

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**



Título

Monitoreo de la calidad de aire en interiores en casas y oficinas

Por:

**STEPHANIE MARIA CORADO PACAS**

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.**

**Noviembre 2020**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISION DE INGENIERÍA

Monitoreo de la calidad de aire en interiores en casas y oficinas

Por:

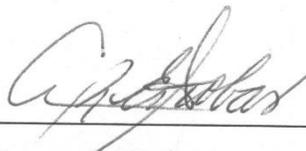
**STEPHANIE MARIA CORADO PACAS**

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como  
requisito para obtener el Título de:

**INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL**

Aprobado por:



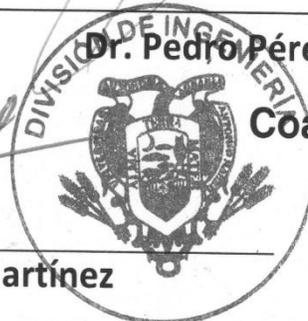
**M.C. Alejandra Rosario Escobar Sánchez.**

**Asesor Principal**



**Dr. Juan Antonio Encina Domínguez**

**Coasesor**



**Dr. Pedro Pérez Rodríguez**

**Coasesor**



**M.C. Sergio Sánchez Martínez**

**Coordinador de la División correspondiente**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila México. Noviembre 2020**

## **Agradecimientos**

A Dios y María Auxiliadora, por darme la oportunidad de iniciar y finalizar otra etapa de mi vida, sé que siempre estuvieron a mi lado en cada semestre, iluminándome y dándome sabiduría para concluir mi carrera.

A mi Alma Terra Mater por abrir sus puertas para que cumpliera mis metas y mis sueños, Por darme una nueva familia y hacerme sentir como en casa. Me siento orgullosa de formar parte esta gran universidad que me brindo todo su apoyo en mi carrera profesional.

A mi familia en especial a mis Padres Julio Rolando Corado Maeda y Ana Elsa pacas de Corado por todo su apoyo incondicional y consejos que me ayudaron en toda mi carrera. A mi tío Carlos Roberto Pacas Herrera que al igual que mis padres siempre conté con su apoyo incondicional. A mi Abuela Elsa Mercedes Herrera de Pacas y mi tía Ana Vilma Herrera Rodríguez por ser mis pilares en toda mi vida. A mi tía Consuelo Herrera por darme tan bello consejo antes de entrar a la universidad. A mi bis-Abuela Mercedes de Herrera Rodríguez por siempre cuidarme desde el cielo. A Chita por sus oraciones.

Gracias a familiares y amigos que formaron parte de esta etapa de mi vida que fueron brindándome su apoyo incondicional, consejos y oraciones.

A mis Maestros gracias por compartir parte de sus conocimientos, consejos y su confianza, así como a todo el personal académico que me brindó su apoyo en cuanto fuese necesario.

A mis grandes Amigos que me brindaron su apoyo y confianza desde el primer semestre José Luis Bernabé, Gerardo Rojas, Edgar y Fernando Orduñez.

A mis compañeros de generación por que juntos aprendimos muchas cosas durante la carrera, cada uno tuvo sus altos y bajos, pero siempre estuvimos apoyándonos como la gran familia que somos.

A mi familia materna y paterna por sus oraciones y apoyo en la distancia.

A mis amigas Georgina Salvador, Alexia Villeda y Mercedes Lazo por su amistad y por su apoyo incondicional en la distancia.

A David Buendía por su apoyo incondicional en la última etapa de este proceso.

## **DEDICATORIA**

### **A mis Padres**

Julio Rolando Corado Maeda

Ana Elsa Pacas de Corado.

### **A mi familia**

Carlos Roberto Pacas Herrera, Elsa Mercedes Herrera de Pacas y Ana Vilma Herrera Rodríguez.

Familia Ríos Herrera, Familia Herrera Serrano , Familia Gómez Herrera y familia Cabezas.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	7
Palabra Clave .....	7
I.- INTRODUCCIÓN .....	8
1.1.-Objetivo General .....	11
1.2.-Objetivos Especificos .....	11
1.3.-HIPÓTESIS.....	12
II.- REVISION DE LITERATURA.....	13
2.1.-LENGUA DE SUEGRA .....	15
2.1.1.-NOMBRE CIENTIFICO .....	15
2.2.-CARACTERISTICAS DE LA LENGUA DE SUEGRA .....	15
2.3.- PROPAGACIÓN .....	18
2.4.- PURIFICADOR AMBIENTAL .....	19
2.5.- PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	20
2.6.- SÁBILA.....	24
2.6.1.- NOMBRE CIENTIFICO .....	24
2.7.- CARACTERISTICAS DE LA SÁBILA .....	24
2.8.- PROPAGACIÓN .....	26
2.9.- PURIFICADOR AMBIENTAL .....	28
2.10.- PLAGA Y ENFERMEDADES .....	28
2.11.-REFERENCIAS .....	33
III .- MARTIALES Y METODOS.....	38
3.1.-MATERIALES .....	38
3.2.-MÉTODOS.....	39
IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	45
4.1.-TEMPERATURA.....	46
4.2.- HUMEDAD RELATIVA.....	47
4.3.- ANALISIS DE GAS CO <sub>2</sub> .....	49
4.4.- INDICE DE SALUD .....	51
V.-CONCLUSION .....	53
VI.-LITERATURA CITADA .....	54
VII.-GLOSARIO.....	64

## INDICE DE FIGURA

Figura 1 Lengua de suegra ( <i>Sansevieria trifasciata</i> ).....	15
Figura 2 lengua de suegra de color verde .....	16
Figura 3 lengua suegra de color verde con margen amarillo .....	16
Figura 4 Extracción de rizoma con hojas.....	18
Figura 5 Corte de hoja fragmentos de 5 cm .....	19
Figura 6 hojas de lengua de suegra en crecimiento .....	20
Figura 7 Hojas de <i>Sansevieria</i> sp., con síntomas de antracnosis.....	20
Figura 8 <i>Fusarium moiniforme</i> .....	21
Figura 9 <i>Erwinia carotovora</i> .....	21
Figura 10 Cochinilla algodonosa. ....	22
Figura 11 Mildiu hongo.....	22
Figura 12 <i>Botritis</i> Moho .....	23
Figura 13 Sábila ( <i>Aloe vera</i> ).....	24
Figura 14 Sábila con hojas de color marrón en las puntas. ....	25
Figura 15 Hijuelos de <i>Aloe vera</i> . ....	27
Figura 16 podrición seca de la raíz .....	29
Figura 17 podrición humedad de la raíz .....	30
Figura 18 Podrición fétida. ....	31
Figura 19 Síntoma de peca roja .....	31
Figura 20 síntomas de punta de ceniza.....	32
Figura 21 Localización y área de estudio .....	39
Figura 22 TES air Quaility Monitor .....	40
Figura 23 Aparato de medición de parámetros ambientales Supco.....	41
Figura 24 Analisis de Temperatura .....	46
Figura 25 HUEMDAD RELATIVA.....	48
Figura 26 Análisis de gas CO <sub>2</sub> .....	50
Figura 27 Análisis índice de salud.....	52

## **INIDICE DE TABLA**

Tabla 1 Determinación de eficiencia de los 3 gases.....	35
Tabla 2 concentración.....	45
Tabla 3 Análisis de Temperatura de once días.....	46
Tabla 4 Concentración de Humedad relativa.....	47
Tabla 5 Análisis de determinación de gas CO <sub>2</sub> .....	49
Tabla 6 Determinación de índice de salud .....	51

## RESUMEN

Nuestro objetivo es, evaluar en condiciones reales el uso de las plantas Lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y sábila (*Aloe vera*) como plantas purificador mediante una prueba piloto realizada en una casa habitación en la 3 Av. sur en la ciudad de Santa Tecla, El Salvador. Dónde el objetivo principal es lograr una purificación y reducción de los altos niveles de CO<sub>2</sub> que se presentan. Además de conocer cada una de sus características entre ellos nombre común, origen, cuidados y usos. Los resultados presentados demuestran que las dos especies *Sansevieria trifasciata* y *Aloe vera* que fueron sometidas a dicho trabajo lograron reducir en gran medida lo niveles de CO<sub>2</sub>. Al realizar la prueba piloto los niveles de CO<sub>2</sub> fueron de 497ppm a los días 15 al 27 de diciembre 2018. Para los días 28 al 5 de enero de 2019, periodo que se introdujeron las cuatro plantas, los niveles de CO<sub>2</sub> registrados fueron 220 ppm. Demostrando que las dos especies de plantas lograron reducir los niveles de CO<sub>2</sub> en la habitación creando un índice de salud adecuado para las personas.

**Palabras Clave:** Contaminantes, CO<sub>2</sub>, COV, *Sansevieria trifasciata*, *Aloe vera*.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la contaminación del aire interior de las viviendas y locales de uso público constituye una importante causa de morbilidad y malestar frecuente, el aire de nuestras casas y trabajos se encuentra cada vez en peores condiciones. Y es que nuestro estilo de vida hace que cada vez más en nuestro hogar aparezcan más productos químico-sintéticos que liberan Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), que son perjudiciales para la salud a partir de ciertas concentraciones. Los más frecuentes son: el formaldehído, el tricloroetileno, el benceno, el xileno, el tolueno, el dióxido de carbono y el amoníaco, algunos de ellos de probados efectos cancerígenos. (Galt, 2017).<sup>12</sup>

Por otra parte, los contaminantes biológicos incluyen los mohos, el exoesqueleto y heces de ácaros del polvo, cucarachas y otros insectos, la caspa de la piel y el pelo de animales como las mascotas, todos los cuales pueden actuar como alérgenos, bacterias como las Legionellas, virus y otros agentes capaces de producir enfermedades infecciosas. (Molina, 2015).<sup>28</sup>

También, Algunas fuentes plásticas de contaminación son: plásticos, las fibras sintéticas existentes en diferentes tejidos, los muebles de maderas aglomeradas, el PVC, las pinturas y barnices, los disolventes, los adhesivos, las cocinas de gas, los ambientadores, las impresoras y fotocopiadoras, los productos de limpieza del hogar y para el aseo personal. (Ruggeri, 2013).<sup>38</sup>

A estas fuentes y factores se suman también la humedad generada por filtraciones en instalaciones hidráulicas, elevada humedad relativa, ventilación natural e insolación deficientes, inadecuado control técnico de los componentes de sistemas de climatización mecánica, la limpieza deficiente y el hacinamiento.

Se ha identificado que la emisión de CO<sub>2</sub> proveniente de fuentes de origen fósil es lo que más contribuye a incrementar el cambio climático. Así, la concentración media de este gas en la atmósfera ha ido aumentando paulatinamente desde las 278 ppm de la era preindustrial (1750), hasta las 400 ppm en la primavera de 2015, lo que supone un incremento del 44 %; El crecimiento medio anual de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera durante los últimos 15 años ha estado ligeramente por encima de las 2 ppm, y parece que, si no se toma medidas de reducción en la emisión de CO<sub>2</sub>, la tendencia va a continuar durante los próximos años, estimándose un crecimiento anual de las emisiones de CO<sub>2</sub> del 0,7 % hasta el año 2035. (OMM,2019).<sup>31</sup>

La contaminación del aire, que se ha descrito como la mayor amenaza ambiental para la salud, mata a alrededor de 7 millones de personas cada año y es responsable de un tercio de las muertes por accidente cerebrovascular, cáncer de pulmón y enfermedades del corazón. En todo el mundo, 9 de cada 10 personas respiran aire de mala calidad, un problema que empeora en las comunidades más pobres, principalmente en países en desarrollo de Asia y África, donde se utilizan combustibles y tecnologías contaminantes, como lámparas de queroseno y leña, para cocinar o calentar e iluminar hogares. (OMS, 2018).<sup>32</sup>

A medida que aumenta la conciencia sobre este desafío ambiental, se han planteado nuevas soluciones, que van desde purificadores de aire hasta plantas de interiores, para ayudar a eliminar las partículas peligrosas de nuestras casas.

Cabe recalcar que los seres humanos pasan más del 90% de su tiempo en espacios interiores cerrados, la contaminación del aire interior se produce por las instalaciones que requieren combustión, aparatos de cocina, actividades humanas como el tabaquismo, la respiración y la Bio-contaminación, productos domésticos: productos para el cuidado, limpieza, reparación y decoración de casas, edificios y materiales para la construcción y el amueblamiento. (OMS,2018).33

## **1.1- Objetivo General**

Minimizar el impacto del aire contaminado en interiores, implementando plantas de ornato la Lengua de Suegra (*Sansevieria trifasciata*) y Sábila (*Aloe vera*).

## **1.2- Objetivos Específicos**

- 1.-Observar las características de las plantas: lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y sábila (*Aloe vera*) para determinar la capacidad de absorción del CO<sub>2</sub>.
- 2.-Obtener los resultados del monitoreo realizado a las especies lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y sábila (*Aloe vera*) para mejorar la calidad del aire.
- 3.-Dar a conocer la cantidad aproximado de plantas que se requiere para purificar un espacio aislado o confinado y reduciendo el riesgo a la salud por emisiones de CO<sub>2</sub>.
- 4.-Demostrar que la Lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y sábila (*Aloe vera*) Se prestan para mejorar la belleza escénica dentro de interiores y exteriores tomando el papel como plantas de ornato.

### 1.3 HIPÓTESIS

La introducción de las plantas de ornato lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y sábila (*Aloe vera*) Promoverán la limpieza del aire en interiores purificando en conjunto los gases que se generan en áreas cerradas como casas y oficinas.

## II.- REVISION DE LITERATURA

La contaminación del ambiente se produce por la incorporación de cualquier tipo de energía, organismo o sustancia, que afecta las características de los ecosistemas, modificando negativamente sus propiedades y su capacidad para asimilarlas o degradarlas.

Su entrada se realiza como consecuencia de las actividades antropogénicas, aunque también se puede producir de forma natural. (Ramirez,2010).6

Los tipos de contaminantes en interiores de viviendas son el benceno, el formaldehído, el tricloroetileno, el xileno y el dióxido de carbón que pueden resultar altamente perjudiciales para la salud. El origen de muchos de estos gases son las lacas y barnices, bolsas de plástico, pinturas, disolventes y adhesivos, fibras sintéticas, impresoras y fotocopiadoras, maderas aglomeradas, cocinas de gas, productos de limpieza del hogar y del aseo personal. Los síntomas más comunes son la irritación de ojos, dificultades respiratorias y algunos efectos cancerígenos. Aunque estos daños a la salud humana son causados por los contaminantes, que normalmente no son el resultado de una sola exposición, sino de varias exposiciones a bajas concentraciones durante largos periodos. (Hernández Garrido, 2011).

Para contrarrestar los altos niveles de contaminación en interiores se utilizan plantas ornamentales que en su mayoría son especies purificadoras que proceden de ecosistemas selváticos, están acostumbradas a vivir en condiciones adversas, con altas tasas de humedad y poca luz, por lo que desarrollan un follaje abundante, de ahí su alta capacidad de filtrado.

Entre las plantas purificadoras se encuentran Palmerita china (*Rhapis excelsa*), Poto dorado (*Epipremnum aureum*), Helecho espada (*Nephrolepis obliterata*), Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), Sansevieria 'Rabo de tigre' (*Sansevieria trifasciata*) y Aloe vera (*Aloe barbadensis*). Este tipo de plantas tiene la facultad de captar los COV y deshacerse de ellos. Por medio de las hojas absorben el aire y lo convierten en materia orgánica, mediante el proceso de descomposición metabólica, además el vapor de agua que genera el follaje empuja los tóxicos hacia el sustrato, donde son biodegradados por microorganismos del suelo activados por las raíces. De manera que es una retroalimentación natural, entre más sustancias tóxicas llegan al sustrato más se fortalecen los microorganismos, que se adaptan genéticamente y se alimentan de ellas. (Wolverton ,1980).49

## 2.1.- LENGUA DE SUEGRA

**2.1.1.- NOMBRE CIENTIFICO:** *Sansevieria trifasciata* es una especie de herbáceas que pertenece a la familia Asparagaceae. Es originaria del continente asiático y africano, aunque en la actualidad se ha extendido por todo el mundo debido a su facilidad de cultivo, uso decorativo y propiedades medicinales.



**Figura 1**

*Lengua de suegra (Sansevieria trifasciata.)*

## 2.2.- CARACTERISTICAS DE LA LENGUA DE SUEGRA

Es una planta con hojas similares a la forma de una espada o lengua puntiaguda, son gruesas, verticales y largas crecen entre 70 y 90 cm de longitud, con 5 a 6 cm de ancho y en su altura en casa y jardines suelen encontrarse de entre 30 y 90 cm, en su hábitat natural logran alcanzar hasta 2m de altura.

Se presenta en dos tipos de colores con un verde oscuro, con detalles de banda de verde claro o poseen un bordeado amarillo en los extremos.



**Figura 2**  
lengua de suegra de color verde



**Figura 3**  
lengua suegra de color verde con margen amarillo

**Taxonomía:** pertenecen al reino Plantae, clase Liliopsida (subclase Lilidae), orden Asparagales de la familia Asparagaceae y genero Sansevieria.

**Nombre común:** También es conocida como Rabo de Tigre, Lengua de Suegra, Sansevierias, Lengua de Tigre, cola de vaca y Espada de San Jorge.

**Temperatura:** es un planta longeva y perenne la cual soporta temperaturas de -3 °C hasta 40 °C.

**Luz:** Puede estar al sol directo o con poca luz. sin embargo, con una buena iluminación crecerá y tendrá un mejor desarrollo.

**Humedad ambiental:** no es necesario que se aplique agua a las hojas, ya que soportan muy bien la atmosfera seca de una habitación.

Las manchas sobre sus hojas esto solo se limpia con un paño. (No se debe utilizar abrillantador).

**Riego:** como es una planta suculenta su riego debe ser menor al de otras plantas por eso es necesario ponerla en su propia maceta.

En la época de primavera y verano su riego es cada 15 días, en otoño cada 20 días y en invierno, cada 30 días. hojas podridas por la base esto se debe al exceso de riego. Quitar las hojas dañadas cortando con una navaja por su base.

Cuando la hoja esta seca y se marchita por falta agua, se debe de sumergir en un recipiente por 10 a 15 minutos y dejar escurrir.

**Abono:** cada mes se aplica fertilizante en la época de primavera y otoño.

Cuando presenta hojas blandas y caídas por el exceso de fertilizante.

Cambio de maceta se debe cambiar la maceta cada 2 años

**Floración:** es una planta actinomorfa con simetría radial, bisexual, dispuesta en racimos. produce flores y semillas cuando están en condiciones óptimas. su flor crece hacia arriba desde el centro, es de color blanco y su aroma es delicado. (Lengua de Suegra, S.F.).26

**Usos:** Es una planta utilizada como ornamental, se utiliza principalmente en exteriores para el diseño de jardines, aunque también se cultiva en maceta para balcones, terrazas, interiores de bancos y oficinas. Es común encontrarla como arriate debido a lo compacto de la cepa y su rápida velocidad de reproducción. (Ruggeri,2013).38

### **2.3.- PROPAGACIÓN**

Extraer delicadamente la planta de la maceta y se divide la planta en dos y cortando con un cuchillo el rizoma y cada uno con unas cuantas hojas. (Rodriguez,2015).37



**Figura 4**  
Extracción de rizoma con hojas.

Cortando las hojas en fragmentos de 5 cm de longitud sembrar en sustrato o colocarlo en un recipiente con agua. En la base de la hoja se origina nuevos tallos y raíces.



**Figura 5** Corte de hoja fragmentos de 5 cm.

## **2.4.- PURIFICADOR AMBIENTAL**

Su principal beneficio es como purificador de aire en interior como exterior, ya que transforma el dióxido de carbono en oxígeno, durante la noche, por lo que es ideal tener varias en una habitación. Se requieren de 6-8 plantas por persona para sobrevivir en una habitación que no presente flujo de aire. La lengua de suegra puede liberar humedad y disminuye los alérgenos en el aire. (Planta.2020).34



**Figura 6** hojas de lengua de suegra en crecimiento.

## 2.5.- PLAGAS Y ENFERMEDADES

- **Antracnosis:** aparecen manchas pardas oscuras en la hoja por el hongo

*Gloeosporium sansevieriae*, se controla con fungicidas de cobre y zinc.



**Figura 7**

Hojas de *Sansevieria sp.*, con síntomas de antracnosis.

- **Fusariosis:** hongo del *Fusarium moiniforme* y se manifiesta en las hojas por machas en zonas secas, de color castaño rojizo con borde amarillo, se combate con fungicidas a base de cobre.



**Figura 8**  
*Fusarium moiniforme.*

- **Bacteria Erwinia carotovora:** pudrición del cuello cuando se riega por exceso, al igual puede causar fusarium.



**Figura 9**  
*Erwinia carotovora.*

**Cochinilla algodonosa:** se alimenta de la savia de la planta y la debilita, se elimina manualmente con algodón empapado en alcohol metílico. (Succulent,2019).44



**Figura 10**  
Cochinilla algodonosa.

- **Mildiu hongo:** que afecta las hojas adultas con manchas de color marrones en el haz de la hoja y en el envés un polvo de color gris. Eliminación de hojas afectadas y rociar con fungicida.



**Figura 11**  
Mildiu hongo

- **Botritis moho:** de color gris afecta principalmente a la parte basal de la hoja, el cual reblandece los tejidos. Se debe aplicar fungicida y eliminación de la hoja afectada.



**Figura 12**  
Botritis Moho.

## 2.6.-SÁBILA

**2.6.1- NOMBRE CIENTIFICO:** *Aloe vera* pertenece al reino Plantae; División: Magnoliophyta; Clase: Liliopsida; Orden: Liliales; Familia: Liliaceae; Género: Aloe; Especie: *Aloe barbadensis* (Miller). La planta de Aloe vera es originaria de África, específicamente de la península de Arabia. Se encuentran en climas tropicales y subtropicales.



**Figura 13**  
Sábila (*Aloe vera*)

## 2.7.- CARACTERISTICAS DE LA SABILA

Es una planta de hojas alongadas, carnosas y ricas en agua, alcanza una altura de 50 a 70 cm; las hojas están agrupadas hacia el extremo, con tallos de 30 a 40 cm de longitud, poseen el borde espinoso dentado; las flores son tubulares, colgantes, amarillas. Esta planta es xerófila, o sea, se adapta a vivir en áreas de poca disponibilidad de agua y se caracteriza por poseer tejidos para el almacenamiento de agua. (Rodriguez,2015).37

**Ubicación:** interior y exterior.

**Resistencia de Temperatura:** No tolera las heladas, muere por debajo de los  $-5^{\circ}\text{C}$ , y por debajo de los  $7^{\circ}\text{C}$  si el suelo está mojado puede dañarla. En invierno conviene protegerlas del frío. La temperatura ideal sería de  $19^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ .

**Luz:** Necesita mucha luz y tolera el sol directo. Si sus hojas se vuelven marrones significa que está recibiendo demasiado sol.



**Figura 14**

Sábila con hojas de color marrón en las puntas.

**Riego:** Escaso, espera a que el sustrato esté seco para volver a regar. Evita mojar las hojas. Por regla general riega una vez a la semana en verano, una vez al mes en invierno y cada quince días el resto de las estaciones. En cualquier caso, se debe evitar el encharcamiento, para ello se recomienda utilizar tiesto de barro y poner 2- 3 cm de grava en su fondo para favorecer el drenaje. Si las hojas se ven delgadas y arrugadas es que necesita agua.

**Abono:** Una vez al año si se cultiva en maceta, algo más si está en suelo. Un exceso de abono resultaría contraproducente.

**Floración:** Sí, en primavera/verano, cuando la planta llega a los 3-4 años y recibe mucho sol pueden aparecerle unos tallos altos con flores amarillas.

**Usos:** Se utiliza como planta de ornato por sus hojas puntiagudas que son adornadas con cascarones de huevos, esferas o listones rojos. La mayoría de las personas la cultivan por sus múltiples propiedades medicinales relacionadas con el fortalecimiento del cabello o la gastritis. Tradicionalmente se recurre a ésta para atraer la buena suerte y alejar las “malas vibras”.

**2.8.-PROPAGACIÓN:** Utilizar tiestos más anchos que profundos, ya que las raíces se extienden de forma horizontal. Su propagación se puede realizar por hijuelos (retoños o chupones), rizomas o semillas. (Rodriguez,2015).37

La más sencilla es separando los hijuelos de la madre cuando tienen una altura de 5 a 10 cm aproximadamente, dejar secar las raíces 3-5 días, y trasplantar a un tiesto individual protegido del sol. Tras el trasplante, sea por cambio de maceta o sea por multiplicación por hijuelos, no regar hasta transcurridas 1 o 2 semanas. Las mejores épocas para su trasplante son en la primavera y en otoño.



**Figura 15**  
Hijuelos de *Aloe vera*.

Si se cultiva en el exterior, es recomendable resguardar de las heladas. Si la planta está en flor, y en los alrededores existen otras variedades de aloe, corta la flor para evitar que quede polinizada ya que le restaría propiedades al gel.

Es cultivada principalmente para usos cosméticos, medicinales y para la purificar del aire en el hogar. De sus hojas maduras, aquellas con más de 4-5 años, se extrae un gel que contiene un 96% agua y el restante 4% contiene 75 sustancias entre las que se incluyen vitaminas, antioxidantes, minerales, aminoácidos esenciales y enzimas naturales. Entre sus propiedades para la piel se encuentran la de humedecer, hidratar, suavizar y aliviar.

## 2.9.- PURIFICADOR AMBIENTAL

Como cualquier otra planta oxigena el aire, pero no solo eso, porque en concreto el aloe vera nos ayuda a acabar con partículas nocivas que se encuentran suspendidas. Tal es el caso de los COV, con la característica de absorber las radiaciones de ordenadores, televisores y demás aparatos electrónicos. (Xana, S.F.).50

Purifica el ambiente del hogar por medio de un tipo de polución conocida como nube electrostática.

Una sola planta de aloe vera puede reemplazar hasta nueve purificadores de aire.

## 2.10.- PLAGA Y ENFERMEDADES

A pesar de su resistencia el Aloe vera es propensa a ciertas plagas y enfermedades.

- **Pulgón:** el síntoma que presenta pérdida de fuerza y debilitamiento debido al consumo de nutrientes del pulgón.

La prevención para dicha plaga es introduciendo otra especie depredadora como lo es la mariquita y arar el terreno para la eliminación de hormigas.

- **Ácaros:** provoca el crecimiento anormal de los tejidos vegetales conocido como hiperplásico cuando el ácaro inyecta reguladores de crecimiento esto se le denomina Aloe cáncer. Se controla eliminando la parte enferma o eliminación de toda la planta enferma.

- **Mosca blanca:** las plantas infectadas tienden a tener hojas arrugadas, encarrujadas, yema de crecimiento deforme y con una coloración verde amarillento. para un buen control de la mosca blanca se limpia lo alrededores de planta o se colocan trampas amarillas pegajosas alrededor del cultivo.
- **Escarabajos molineros:** su color es blanco, su tamaño es muy reducido y se pueden confundir con la cochinilla, aunque no lo son. Se instalan en las triangulaciones de las hojas y se alimentan de ella.
- **Podrición seca de la raíz:** marchitamiento y cambio color de los tejidos foliares, pasando de verde a marrón amarillento, el cual se extiende desde el doblamiento longitudinal de los bordes de las hojas hacia el interior de la planta.



**Figura 16**  
podrición seca de la raíz.

- **Podrición húmeda de la raíz:** similar a la podrición seca de la raíz, aunque esta enfermedad presenta una coloración marrón rojiza, en las hojas más viejas, tomando una postura vertical y cerrada.



**Figura 17**  
podrición humedad de la raíz.

- **Podrición fétida:** esta enfermedad se observa en las hojas externas las cuales se encuentran flácidas, a medida que la enfermedad avanza hacia la parte superior de la mancha es de color verde más oscuro. En ocasiones se puede formar bolsas que causan la separación de la cutícula con desprendimiento del tejido. La mancha avanza hacia las hojas internas, en donde se encuentra los tejidos foliares jóvenes, generando una podrición de los tejidos y finalizando con el desprendimiento y caída de la planta.



**Figura 18**

Prodición fétida.

- **Peca roja:** las hojas externas, presentan unos puntos rojizos o cafés, con una coloración rojiza alrededor de ellos. Las hojas siguen siendo turgentes, mostrando los síntomas en la mitad de la hoja. (Tinajero,2018).46



**Figura 19**

Síntoma de peca roja

- **Punta de ceniza:** esta enfermedad hace referencia a la quema de las hojas más viejas o en un caso más avanzado parecen cenizas de cigarrillo. En algunos casos La punta de ceniza se manifiesta con más frecuencia cuando en la planta es altamente afectadas con peca roja, en la mayoría de los casos son se propone la realización de una investigación para determinar si dicha enfermedad podría estar asociada a enfermedades no parasitarias, como deficiencias nutricionales o con la aplicación de herbicidas para controlar las malezas.



**Figura 20** síntomas de punta de ceniza.

## 2.11.- REFERENCIAS

Dentro de la literatura revisadas, las plantas purificadoras de aire en interiores son efectivas para la eliminación de contaminantes. Como ejemplo El Bio-Home, un edificio herméticamente sellado de materiales sintéticos, fue diseñado como adecuado para que una persona viva, con una gran parte del interior ocupado por plantas domésticas. Antes de que se añadieran las plantas domésticas, cualquiera que entrara en la instalación recién construida experimentaría ardor de ojos y dificultades respiratorias, dos de los síntomas más comunes del Síndrome de Edificio Enfermo. Una vez introducidas las plantas en el medio ambiente, el análisis de la calidad del aire indicaba que la mayoría de los COV habían sido eliminados, y los síntomas desaparecieron.

Bill Wolverton proporcionó una idea del número de plantas por habitación que se necesitarían para ayudar a purificar el aire interior. Aunque es difícil decir exactamente cuántas plantas son necesarios para purificar el aire interior, Wolverton recomienda al menos dos plantas buen tamaño por cada 100 pies cuadrados (aproximadamente 9,3 metros cuadrados) de interior espacio. Cuanto más grande sea la planta y más frondosa la planta, mejor. Esto es porque la purificación del aire está influenciada por la superficie de las hojas presente. (Wolverton, 2007).48

Dominique Hes, investigador de la Universidad de Melbourne de Australia indicó que los habitantes pasan el 90 % de su tiempo en ambientes interiores, lo que resulta en un alto nivel de exposición a compuestos contaminantes como son los COV. Los COV están presentes en las alfombras, la pintura y los muebles en los hogares y las investigaciones muestran que las concentraciones en el interior son hasta diez veces más altas que en el exterior.

Por lo anterior se busca llevar esta investigación al mundo a una escala de beneficios que brindan las plantas al agruparlas en dos categorías: calidad del aire y bienestar.

Basándose en el área foliar y la capacidad de la especie para la eliminación de ciertos contaminantes, se logró calcular cuantas plantas se necesitan para mejorar la calidad de aire y el bienestar en espacios de varios tamaños. Con la introducción de una planta de tamaño mediano de (50 cm) a una habitación de tamaño mediano (aproximadamente 4x5 m) puede aumentar la calidad de aire interior en un 25 %. Con una segunda planta produjeron la mejora de un 75 %. (Hort Innovation 2018).<sup>20</sup>

En una habitación más grande (8 x 8 m, o 26 por 26 pies), 16 plantas se necesitaban para proporcionar una mejora del 75% en la calidad del aire, con 32 plantas que producían los mejores resultados. Todo esto variará según el tamaño de la planta.

Las plantas con más superficie de hoja, así como las macetas más grandes, producirán mejores resultados. Las bacterias y los hongos del suelo utilizan toxinas descompuestas, así que si puede exponer la superficie de su tierra en sus plantas en maceta, esto puede ayudar en la purificación del aire. (Montero. (2019)).<sup>29</sup>

La Planta lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) es eficiente para reducir la concentración de los gases  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$  presente en espacio interior.

los niveles de eficiencia de la planta lengua de suegra para gases interiores ( $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ) presentes en el colegio Issac Newton, SJL-2018, son muy altas; siendo, el monóxido de carbono el más reducido, luego el  $\text{NO}_2$  y finalmente el  $\text{SO}_2$ .

En la tabla N°1 se muestra los resultados que obtuvieron en la implementación de la planta lengua de suegra en un espacio interior demostrando así el nivel de capacidad que tiene la planta en la absorción de contaminantes (Villanueva, 2018).47

**Tabla 1** Determinación de eficiencia de los 3 gases.

<b>GASES</b>	<b>Concentración Inicial</b>	<b>Concentración Final</b>	<b>EFICIENCIA</b>
$\text{SO}_2$	4.8	2.7	43.75 %
$\text{NO}_2$	22.4	16.8	25.00 %
$\text{CO}$	169	86	49.11 %

Fuente: universidad César Vallejo. Eficiencia de la lengua de suegra para la Fito remediación de los gases interiores  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ . 2018.Peru.

se evaluó la capacidad de un grupo de plantas para remover del aire contaminado, de sustancia como el formaldehído en concentraciones de 15-37 ppm. Las plantas utilizadas fueron: Potos (*Scindapsus aureus*), Singonio o Cabeza de flecha (*Syngonium podophyllum*) y Planta Araña (*Chlorophytum elatum var. vittatum*). Bajo condiciones de estudio, la Planta Araña probó ser la más eficiente para absorber y/o remover hasta 2,27 µg de formaldehído por 2 cm de área foliar en 6 horas de exposición. En posteriores estudios, se encontró que no sólo las hojas de las plantas daban cuenta de la remoción de los contaminantes, sino también la zona de las raíces. Con la efectividad de algunas plantas para remover el ozono (O<sub>3</sub>) concluyeron que las especies *Sansevieria trifasciata* (snake plant- Lengua de suegra o Lengua de Tigre), *Chlorophytum comosum* (spider plant- Cinta o Mala madre o Lazo de Amor) y *Epiperemnum aureum* (golden pothos – Potos) fueron efectivas para mitigar la presencia de ozono comparado con un escenario de control que no contenía plantas. Los resultados fueron consistentes con los reportados por el doctor Wolverton y su equipo al usar especies de plantas similares para la mitigación de COV. (Pedraza. 2015).35

Se demostró positivamente, a partir de análisis formales y funcionales que el proyecto de Pávate propone una solución para la ubicación de plantas en sitios donde no hay zonas verdes, generando con ellas un sistema de alimentación continua el cual ayuda al mantenimiento y a la vida útil de las plantas que van colocadas en los contenedores.

La ubicación de plantas es en las principales avenidas de Bogotá, como lo son la avenida Boyacá, la carrera 30, la avenida Caracas, la calle 26 entre otras.

Se empieza con el abarcamiento de estas calles ya que son sitios concurridos por el tráfico de automotores, y gran parte de la actividad humana presenta transiciones por estas avenidas. Se entiende que las plantas son la solución de mayor viabilidad sostenible para la limpieza del aire de la ciudad, por eso se tiene presente las siguientes plantas para una mayor absorción de huella de carbono y así generar un mayor procesamiento de producción de oxígeno. Como son el Geranio, La hiedra, Cintas (*Chlorophytum*) y Pothos (Guzmán, 2018).<sup>19</sup>

### III.- MATERIALES Y METODOS

#### 3.1.- MATERIALES

**Aparatos de monitoreo:** **TES air Quaility Monitor** mide las siguientes características. Partículas finas, temperatura, humedad relativa e índice de salud (0-5). Los seis colores indicación LED índice de calidad del aire en categoría.

- **Supco** Aparato portátil mide las siguientes características: Temperatura, humedad relativa y CO<sub>2</sub>.
- Computadora, USB
- 4 plantas son las que se utilizaron para la mitigación de Dióxido de carbono. Dos lenguas de suegra (*Sansevieria trifasciata*) con un tamaño mediano de 45 cm. Dos sábilas (Aloe vera) con un tamaño mediano de 10 a 30 cm
- Tabla de apuntes
- Cámara
- Un par guantes
- Tijeras de jardín
- Alcohol
- 1 bolsa de plástico
- 4 macetas
- 2 bolsas de 5 kilogramos de sustrato (preparado)
- Agua
- 1 cuarto o habitación 3 x 2.70 m.

### 3.2.- MÉTODOS

El día 13 de diciembre de 2018 se seleccionó la habitación con las dimensiones siguientes 3.00 m x 2.70 m<sup>2</sup> ancho, Ubicada en la segunda planta de una vivienda, en la 3 Av. Sur. en la ciudad de Santa Tecla. Departamento La Libertad. El Salvador.



**Figura 21** Localización y área de estudio.

Se inició el proyecto colocando las plantas que se utilizarían para hacer las mediciones y adecuando los puntos donde se colocarían los aparatos y las plantas para su óptimo manejo.

El día 14 de diciembre de 2018 se adquirieron 4 plantas dos lenguas de suegra (*Sansevierias trifasciata*) y dos sábilas (*Aloe vera*) de tamaño mediano, además dos bolsas de 5 kilogramos de sustrato ya preparado.

La preparación de las cuatro masetas se realizó con las medidas higiénicas y el cuidado necesario para no contaminar el sustrato y el material a utilizar o pasar alguna enfermedad a la planta y evitar dañar las plantas; lengua de suegra (*Sansevierias trifasciata*) y sábila (*Aloe vera*), se utilizó una bolsa negra de plástico donde se colocó el sustrato para airearlo y combinarlo con el suelo presente en las plantas. Se colocaron las plantas a en sus macetas, se les agrego el sustrato el cual ya estaba humedecido y preparado, terminando este proceso se dejaron en un ambiente con las condiciones adecuadas hasta el día de su introducción en la habitación.

Se conectaron los dos aparatos de monitoreo TES air Quaility Monitor y Supco para cargarlo, para que al día siguiente 15 de diciembre por la mañana se realizará las primeras mediciones desde las 7:00 h sta las 21 h, tomando muestra de temperatura, humedad relativa, CO<sub>2</sub> e índice de salud. Una vez configurado TES air Quaility Monitor; se utilizó el segundo aparato Supco.

Se tomaron fotografías de los primeros datos que marca los dos aparatos.



**Figura 22**  
TES air Quaility Monitor



**Figura 23**

Aparato de medición de parámetros ambientales Supco

Para el 16 de diciembre se pasaron las mediciones a una hoja de Excel en la computadora para ir almacenando los datos ya tomados con el fin de llevar un registro cronológico.

La mecánica para la obtención de los datos fue la misma que se utilizó el día 15 y los demás días (se enciende el aparato y se toma la medida).

El día 17 de diciembre se ingresó nuevamente a la habitación tomando todas las precauciones necesarias para no modificar o alterar el ambiente para tomar la lectura de los datos de los aparatos todo este se registró en la tabla de datos cada hora con 3 tiempos.

El día 19 de diciembre se ingresó a la habitación tomando las precauciones necesarias, para la toma lectura de los aparatos. Al terminar el registro de los datos se tomó un espacio para el riego de las plantas cada 3 a 4 días antes de su introducción.

El 20 de diciembre se ingresó nuevamente a la habitación tomando todas las precauciones necesarias para no modificar el ambiente en la toma de lectura.

El día 22 de diciembre se ingresó a la habitación tomando las precauciones necesarias, para la toma lectura de los aparatos. Se tomó el tiempo para el riego de las plantas antes se su introducción a la habitación.

El día 26 de diciembre se ingresó nuevamente a la habitación tomando todas las precauciones necesarias para no modificar o alterar el ambiente para la toma de lectura de los aparatos todo este se registró en la tabla de datos cada hora con 3 tiempos. Terminando la lectura de los datos se aprovechó para regar las plantas.

El día 27 de diciembre se ingresó a la habitación para la toma de datos y se tomó la decisión que al terminar la última toma de datos a las 21h se introducirían las plantas en la habitación. se regaron las plantas antes de introducirlas en la habitación las cuales se fueron colocando en cada esquina de la habitación y una planta cerca de uno de los aparatos, para que absorbiera la nube electrostática que emiten los aparatos eléctricos.

Día 28 de diciembre Para las 7h se tomaron los primeros datos ya con las plantas adentro de la habitación tomando las precauciones para no modificar el ambiente de la habitación.

Día 29 de diciembre se ingresó nuevamente a la habitación tomando todas las precauciones necesarias para no modificar o alterar el ambiente para tomar la lectura de los datos de los aparatos todo este se registró en la tabla de datos cada hora con 3 tiempos.

Día 30 de diciembre se ingresó a la habitación tomando las precauciones necesarias, para la toma lectura de los aparatos.

Día 2 de enero se ingresó a la habitación a tomar los datos, se dejó un *Aloe vera* cerca de una ventana y se observó el cambio de color de sus hojas a un color marron ya que recibio mucha luz y se cambio de puestos detrás del puerta.

El día 3 de enero se ingresó a la habitación tomando las precauciones necesarias, para la toma lectura de los aparatos. Se tomó el tiempo para regarlas y tomarles fotografías para ver su crecimiento.

Día 4 de enero se ingresó a la habitación para la toma de datos y se ingresaron los datos en la computadora y se realizó una gráfica para ver la diferencia de niveles de  $\text{CO}_2$  que había en la habitación.

Día 5 de enero se ingresó a la habitación para la toma de los últimos datos al igual que el día 4 se introdujeron los datos a la computadora y se observó la eficiencia que tienen las plantas en la habitación.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las siguientes tablas y figuras muestran las siguientes mediciones de la temperatura, humedad relativa, CO<sub>2</sub> e índice de salud que se tomaron en la habitación.

**Tabla 2** concentración

<b>Temperatura °C</b>	27.4
<b>Humedad relativa %</b>	50
<b>CO<sub>2</sub>. Ppm</b>	470
<b>Índice de salud</b>	2

El índice de salud nos marca numéricamente el nivel de intoxicación al que se expone la persona en una habitación, siendo el 1 el nivel más saludable y 4 el nivel más tóxico.

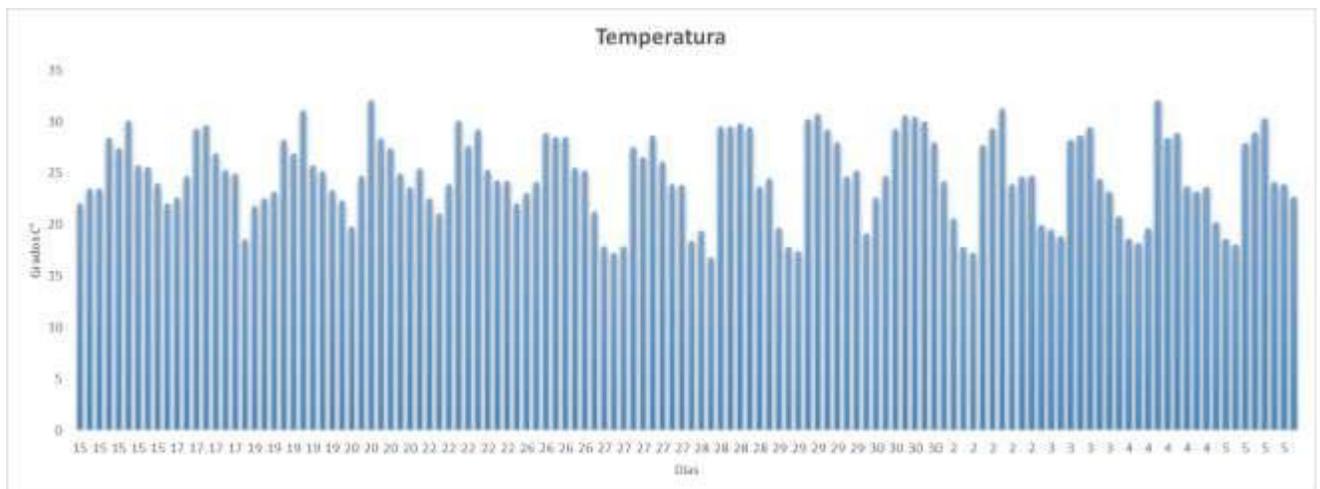
Se recomienda que una persona no se encuentre en una habitación con un nivel 3 ya que se considera perjudicial a la salud.

## 4.1.- TEMPERATURA

**Tabla 3** Análisis de Temperatura de once días

Temperatura															
Horas /Días	15	17	19	20	22	24	27	28	29	30	2	3	4	5	
	Antes de colocar las macetas							Durante la investigación							
	07:00	22	22	21.8	22.3	22.5	22	17.9	18.4	19.7	19.1	20.6	19.9	18.6	20.2
08:00	23.5	22.6	22.5	19.8	21.1	23	17.2	19.4	17.8	22.6	17.8	19.5	18.2	18.6	
09:00	23.5	24.7	23.2	24.7	23.9	24.1	17.9	16.8	17.4	24.7	17.2	18.8	19.6	18	
13:00	28.4	29.3	28.2	32	*30.1	28.8	27.5	29.5	*30.2	29.3	27.7	28.2	32	27.9	
14:00	27.4	29.6	26.9	28.3	27.6	28.5	26.5	29.5	*30.7	30.6	29.3	28.6	28.4	28.9	
15:00	*30.1	26.9	31.1	27.4	29.2	28.5	28.6	29.8	29.2	*30.4	31.2	29.4	28.8	*30.3	
19:00	25.7	25.3	25.7	24.9	25.3	25.5	26.1	29.4	28	*30	23.9	24.4	23.7	24.1	
20:00	25.6	24.9	25.1	23.6	24.3	25.2	23.9	23.7	24.6	28	24.6	23.2	23.2	23.9	
21:00	24	18.5	23.3	25.4	24.2	21.2	23.8	24.5	25.2	24.2	24.7	20.8	23.6	22.7	

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de temperatura durante los catorce días de medición.



**Figura 24.** Análisis de Temperatura.

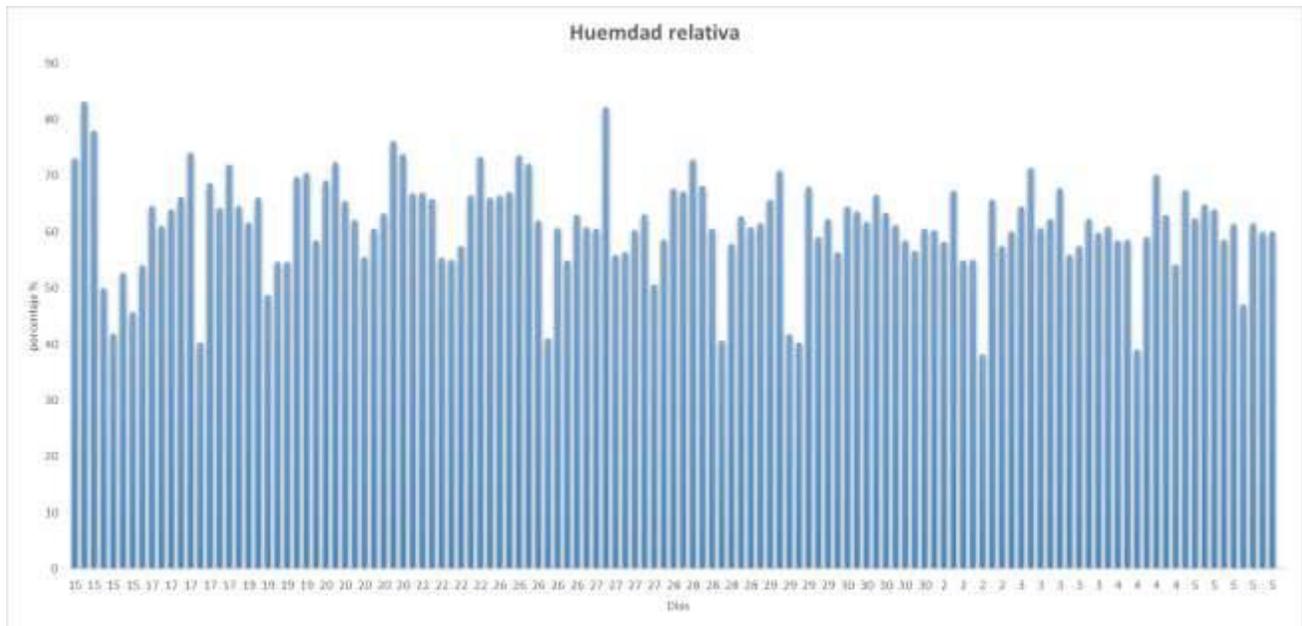
En la figura 24 se observa una tendencia variante donde la temperatura disminuye en las primeras horas del amanecer, esta temperatura se mantiene hasta las 9:00 AM.

Pasado el mediodía la gráfica muestra un aumento de temperatura de 7 a 8 grados más, por las tardes en comparación de las lecturas tomadas en el día y en la noche. Las temperaturas más elevadas se marcan con un asterisco tomando la temperatura máxima es de 31.2° c y la minina de 17.2°c

## 4.2.- HUMEDAD RELATIVA

**Tabla 4.** Concentración de Humedad relativa.

Humedad relativa														
Horas/Días	15	17	19	20	22	26	27	28	29	30	2	3	4	5
	Antes de colocar las macetas							Durante la investigación						
07:00	68.2	64.6	64.6	69.1	66.8	66.4	60.8	67.6	61.5	64.5	60.3	64.5	60.9	62.4
08:00	*73.1	61	61.6	*72.3	66.9	67	60.5	67.2	65.7	63.6	58.2	*71.4	58.4	64.8
09:00	83.1	64	66.1	65.5	65.8	*73.5	82.2	*72.8	*70.9	61.8	67.3	60.7	58.6	64
13:00	78	66.2	48.7	62.1	55.4	*72.1	55.8	68.2	41.7	66.6	54.9	62.3	39	58.6
14:00	50	*74.1	54.6	55.5	55	62	56.3	60.5	40.3	63.4	55	67.8	59	61.4
15:00	41.9	40.2	54.6	60.5	57.5	41	60.3	40.6	68	61.2	38.1	55.9	*70.1	47
19:00	52.7	68.6	69.7	63.2	66.4	60.6	63.1	57.8	59.1	58.4	65.7	57.4	63	61.5
20:00	45.7	64.2	*70.5	*76.1	*73.3	54.9	50.6	62.8	62.3	56.6	57.5	62.3	54.1	59.9
21:00	54	*72	58.4	*73.8	66.1	63	58.6	60.8	56.4	60.5	60	59.8	67.4	60



**Figura 25** Humedad relativa

Se tomó en cuenta la humedad relativa en este proyecto ya que al realizar una lectura con el aparato Supco, los niveles superaban el 50 % de humedad relativa y esto representa un factor más a considerar, esta unidad de medida puede llegar a variar entre 0 % para identificar el aire completamente seco y el 100 % que indica que el aire se encuentra completamente saturado.

Es útil para poder tener una idea de lo cerca que puede estar una masa de aire de alcanzar su máxima saturación. Por medio de esto se sabe que cuando los días tienen un 100 % de humedad relativa, la masa de aire ya no tiene la capacidad de poder almacenar más vapor de agua y que a partir de ese momento, cualquier adición de agua que tenga la masa de aire será capaz de formar la condensación. Considerando las

lecturas de humedad relativa que asciende hasta un 71.2 %. Pero esta se mantiene con una media del 61.5 % lo cual es un factor a considerar en el proyecto. (Briceño,2017).

### 4.3- ANALISIS DE GAS CO<sub>2</sub>

Se realizaron las primeras mediciones sin la presencia de las plantas para determinar las contracciones iniciales del Dióxido de carbono CO<sub>2</sub> presentes en el espacio interior obteniendo los siguientes resultados en un periodo de siete días.

**Tabla 5** Análisis de determinación de gas CO<sub>2</sub>.

Horas/Días	CO <sub>2</sub> ppm													
	15	17	19	20	22	26	27	28	29	30	2	3	4	5
	Antes de colocar las macetas							Durante la investigación						
07:00	354	*408	*408	372	390	381	361	340	320	317	321	280	275	277
08:00	368	351	350	366	358	359	358	290	297	290	254	269	265	267
09:00	364	360	358	394	376	362	364	340	310	283	258	230	243	236
13:00	*480	*497	*430	*468	*449	*488	*422	*430	230	374	271	252	269	260
14:00	*470	390	*406	*445	*425	*430	386	390	315	275	320	245	272	258
15:00	*458	379	396	*478	*437	*418	*468	380	395	301	311	260	300	280
19:00	357	358	354	*405	379	357	392	345	289	270	283	253	284	268
20:00	375	365	384	364	374	370	387	397	305	237	308	248	251	249
21:00	370	*442	392	385	396	*406	362	393	299	304	220	223	233	228

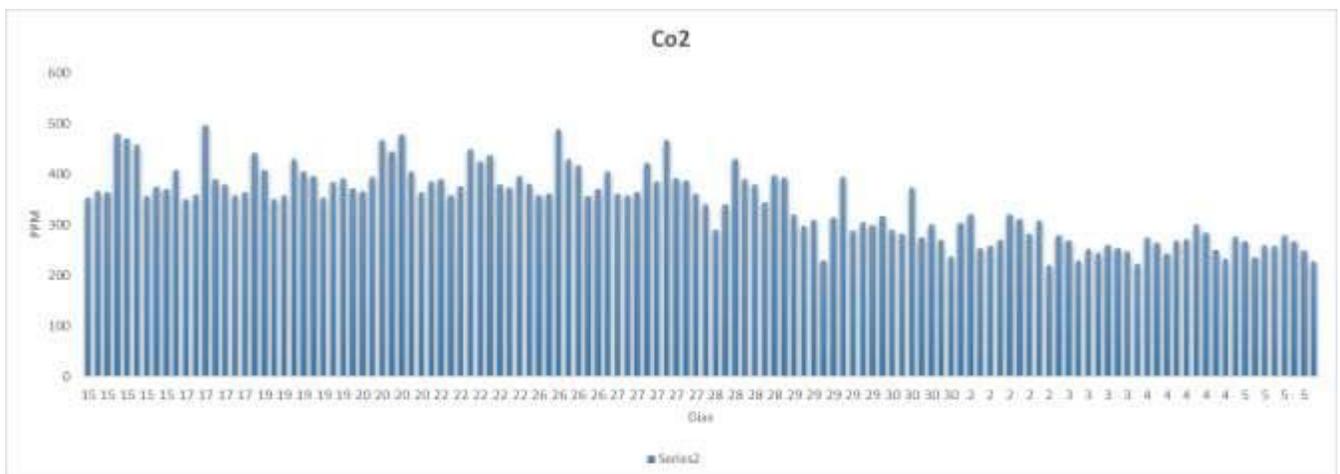
En base a los resultados que se observan en la tabla 5, se puede identificar que la concentración inicial dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se marca con un asterisco. Las concentraciones mayores a 400 ppm, en dicho espacio interior la concentración más elevada es de 497 ppm a la 1:00 pm cuando la temperatura oscila a 29 grados centígrados sin la presencia de las plantas.

Se observa que en los primeros siete días la mayor concentración de CO<sub>2</sub> se presentan cuando la temperatura se encuentra en su grado más alto de día

El día 27 de diciembre de 2018 a las 21:00 horas se introdujeron las cuatro plantas dos lenguas de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y dos sábilas (*Aloe vera*).

Los primeros resultados obtenidos en la lectura muestran en promedio una disminución de hasta 76 ppm en comparación de las lecturas del día anterior, para los días 30 y 2 de enero de 2019 los niveles de concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se encontraron entre 374 ppm y 237 ppm mismos que se encuentra dentro los parámetros establecidos.

Los diferentes estudios de referencia indican que los niveles recomendados de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) máximos recomendados dentro de hogares, estancias y otros edificios están entre las 400 ppm y las 800 ppm. según la organización meteorológica mundial (OMM) en su boletín de gases de efecto invernadero publicado el 24 de octubre de 2016.



**Figura 26.** Análisis de gas CO<sub>2</sub>

En la figura 26 se observan las mediciones de CO<sub>2</sub> que tiene variaciones dependiendo de la hora del día.

#### 4.4- INDICE DE SALUD

**Tabla 6** Determinación de índice de salud.

Horas/Días	Índice de salud													
	15	17	19	20	22	26	27	28	29	30	2	3	4	5
	Antes de colocar las macetas							Durante la investigación						
07:00	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1
08:00	2	2	2	3	2	2	3	1	2	2	1	2	2	3
09:00	2	2	3	*4	2	2	3	2	2	2	3	3	1	2
13:00	*4	*4	2	2	*4	*4	*4	2	2	2	2	2	2	3
14:00	3	3	1	2	2	3	2	2	2	1	2	2	1	2
15:00	3	3	1	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3
19:00	3	2	3	2	2	3	2	2	2	1	2	1	2	2
20:00	1	1	2	3	1	2	2	3	1	2	1	2	2	2
21:00	2	2	2	1	2	3	3	3	2	1	3	2	1	1

Los datos obtenidos en tabla del índice de salud se muestra que en los días del 15 al 27 de diciembre (periodo en cual no se habían introducido las plantas,) las lectura de los níveles del índice de salud fueron de 3 a 4, los cuales se muestran con un asterisco e indica que el aparato da una condición insegura que tendría como consecuencia problemas a la salud, posteriormente, a partir del día 27 de diciembre a las 21 horas, fecha en la que se introdujeron 4 plantas purificadoras, los niveles de índice de salud

tomados del 28 de diciembre al 5 de enero de 2019 disminuyeron hasta en 3 unidades, lo cual demuestra que las especies cumple satisfactoriamente su función al propiciar un ambiente seguro de acuerdo a los parámetros del aparato.



## V.- CONCLUSION

La sábila además de ser conocida por sus usos medicinales, purifica el ambiente del hogar por medio de un tipo de fenómeno conocida como nube electrostática.

Los resultados demuestran que las plantas lengua de suegra y sábila son eficientes para reducir las concentraciones de CO<sub>2</sub> en espacios interiores.

La cantidad de plantas para purificar el aire en interiores dependerá de las dimensiones de la habitación y de las características de la planta que se desee introducir en la habitación u oficina.

Las plantas de ornato lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*) y sábila (*Aloe vera*) en casa son imprescindibles para crear un ambiente agradable y relajado.

## VI.- LITERATURA CITADA

1. Barrios. (2004). Sansevieria nuevo hospedante en Cuba. Fitosanidad Sitio web: <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209117865001.pdf> (8,febrero,2018).
2. Briseño. G. (2017). Humedad relativa. EUSTON Sitio web: <https://www.euston96.com/humedad-relativa> (16,mayo,2020,).
3. Chavarría. (2013). Identificación del agente causal de la antracnosis de Sansevieria. Scielo Sitio web: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242013000100003](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242013000100003) (2,marzo,2018).
4. C.S. (2009). Sansevieria, Espada de San Jorge, Lengua de suegra, Sansevieria, Sansevieria. Inforjardin Sitio web: [https://articulos.infojardin.com/plantas\\_de\\_interior/Fichas/Sansevieria.htm](https://articulos.infojardin.com/plantas_de_interior/Fichas/Sansevieria.htm) (2,marzo,2018).
5. Contreras. (2013). Calidad del aire una práctica de vida. 2018-2020, de SEMARNAT Sitio web: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001593.pdf>

6. Delgadillo-López, Angélica Evelin, González-Ramírez, César Abelardo, Prieto-García, Francisco, Villagómez-Ibarra, José Roberto, & Acevedo-Sandoval, Otilio. (2011). Fito remediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 597-612. Recuperado en 07 de noviembre de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-04622011000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000200002&lng=es&tlng=es).
  
7. Diario Oficial de la Federación. (2019). NORMA Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud. SEGOB Sitio web: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5579387&fecha=20/11/2019](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5579387&fecha=20/11/2019) (23, febrero, 2020)
  
8. **DR.B.C Wolverton**. (1997). How to Grow Fresh Air: 50 Houseplants That Purify Your Home or Office. USA: The Orion.
  
9. **DOF**. (2019). NORMA Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud. Secretaria de Gobernación Sitio web: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5579387&fecha=20/11/2019](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5579387&fecha=20/11/2019) (15, enero, 2020).
  
10. **Elisabet Silvestre**. (2014). Como vivir con los tóxicos ambientales. Vivir sin tóxicos (12-28). España: RBa Integral

11. El Índice de Calidad del Aire es un indicador diseñado para informar a la población sobre el estado de la calidad del aire, muestra qué tan contaminado se encuentra el aire y cuáles podrían ser los efectos en la salud. El índice se calcula para cinco de los contaminantes criterio: dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono y partículas suspendidas; se representa con una escala que va de 0 a 500, donde el valor de 100 se asigna al valor indicado por la Norma Oficial Mexicana para cada contaminante. Gobierno de la ciudad de México, índice de calidad del aire. (S.F.). México. recuperado de <file:///E:/PROYECTO%20AAAA/Direcci%C3%B3n%20de%20Monitoreo%20Atmosf%C3%A9rico.htm>
12. **Fran Bailey.** (2020). Plantas. En que son como una bocanada de aire fresco (29-40). España: RBA Libros.
13. Galt Energy. (2017). las mejores plantas para purificar naturalmente el aire el hogar y oficina. Energía Solar Sitio web: <https://blog.galt.mx/mejores-plantas-para-purificar-el-aire-hogar-oficina> (2, mayo, 2020)
14. Green Facts Express. (2009). Dióxido de carbono supercrítico. Green facts Sitio web: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/dioxido-carbono.htm> (12, marzo, 2018).
15. Gobierno de salud. (1993). Norma oficial mexicana NOM-021-SSA-1993. "salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población". Secretaría de Salud Sitio web: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/021ssa13.html> (10, marzo, 2018).

16. Gobierno de México. (S.F). Normas Oficiales Mexicanas(NOM)de calidad del aire ambiente. COFEPRIS Sitio web: <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/4-normas-oficiales-mexicanas-nom-de-calidad-del-aire-ambiente> (12,marzo,2018).
17. Gómez P. (2017). Beneficios de la lengua de suegra en el hogar. Tú vivero online Sitio web: <https://blog.sembramos.com.co/beneficios-de-la-lengua-de-suegra-en-el-hogar/> (12 ,marzo,2018).
18. Guzmán G. (1994). Las estaciones del año. Asociación Salvadoreña de Orquideología Sitio web: [http://www.orquideasdeelsalvador.com/las\\_estaciones\\_del\\_año#:~:text=Las%20estaciones%20astron%C3%B3micas%20son%20en,contrario%20a%20la%20de nominaci%C3%B3n%20astron%C3%B3mica](http://www.orquideasdeelsalvador.com/las_estaciones_del_año#:~:text=Las%20estaciones%20astron%C3%B3micas%20son%20en,contrario%20a%20la%20de nominaci%C3%B3n%20astron%C3%B3mica). (14, marzo,2020).
19. Guzmán. C. (2018). Sistema de Purificación de Aire a Partir de Plantas Nativas para la Ciudad de Bogotá. ,noviembre,2018, de Universidad Jorge Tadeo Lozano Sitioweb:<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/4248/Documento%20memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>(13,noviembre 2018)
20. Hort Innovation. (2018). Una planta de interior puede combatir las enfermedades, encuentra un estudio. Sitio web: <https://www.horticulture.com.au/hort-innovation/news-events/one-indoor-plant-can-combat-sickness-study-finds/> (16,abril,2019).

21. Importancia. (2015). Importancia del aire. Importancia Sitio web: <https://www.importancia.org/aire.php> (28,junio,2018).
22. **INECC.** (1994). Cultivo alternativo para las Zonas áridas semiáridas de México sábila. Instituto nacional de Ecología Sitio web: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/74/sabila.html> (8,febrero,2018).
23. Jardinatis. (S.F). Aloe vera descripción y cuidados. Hogarmania Sitio web: <https://www.hogarmania.com/jardinaria/fichas/plantas/201101/aloe-vera-5557.html> (28,junio,2018).
24. JUNTA DE ANDALUCIA. (S.F.). Calidad del aire interior. OSMAN Sitio web: [https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824) (15,Febrero,2020).
25. Lauritano M. (2016). Plantas Purificadoras de Aire. formus Sitio web: <http://www.formus.edu.mx/wp-content/uploads/2017/09/PlantasPurificadorasDeAire.pdf> (30,de mayo,2020).
26. Lengua de Suegra. (S.F). Características de la lengua de suegra. Gtush Sitio web: <https://www.gtush.com/lengua-de-suegra/> (17,mayo,2020).

27. Median J. (2010). La Dieta del Dióxido de Carbono (Co2). Instituto Tecnológico de Aguas Calientes Sitio web: <https://www.redalyc.org/pdf/944/94415753009.pdf> (28,junio,2018).
28. Molina Esquivel, Enrique. (2015). Contaminantes biológicos del aire interior de la vivienda: factores contribuyentes, afecciones relacionadas y medidas correctivas. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 53(1) Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032015000100008&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032015000100008&lng=es&tlng=es) (13,junio,2020).
29. Montero. (2019). Plantas que purifican el aire. Número de plantas de purificación de aire Sitio web: <https://www.consejosparamihuerto.com/plantas-interior/numeros-de-plantas-de-purificacion-de-aire/> (16,enero,2020).
30. Organización de Meteorología Mundial. (2016). El promedio mundial de CO2 alcanza las 400 partes por millón en 2015.OMM Sitio web: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-promedio-mundial-de-co2-alcanza-las-400-partes-por-mill%C3%B3n-en-2015>( 25,enero,2020).
31. Organización Meteorológica Mundial. (2019). La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanza un nuevo récord. OMM Sitio web: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-concentraci%C3%B3n-de-gases-de-efecto-invernadero-en-la-atm%C3%B3sfera-alcanza>(25,enero,2020).

32. Organización Mundial de la Salud. (2018). Calidad de Aire y Salud. Organización Mundial de la Salud Sitio web: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (19, mayo, 2019).
33. OMS. (2018). Nueve de cada diez personas respiran aire contaminado. OMS Sitio web: <https://www.who.int/es/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action> (16, agosto, 2019)
34. Plantas Jardín. (2020). mejora la calidad de aire en casa. Primicia Sitio web: <https://primicia.com.ve/especiales/yerberito/lengua-de-suegra-mejora-calidad-del-aire-en-casa/> (16, abril, 2020).
35. Pedraza. J. (2015). LA BIODEPURACIÓN DEL AIRE CON PLANTAS PURIFICANTES Y ORNAMENTALES, COMO ALTERNATIVA AMBIENTAL EN EL SIGLO XXI. Universidad Distrital Francisco José de Caldas Sitio web: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3767/1/PedrazaOrtizLadyJohana2016.pdf> (23, junio, 2018).
36. PROFEPA. (2003). NOM-034-ECOL-1993. de Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales Sitio web: <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1185/1/nom-034-semarnat-1993.pdf> (23, junio, 2018).

37. Rodríguez S. (2015). Plantas de usos ornamental en Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Sitio web: <https://pcientificas.ujat.mx/index.php/pcientificas/catalog/download/95/84/333-1?inline=1?inline=1> (15, febrero,2020,)
38. Ruggeri P. (2013). Hogar sustentable planta purificadoras de aire. Espacio sustentable Sitio web: <https://espaciosustentable.com/hogar-sustentable-plantas-purificadoras-de-aire/> (14,junio,2020).
39. Sordo.J. (2011). Qué es el CO2. Dióxido de carbono. Calentamiento global. de Homo Homoníní Sacra Res Sitio web: <https://www.homohominisacrares.net/sec/ecologia/co2/co2.htm>(23,junio,2018).
40. Secretaria de Medio Ambiente. (2018). AVISO POR EL QUE SE DA A CONOCER LA NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF009-AIRE-2017, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA ELABORAR EL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE MÉXICO. 2019.Gaceta de la ciudad de México Sitio web: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/monitoreo/normatividad/NADF-009-AIRE-2017.pdf> (25,enero,2019).
41. **SEGOB**. (2019). NORMA Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud. Diario Oficial de la Federación Sitio web: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5579387&fecha=20/11/2019](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5579387&fecha=20/11/2019) (14,enero,2020).

42. Serkonten. (2018). Beneficios para la salud de respirar aire puro. El aire que respiras Sitio web: <https://phsserkonten.com/aire-puro/> (14,enero,2020).
43. Steneimann. (2017). Calidad del aire interior. The University of Melbourne Sitio web: <https://infrastructure.eng.unimelb.edu.au/indoor-air/>(14,enero,2020).
44. Succulent Avenue. (2019). Eliminación de Cochinilla. de Succulent Avenue Sitio web:<https://succulentavenue.com/eliminar-cochinillaalgodonosa/>(14,enero,2020).
45. Taxonomía de Planta. (2018). taxonomía de la sábila. Aloe vera Sitio web: <http://taxonomiadeplantasgrado93.blogspot.com/2018/04/la-sabila-aloe-reino-plantae-division.html> (16,agosto,2019).
46. Tinajero R. (2018). Principales enfermedades de la sábila, Universidad Autónoma de Tamaulipas Sitio web: [https://www.researchgate.net/publication/334400880\\_PRINCIPALES\\_ENFERMEDADES\\_DEL\\_CULTIVO\\_DE\\_LA\\_SABILA\\_Aloe\\_vera\\_MAIN\\_DISEASES\\_OF\\_THE\\_CULTIVATION\\_OF\\_ALOE\\_Aloe\\_vera](https://www.researchgate.net/publication/334400880_PRINCIPALES_ENFERMEDADES_DEL_CULTIVO_DE_LA_SABILA_Aloe_vera_MAIN_DISEASES_OF_THE_CULTIVATION_OF_ALOE_Aloe_vera) (15, octubre,2019).

47. Villanueva. W. (2018). Eficiencia de la planta Lengua de Suegra (*Sansevieria trifasciata*) para la Fito remediación de los gases interiores (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) presentes en la I.E.P Isaac Newton.Lima,Perú.<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/20577> (16,Agosto,2019).
48. Wolverton. (2007). Plantas Aire Limpio y Agua para Ambientes Interiores. NASA Sitioweb:[https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2007/ps\\_3.html](https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2007/ps_3.html)(16,noviembre,201).
49. Wolverton. (1980). Aire Interior. de Servicios Ambientales Wolverton Sitio web: <http://www.wolvertonenvironmental.com/IAQ.html> (22,febrero,2020).
50. Xana Natura. (S.F). Plantas. Purificadoras del aire. I. Xana Natura Sitio web: <http://xananatura.blogspot.com/2011/12/plantas-purificadoras-del-aire-i.html> (16,agosto,2019).

## VII.- GLOSARIO

**Aire viciado:** Disminuye la calidad de vida dentro de un ambiente, si no existe renovación de aire, éste acumula diversas sustancias tales como polvo en suspensión, compuestos orgánicos volátiles que pueden ser gérmenes patógenos.

**GEI:** Los Gases de Efecto Invernadero pueden definirse como componentes gaseosos en la atmósfera, tanto naturales como producidos por el hombre, que absorben y liberan radiación a longitudes de onda específicas.

**Gloeosporium sansevieriae:** es un hongo de suelo que aparecen en las hojas de la planta sansevieria trifasciata.

**Hacinamiento:** se hace referencia a la acumulación de individuos o animales en un mismo lugar.

**Hiperplásico:** es el crecimiento anormal de las hojas de la sábila cuando los ataca una plaga como el acaro.

**Legionellas:** Bacterias de Gram negativo que aparecen en aguas estancadas, lagos y arroyos.

**Nube electrostática:** Es la purificación del ambiente en interiores descargándolo como un tipo de polución, por medio del cual absorber las radiaciones de ordenadores, televisores y demás aparatos electrónicos.

**Síndrome de Edificio Enfermo:** se le llama así a una casa u oficina

**Xerófila:** Adaptaciones de las plantas a vivir en áreas de poca disponibilidad de agua.