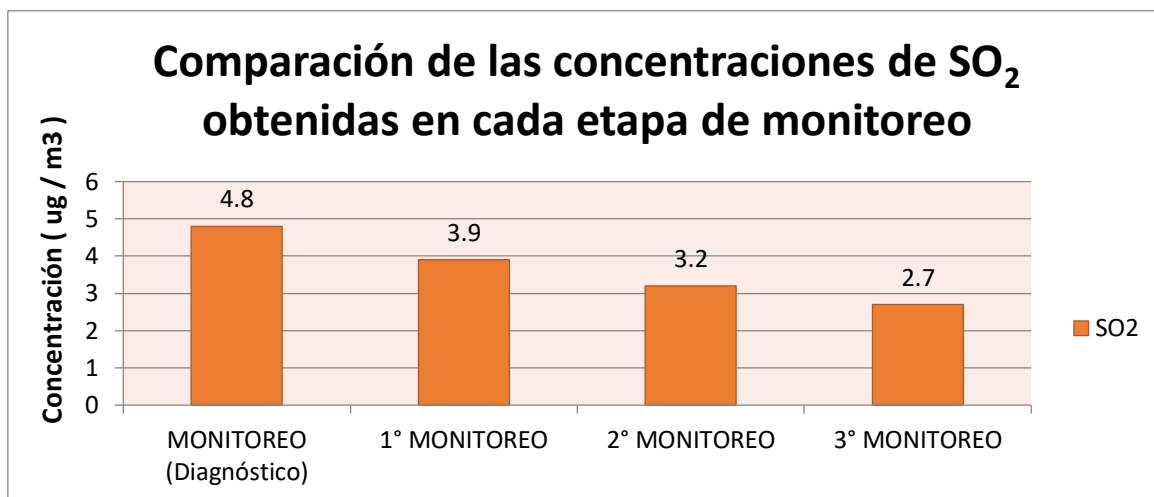


Gráfico 8: Variación de la concentración obtenida de SO₂ en cada etapa de monitoreo

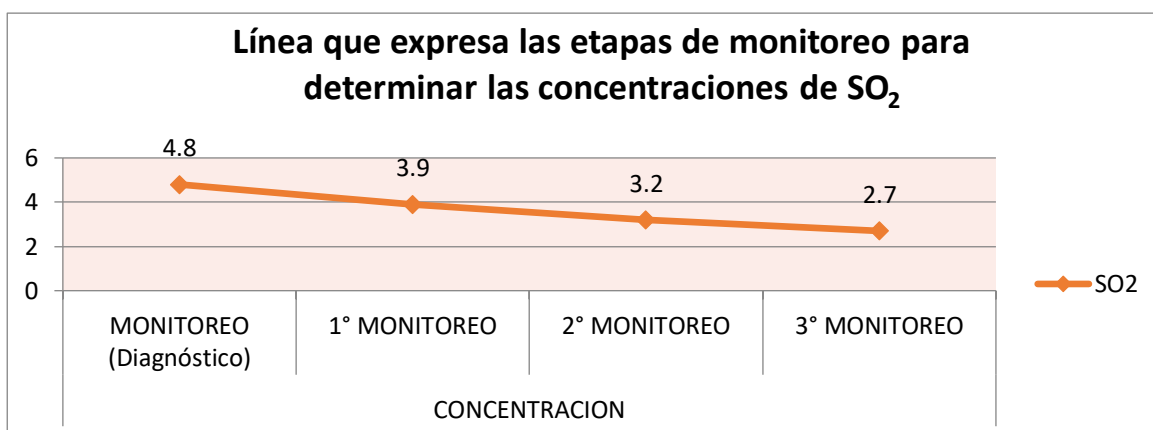


Gráfico 9: Línea formada por los puntos de concentración de SO₂

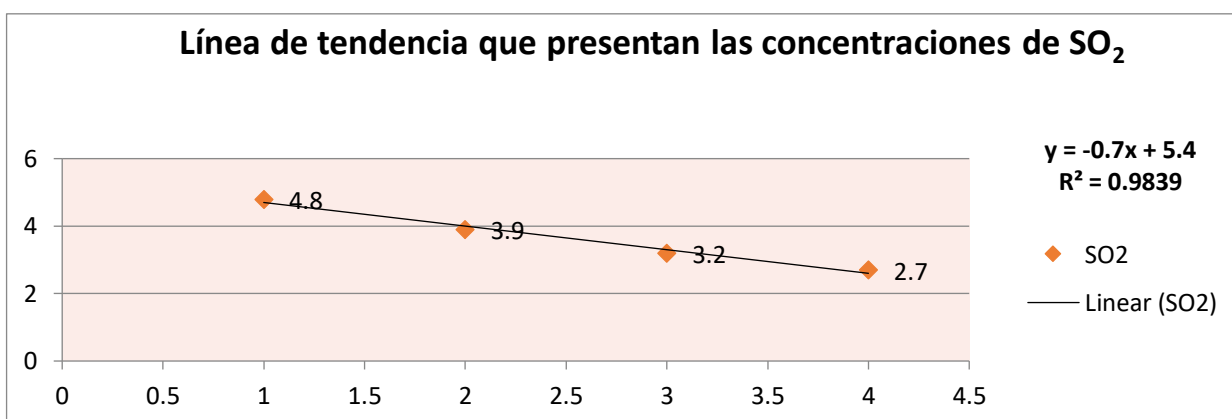


Gráfico 10: Línea de dispersión de la concentración del SO₂

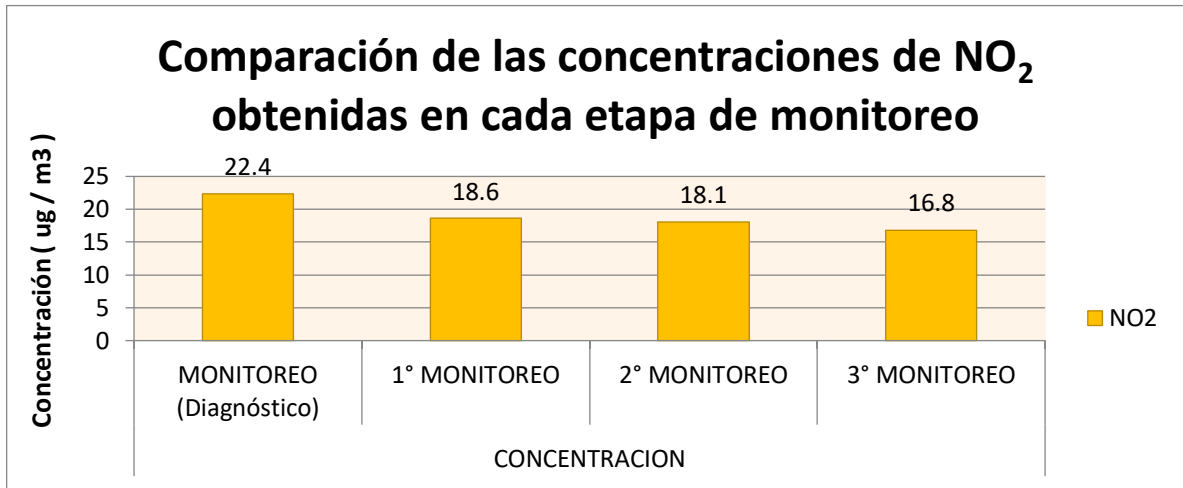


Gráfico 11: Variación de la concentración obtenida de NO₂ en cada etapa de monitoreo

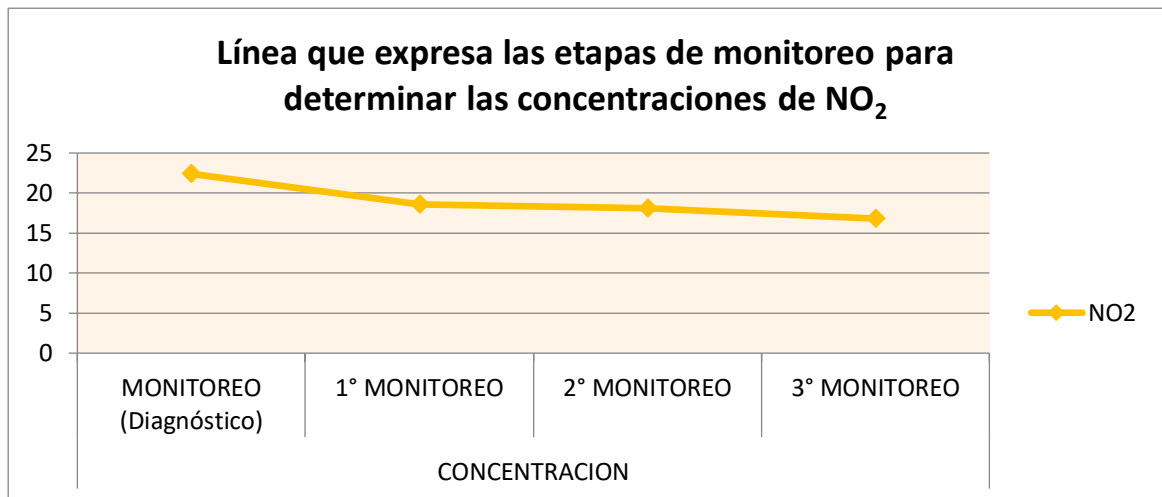


Gráfico 12: Variación de la concentración obtenida de NO₂ en cada etapa de monitoreo

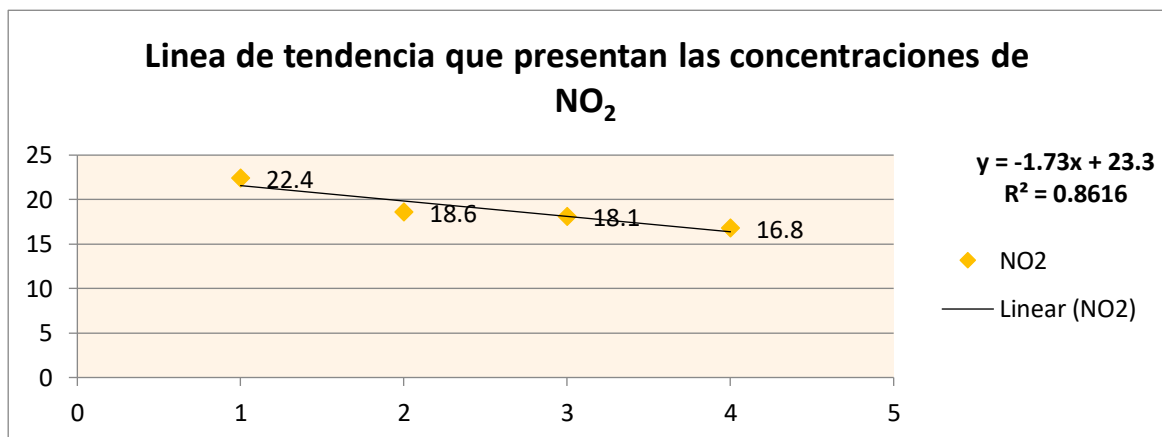


Gráfico 13: Línea de dispersión de la concentración del NO₂

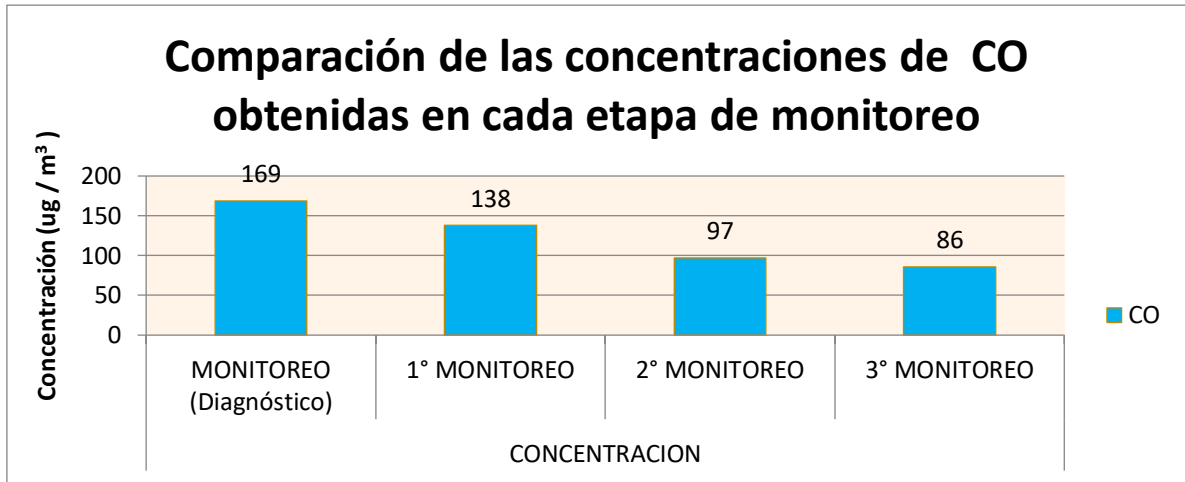


Gráfico 14: Variación de la concentración obtenida de CO en cada etapa de monitoreo

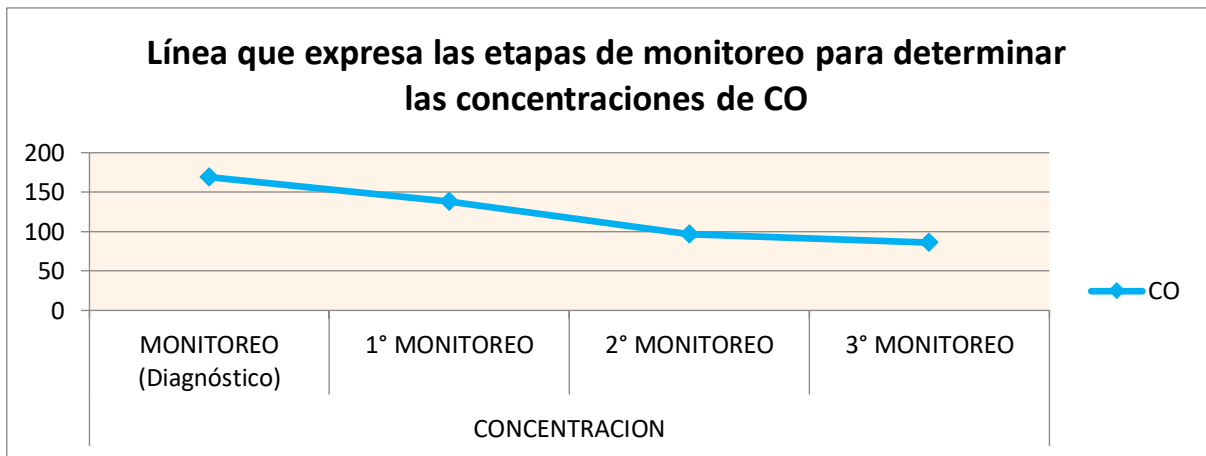


Gráfico 15: Línea formada por los puntos de concentración de CO

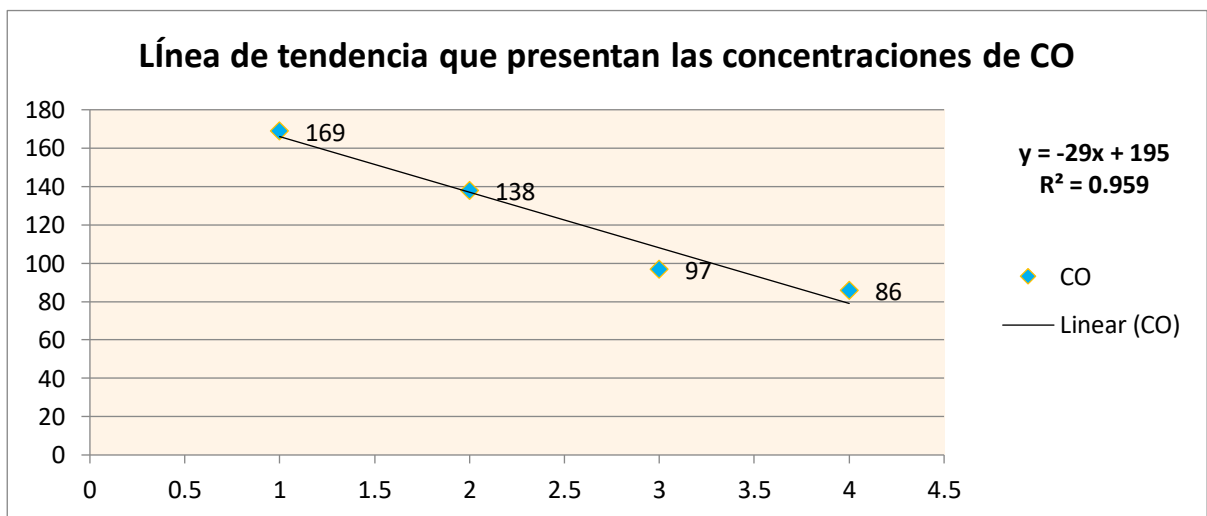


Gráfico 16: Línea de dispersión de la concentración del CO

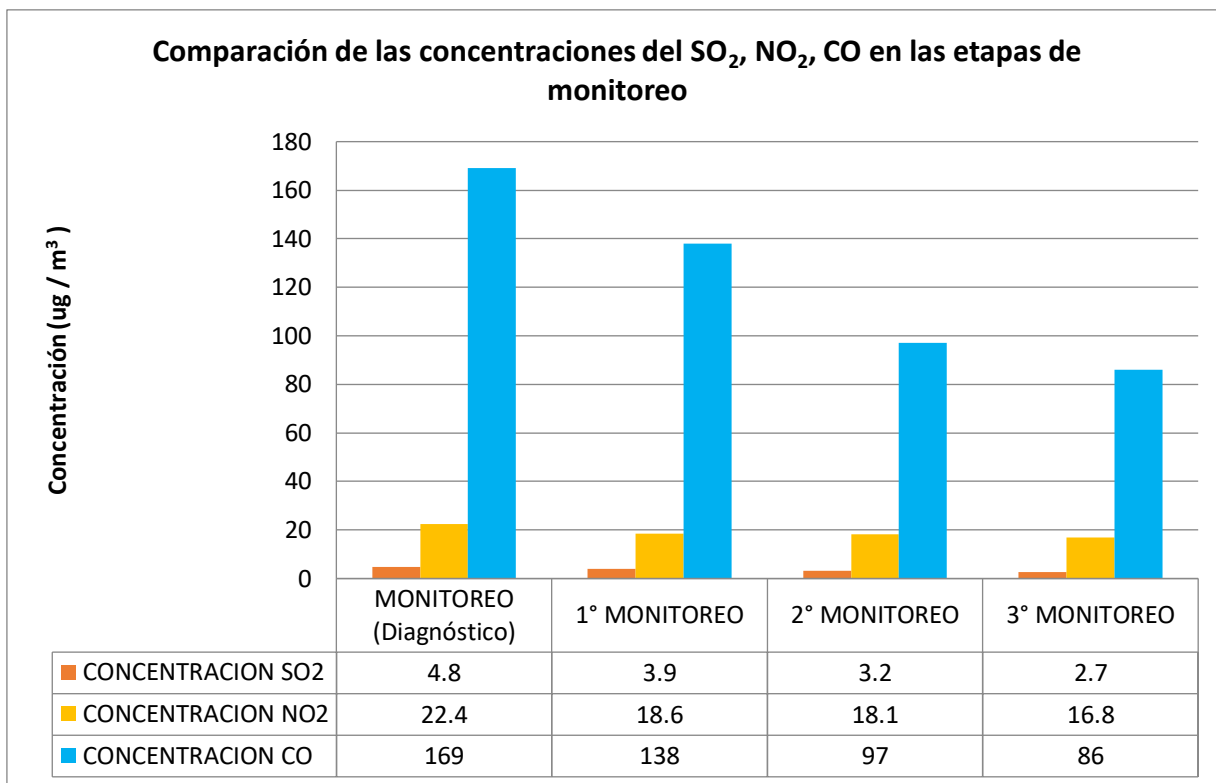


Gráfico 17: Resumen de las concentraciones de los gases en sus 4 etapas de análisis.

El gráfico 17, permite comprender mejor lo que ocurría con las concentraciones de cada gas en las 4 etapas (Diagnóstico y los 3 monitoreos).

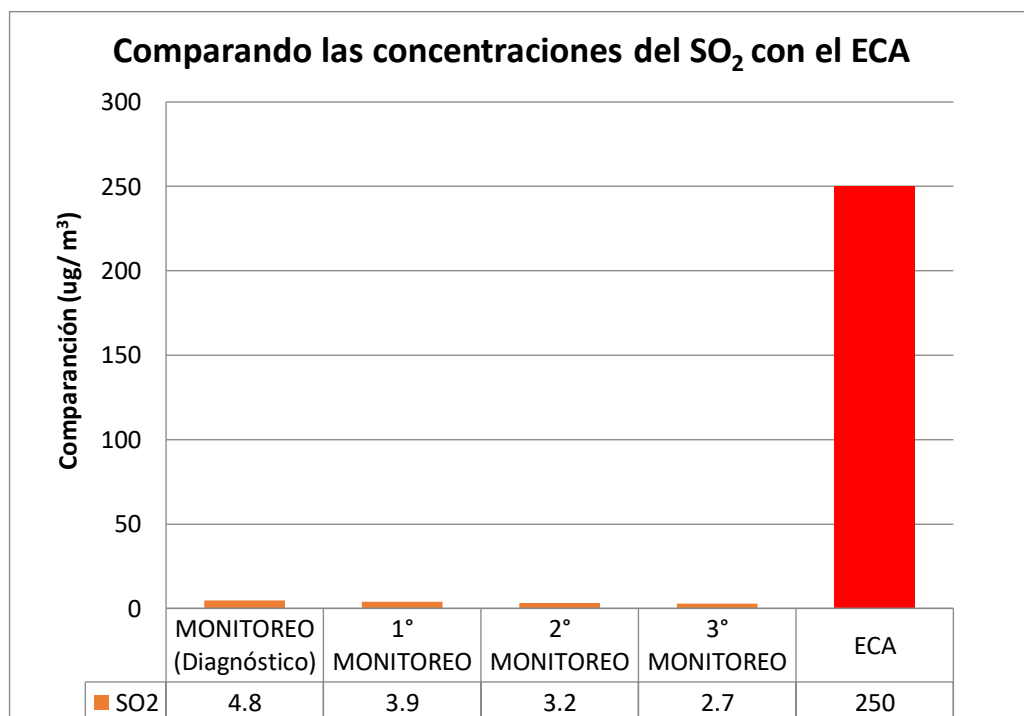


Gráfico 18: ECA vs Concentraciones del SO₂

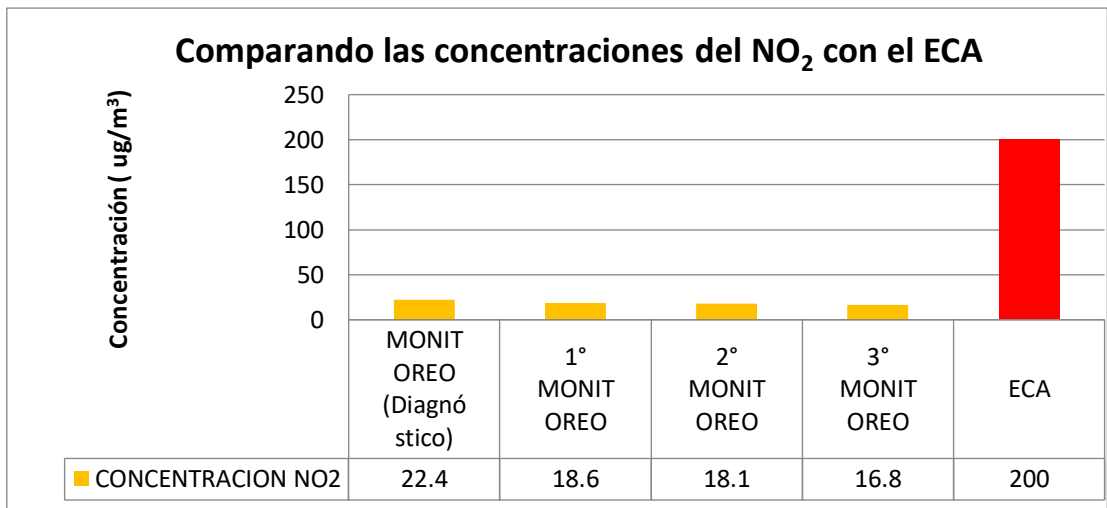


Gráfico 19: ECA vs Concentraciones del NO₂

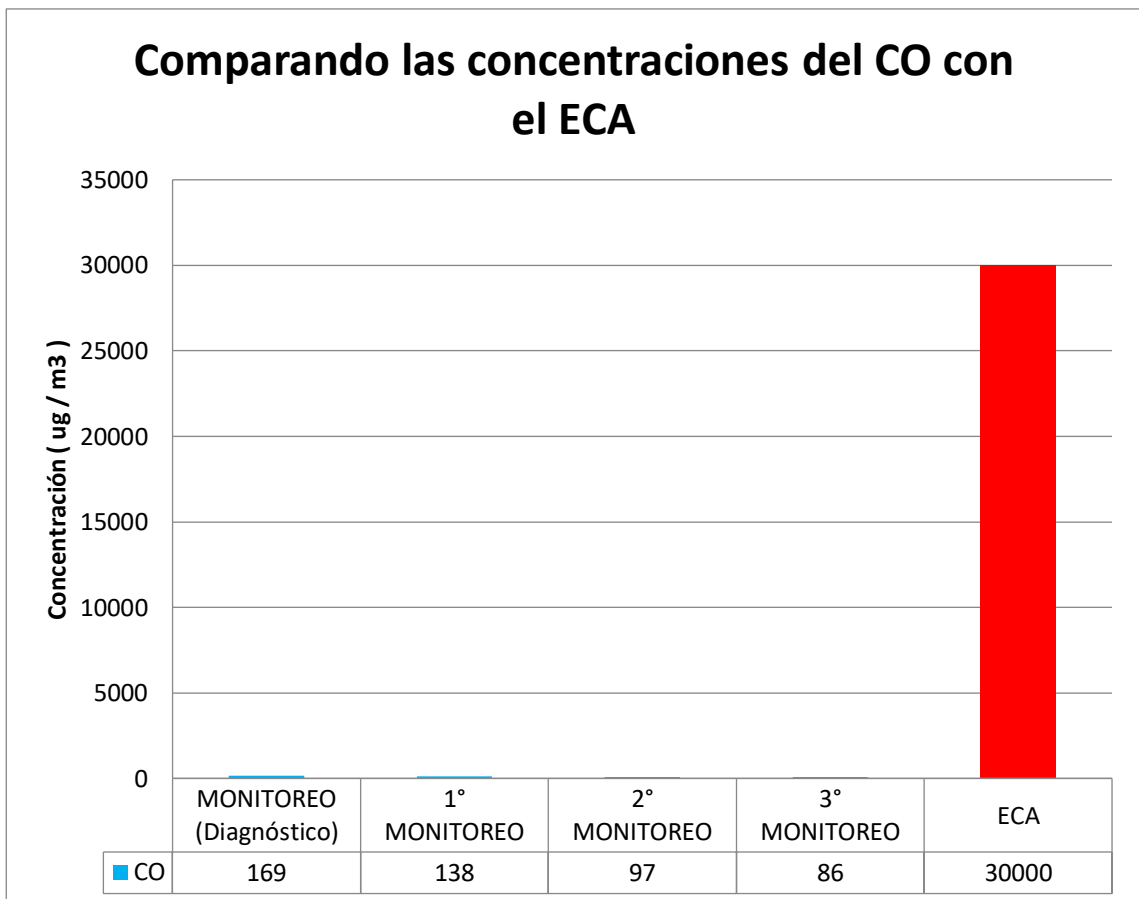


Gráfico 20: ECA vs Concentraciones del CO

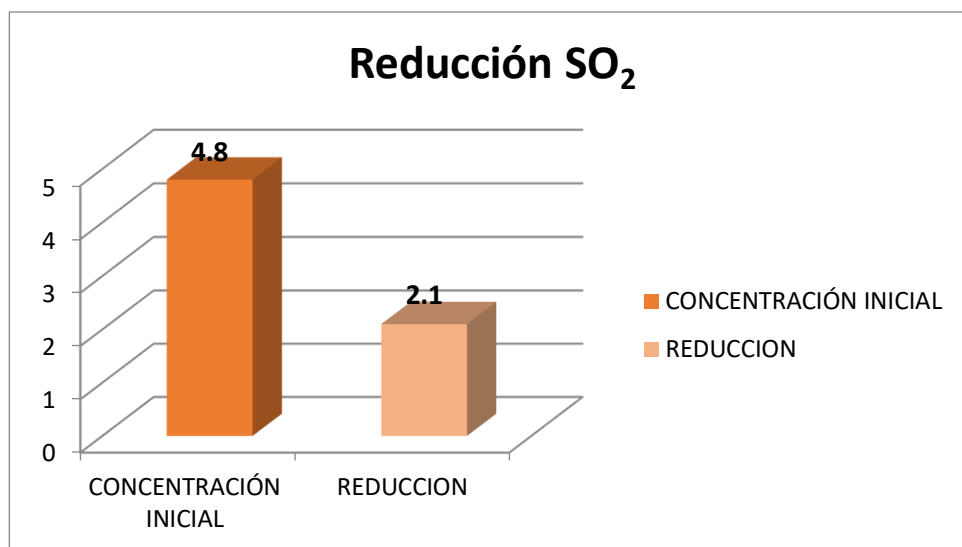


Gráfico 21: Concentración reducida del SO₂

CÁLCULO:

TABLA 8: CÁLCULO PARA DETERMINAR LA REDUCCIÓN DEL SO₂

	MONITOREO INICIAL (Diagnóstico)	MONITOREO FINAL	REDUCCION
CONCENTRACION SO ₂	4.8	2.7	4.8 - 2.7 = 2.1

Se observa en la tabla 8, que para determinar la reducción de la concentración del SO₂; es importante conocer la concentración inicial y final; ya que, estos al ser restados se obtendrá la concentración reducida.

Por ende, la concentración reducida es de 2.1 ug / m³.

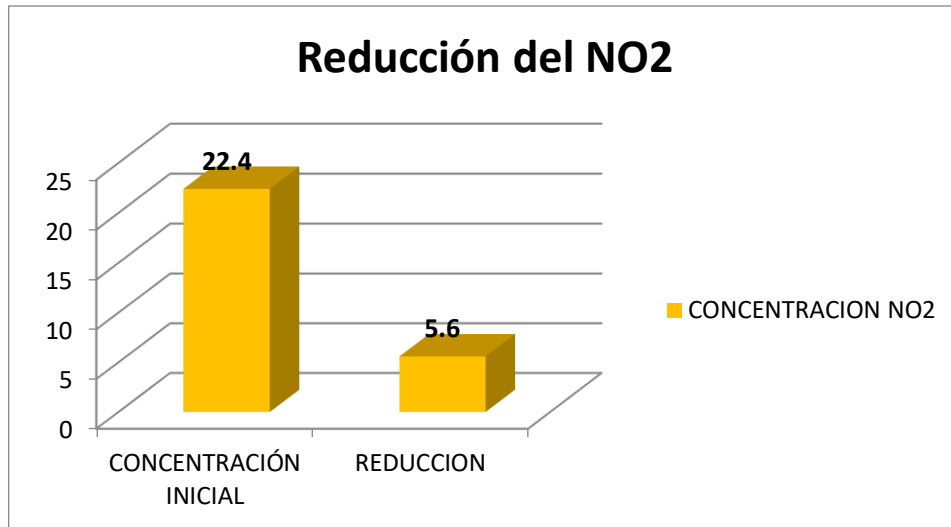


Gráfico 22: Concentración reducida del NO₂

CÁLCULO:

TABLA 9: CÁLCULO PARA DETERMINAR LA REDUCCIÓN DEL NO₂

	MONITOREO INICIAL (Diagnóstico)	MONITOREO FINAL	REDUCCION
CONCENTRACION NO ₂	22.4	16.8	22.4 – 16.8 = 5.6

Se observa en la tabla 9, que para determinar la reducción de la concentración del SO₂; es importante conocer la concentración inicial y final; ya que, estos al ser restados se obtendrá la concentración reducida.

Por ende, la concentración reducida es de 5.6 ug / m³

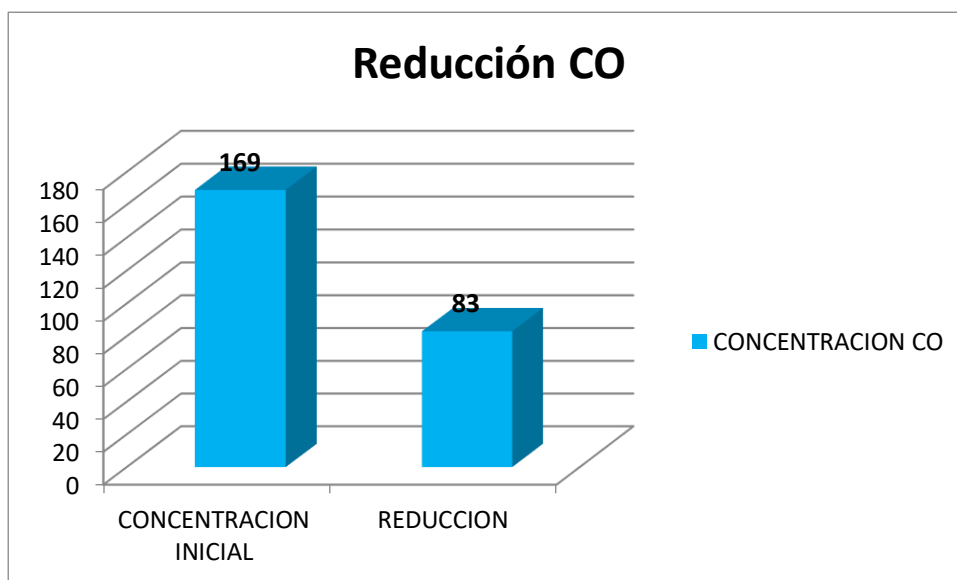


Gráfico 23: Concentración reducida del CO

CÁLCULO:

TABLA 10: CÁLCULO PARA DETERMINAR LA REDUCCIÓN DEL CO

	MONITOREO INICIAL (Diagnóstico)	MONITOREO FINAL	REDUCCION
CONCENTRACION CO	169	83	$169 - 86 = 83$

Se observa en la tabla 10, que para determinar la reducción de la concentración del CO es importante conocer la concentración inicial y final; ya que, estos al ser restados se obtendrá la concentración reducida.

Por ende, la concentración reducida es de 83 ug / m³

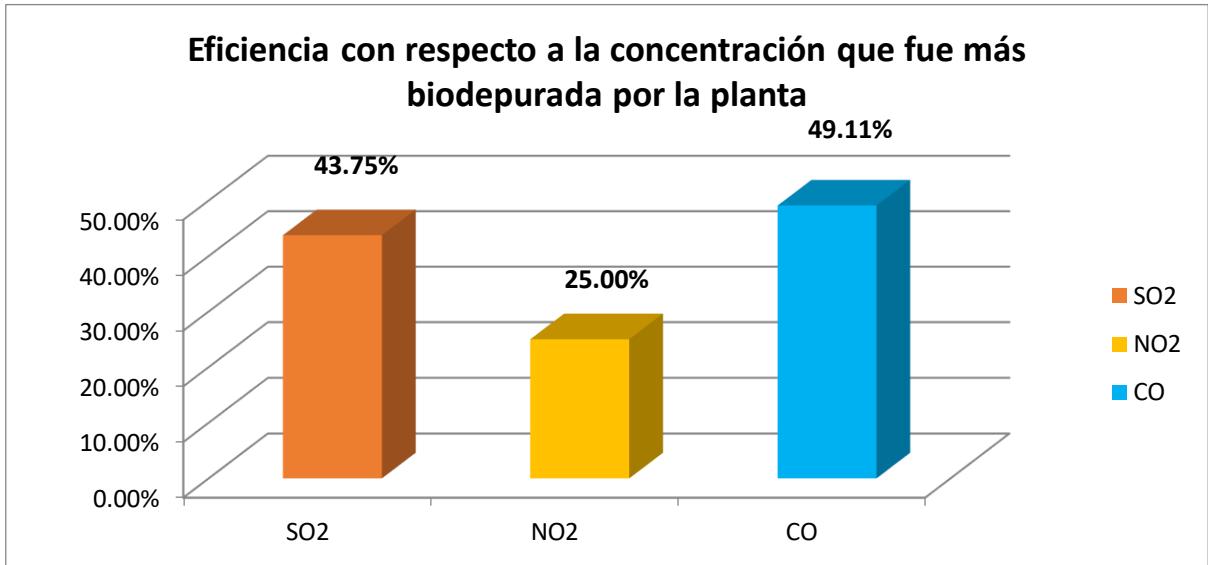


Gráfico 24: Eficiencia de cada gas biodepurado

Se calculó el porcentaje de eficiencia para cada gas estudiado de la siguiente manera:

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Concentración inicial} - \text{Concentración final}}{\text{Concentración inicial}} \times 100\%$$

TABLA 11: CÁLCULO PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA EN LOS 3 GASES

GASES	Concentración inicial	Concentración final	EFICIENCIA
SO2	4.8	2.7	43.75%
NO2	22.4	16.8	25.00%
CO	169	86	49.11%

{

IV. DISCUSIÓN

A partir de los resultados que hemos obtenido, aceptamos la hipótesis general que indica que la Planta Lengua de suegra es eficiente para la fitoremediación de contaminantes interiores de CO, SO₂, NO₂ en el aire del colegio "Isaac Newton", coincidiendo con los estudios de ,Ortiz,(2015) desde la década de los ochentas se han realizado investigaciones orientadas a depurar el aire contaminado de espacios interiores a partir del uso de plantas vegetales. En estas investigaciones se identificaron especies más efectivas que otras para realizar esta biodepuración. Todas las plantas en mayor o menor medida poseen esta capacidad depurativa la cual es más o menos efectiva, dependiendo del tipo de VOC que encuentren en su ambiente. Posteriores estudios han encontrado que no sólo la planta, sino el sistema planta-suelo y todo el microcosmos que comprende, es el que da cuenta de la efectividad de dicha depuración.

Mientras que para VELÁSQUEZ , (2014) la rápida proliferación de la especie *S. trifasciata* es a través de rizomas, sugiere realizar monitoreos consecutivos del área de expansión de esta especie e identificar si podría ser nociva para el ecosistema, al alterar las condiciones del suelo, el microclima, la composición de especies vegetales; pero desde nuestro resultado es todo lo contrario; ya que la planta fitoremedia los gases, siendo amigable con el medio ambiente: aire.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

1era Conclusión:

- Los resultados demuestran que la Planta lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) son eficiente para reducir las concentraciones de los gases NO₂, SO₂, CO presente en espacio interior.

2da Conclusión:

- Los resultados indican que los niveles de eficiencia de la planta lengua de suegra para gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Issac Newton, SJL-2018, son muy altas; siendo, el monóxido de carbono el más reducido, luego el NO₂ y finalmente el SO₂.
- Los resultados indican que los niveles de concentración fitoremediados de los gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Issac Newton, SJL-2018, son muy altas; siendo, el monóxido de carbono el más reducido, luego el NO₂ y finalmente el SO₂.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

1. Ampliar la investigación científica a todos los espacios cerrados o de interior como son: Colegios nacionales y particulares, Institutos y Universidades, Centros comerciales, Hogares, Oficinas y otros.
2. 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.
3. Ampliar la investigación científica a mayor número de períodos de tiempo a los utilizados para nuestra investigación; ya que, por cuestiones económicas ya no se pudo realizar más muestreos para determinar si las concentraciones siguen variando con el tiempo.
4. Ampliar la cantidad de plantas y ampliar el estudio con otras plantas de interior que permitan también reducir o degradar dichos gases presentes en espacios interiores.
5. Usar otras técnicas estadísticas que pudieran llevarnos a una mejor interpretación de los datos procesados.
6. Seguir desarrollando dentro de la Universidad esta línea de investigación haciendo pruebas experimentales, mediante sistemas controlados para evaluar la efectiva fitoremediación del aire en espacios cerrados.

VII.REFERENCIAS

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

Extracción y caracterización de la fibra de la hoja de la Lengua de Suegra (Sansevieria trifasciata). **Bonilla, Omar, y otros. 2009.** 167-178, Quito : EPN, 2009, Vol. 30.

Ortiz, Lady. 2015. *La Biodepuración del aire con plantas purificantes y ornamentales como alternativa ambiental del siglo XXI.* Colombia : s.n., 2015.

Romero, Jimmy. 2017. *Una mirada a la fitorremediación en Latinoamérica.* Colombia : s.n., 2017. pág. 83.

Vidal, Jhon. 2009. *Capacidad del Guarumo (Cecropia peltata) como planta fitorremediadora de suelos contaminados con mercurio.* Universidad de Cartagena. Colombia : s.n., 2009. pág. 53, Tesis Doctoral.

PÉREZ, Gerardo, et al. Identification of the agent causing anthracnose on *Sansevieria* spp., in Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 2013, vol. 37, no 1, p. 39-50.

VELÁSQUEZ, Grisel. Algunas notas sobre la naturalización de *Sansevieria trifasciata* Prain 1903 (Equisetopsida: Asparagaceae) en un matorral xerófilo espinoso de la cordillera de los Andes, Venezuela. *Boletín de la Red Latinoamericana para el Estudio de Especies Invasoras Volumen 4, número 1 Octubre 2014*, 2014, vol. 4, no 1

Hoyos J. 1999. Plantas tropicales ornamentales de tallo herbáceo. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Monografía N° 46. Caracas Venezuela. Pp. 409.

Pittier H. 1926. Manual de las plantas usuales de Venezuela. Caracas, Venezuela. Pp. 360-370.

Ojasti J, González E, Szeplaki E, García L. 2001. Informe sobre las especies exóticas en Venezuela. Caracas, Venezuela: MARNR. 205 pp.

- CABREJO, MARÍA DEL CARMEN; TINAJEROS, ABDU; MONDRAGÓN, GERALDINE; VALDEZ, DIANA. (2016). “Aprovechamiento de los espacios interiores a través de jardines verticales”.
- KINGSLEY, REBECA KINGSLEY. (1998). “Plantas para casa”. Editorial: Nobel.
- REY MARTÍNEZ, FRANCISCO JAVIER. (2007). “Calidad de ambientes interiores”.
- Pearson, David. “Libro de la casa natural”.
- MEATTLE, KAMAL. (2009). Blog “Cómo hacer crecer su propio aire fresco”.
- Sanguino Blázquez, Carlos. Blog “Las plantas que purifican las casas”.
- PRAIN, DAVID. “Bengal Plants 2”, 1903. 1054 pp.
- OLBA, MARY SOL. “La suerte está en ti”. Pág. 77
- KRZYZANOWSKI MICHAL, ET AL. (2007). “Factores que se incluirán en la guía de calidad de aire interior de la OMS”.
- BARTUAL, J. ET AL. (2008). “Calidad del aire interior”. Madrid: INSHT.
- REY, F; CEÑA, R. (2006). “Edificios saludables para trabajadores sanos: Calidad de ambientes interiores”.
- “Guías de calidad del aire relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre”. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD: 2006.

- Ruiz A, et. Al. (2003). “Manual para la prevención de riesgos laborales en las oficinas”, Pág. 73 – 86
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. (5° ed.). México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2010 736p ISBN :978-607-150291-9

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 1

Matriz de consistencia

"Eficiencia de la planta Lengua de Suegra (*Sansevieria trifasciata*) para la fitoremediación de los gases interiores (CO, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P Isaac Newton, SJL-2018"

TIPO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
GENERAL	¿Cuál es la eficiencia de la planta lengua de suegra para la fitoremediación de los gases interiores (CO, SO ₂ , NO ₂) presentes en la I.E.P Isaac Newton, SJL-2018?	Evaluar la eficiencia de la planta lengua de suegra para la fitoremediación de los gases interiores (CO, SO ₂ , NO ₂) presentes en la I.E.P Isaac Newton, SJL-2018.	La planta lengua de suegra es eficiente para la fitoremediación de los gases interiores (CO, SO ₂ , NO ₂) presentes en la I.E.P Isaac Newton, SJL-2018.	Eficacia de la planta lengua de suegra " <i>Sansevieria trifasciata</i> "	La lengua de suegra " <i>Sansevieria trifasciata</i> " forma parte de la lista de las plantas con más poder de purificación del aire de nuestros hogares y oficinas, siendo una de las de más fácil mantenimiento. Colocar esta planta en nuestra casa puede reducir el formaldehído, compuesto orgánico volátil perjudicial para la salud. Además, menciona que las plantas son excelentes purificadores del aire interior, no sólo convierten el CO ₂ en oxígeno. Según, Kamal Meaitlo, et al; 2012)	Para evaluar la eficacia de esta planta interior colocaremos en 4 puntos del espacio interior del Colegio Isaac Newton y se evaluará durante 3 días consecutivos cual fue la variación.	Cantidad de plantas	N° de plantas / Área	
								N° de hojas / macetero	
							Ubicación de las plantas	Filas y Paredes	
							Característica física	Tamaño (ancho y largo)	Cm ²
Color									
ESPECIFICO	¿Cuáles son los niveles de eficiencia de la Planta Lengua de Suegra para los gases interiores (CO, SO ₂ , NO ₂) presentes en la I.E.P Isaac Newton, SJL-2018?	Determinar los niveles de eficiencia de la Planta Lengua de Suegra para los gases interiores (CO, SO ₂ , NO ₂) presentes en la I.E.P Isaac Newton, SJL-2018	Los niveles de eficiencia de la planta lengua de suegra para gases interiores (CO, SO ₂ , NO ₂) presentes en la I.E.P Isaac Newton, SJL-2018, son muy altas	Fitoremediación de contaminantes	Las tecnologías de fitoremediación reducen in situ o ex situ la concentración de diversos compuestos a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a ellas. Esta técnica utiliza las plantas para remover, reducir, transformar, mineralizar, degradar, volatilizar o estabilizar contaminantes (Deigadillo, López)	Para medir esta variable haremos la instalación de un tren de muestro que capture los gases presentes en el espacio interior, luego mandaremos a analizar y las concentraciones iniciales y las variaciones que se dan de estos gases (CO, SO ₂ , NO ₂)	Concentración inicial del monóxido de carbono (CO) en el aire interior del Colegio "Isaac Newton".	Cantidad inicial del monóxido de carbono (CO) en el aire interior del Colegio "Isaac Newton".	µg / m ³
							Reducción de la concentración inicial del monóxido de carbono (CO) en el aire interior del Colegio "Isaac Newton".	Concentración del monóxido de carbono (CO) después del tratamiento	µg / m ³
								Porcentaje de remoción del monóxido de carbono (CO) después de tratamiento	%
	Concentración inicial del dióxido de nitrógeno (NO ₂) en el aire interior del Colegio "Isaac Newton".	Cantidad inicial del dióxido de nitrógeno (NO ₂) en el aire interior del Colegio "Isaac Newton".	µg / m ³						
	Reducción de la concentración inicial del dióxido de nitrógeno (NO ₂) en el aire interior del Colegio "Isaac Newton".	Concentración del dióxido de nitrógeno (NO ₂) después del tratamiento.	µg / m ³						
		Porcentaje de remoción del dióxido de nitrógeno (NO ₂) después de tratamiento.	%						
	Concentración inicial del dióxido de azufre (SO ₂) en el aire interior del Colegio "Isaac Newton".	Cantidad inicial del dióxido de azufre (SO ₂) en el aire interior del Colegio "Isaac Newton".	µg / m ³						
	Reducción de la concentración inicial del dióxido de azufre (SO ₂) en el aire interior del Colegio "Isaac Newton".	Concentración del dióxido de nitrógeno (NO ₂) después del tratamiento.	µg / m ³						
		Porcentaje de remoción del dióxido de nitrógeno (NO ₂) después de tratamiento.	%						

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos



INFORME DE ENSAYO N°122947-2018

RAZÓN SOCIAL : WILMER ROSAS VILLANUEVA
SOLICITADO POR : WILMER ROSAS VILLANUEVA
PROCEDENCIA : COLEGIO ISSAC NEWTON - MARIATEGUI - SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA DE MUESTREO : 2018/06/18-19
FECHA DE RECEPCIÓN : 2018/06/19

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	Unidades
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ASTM D-1607-91 (Reapproved 2011) Standard Test Method for Nitrogen Dioxide Content of the Atmosphere (Griess Saltzman Reaction).	ug/m ³
Dióxido de Azufre (SO ₂)	EPA- 40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxid in the Atmosphere (Pararosaniline Method). 2010	ug/m ³
*Monóxido de Carbono (CO)	Referenciado en Analisis de contaminantes del aire, ASTM D-3669-78T.	ug/m ³

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Aire	
Matriz analizada	Aire	
Fecha de muestreo	2018/06/18-19	
Hora de inicio de muestreo (h)	12:00	
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	
Código del Cliente	CA-F3	
Ensayos	Unidades	Resultados
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ug/m ³	16,80
Dióxido de Azufre (SO ₂)	ug/m ³	2,70
*Monóxido de Carbono (CO)	ug/m ³	85,00

SM: Standard Methods for the Examination 21 st. Edition 2005.

EPA: U.S. Environmental Protection Agency

ASTM: American Society for Testing and Materials





INFORME DE ENSAYO N°122845-2018

RAZÓN SOCIAL : WILMER ROSAS VILLANUEVA
SOLICITADO POR : WILMER ROSAS VILLANUEVA
PROCEDECIA : COLEGIO ISSAC NEWTON - MARIATEGUI - SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA DE MUESTREO : 2018/05/21-22
FECHA DE RECEPCIÓN : 2018/05/22

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	Unidades
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ASTM D-1607-91 (Reapproved 2011) Standard Test Method for Nitrogen Dioxide Content of the Atmosphere (Griess Saltzman Reaction).	ug/m ³
Dióxido de Azufre (SO ₂)	EPA- 40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxid in the Atmosphere (Pararosaniline Method). 2010	ug/m ³
*Monóxido de Carbono (CO)	Referenciado en Analisis de contaminantes del aire, ASTM D-3669-78T.	ug/m ³

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Aire	
Matriz analizada	Aire	
Fecha de muestreo	2018/05/21-22	
Hora de inicio de muestreo (h)	12:00	
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	
Código del Cliente	CA-1	
Ensayos	Unidades	Resultados
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ug/m ³	22,40
Dióxido de Azufre (SO ₂)	ug/m ³	4,80
*Monóxido de Carbono (CO)	ug/m ³	169,00

SM: Standard Methods for the Examination 21 st. Edition 2005.

EPA: U.S. Environmental Protection Agency

ASTM: American Society for Testing and Materials





INFORME DE ENSAYO N°122915-2018

RAZÓN SOCIAL | WELHER ROSAS VILLARUEVA
SOLICITADO POR | WELHER ROSAS VILLARUEVA
PROCEDENCIA | COLEGIO ISSAC NEWTON - MARATEGUI - SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA DE MUESTREO | 2018/05/24-25
FECHA DE RECEPCIÓN | 2018/05/29

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	Unidades
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ASTM D-1907-01 (Reapproved 2011) Standard Test Method for Nitrogen Dioxide Content of the Atmosphere (Olsen Substantive Reaction)	ug/m ³
Dióxido de Azufre (SO ₂)	EPA- 40 CFR, Appendix A-2 to part 90, Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Parsenoloxine Method), 2010	ug/m ³
*Monóxido de Carbono (CO)	Referenciado en Análisis de contaminantes del aire, ASTM D-3849-78T.	ug/m ³

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Aire	
Matriz analizada	Aire	
Fecha de muestreo	2018/05/24-25	
Hora de inicio de muestreo (h)	11:00	
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	
Código del Cliente	CA-PI	
Ensayos	Unidades	Resultados
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ug/m ³	19,60
Dióxido de Azufre (SO ₂)	ug/m ³	3,90
*Monóxido de Carbono (CO)	ug/m ³	1,30,00

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition 2009.

EPA: U.S. Environmental Protection Agency

ASTM: American Society for Testing and Materials





INFORME DE ENSAYO N°122938-2018

RAZÓN SOCIAL : WILMER ROSAS VILLANUEVA
SOLICITADO POR : WILMER ROSAS VILLANUEVA
PROCEDENCIA : COLEGIO ISSAC NEWTON - MARIATEGUI - SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA DE MUESTREO : 2018/06/06-07
FECHA DE RECEPCIÓN : 2018/06/07

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	Unidades
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ASTM D-1607-91 (Reapproved 2011) Standard Test Method for Nitrogen Dioxide Content of the Atmosphere (Griess Saltzman Reaction).	ug/m ³
Dióxido de Azufre (SO ₂)	EPA- 40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxid in the Atmosphere (Pararosaniline Method). 2010	ug/m ³
*Monóxido de Carbono (CO)	Referenciado en Analisis de contaminantes del aire, ASTM D-3669-78T.	ug/m ³

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Aire	
Matriz analizada	Aire	
Fecha de muestreo	2018/06/06-07	
Hora de inicio de muestreo (h)	12:00	
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	
Código del Cliente	CA-F2	
Ensayos	Unidades	Resultados
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ug/m ³	18,10
Dióxido de Azufre (SO ₂)	ug/m ³	3,20
*Monóxido de Carbono (CO)	ug/m ³	97,00

SM: Standard Methods for the Examination 21 st. Edition 2005.

EPA: U.S. Environmental Protection Agency

ASTM: American Society for Testing and Materials



ANEXOS

PLANTAS DE INTERIORES



La planta de interior “LENGUA DE SUEGRA” (SANSEVIERIA TRIFASCIATA) en distinto lugares de espacios cerrados





**TRANSBASANDO A
UN MASETERO**



**LENGUA DE SUEGRA
DENTRO DEL
ESPACIO INTERIOR**



INSTALANDO EL
TREN DE MUESTREO
PARA DETERMINAR
LAS
CONCENTRACIONES
DE CO, SO₂, NO₂



DEJANDO PRENDIDO
PARA Q ABSORBE
LOS GASES DEL
INTERIOR DEL
SALON



PUERTA QUE LLEVA
AL SALON DONDE
DESARROLLAREMOS
EL TRABAJO
EXPERIMENTAL



UNA VEZ
TERMINADO EL
ESTUDIO, SE ABRIO
LAS PUERTAS PARA
QUE LOS ALUMNOS
INTERACTUEN CON
AIRE MAS
PURIFICADO





**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 5 de 6

Yo, Ruben Víctor Munive Cerron, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental, de la Universidad César Vallejo - Lima Este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

"Eficiencia de la planta lengua de suegra (Samseniera trifasciata) para la fitoremediación de los gases interiores (CO₂, SO₂, NO₂) presentes en la I.E.P. Isaac Newton, SJL - 2018"

del (de la) estudiante *Rosas Villanueva Wilmer Rafael*

constato que la investigación tiene un índice de similitud de *18*% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 17 de julio del 2018

Firma
Ruben Victor Munive Cerron
DNI N° 19889810

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

