

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**DETERMINAR EL INCREMENTO EN LA ATMÓSFERA DEL CONTAMINANTE
DENOMINADO MONOXIDO DE CARBONO (CO) DEBIDO A LAS
ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA COMARCA LAGUNERA DE
DURANGO.**

POR:

OMAR SANTIZO PÉREZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO DE 2016.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. **OMAR SANTIZO PÉREZ**, QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

PRESIDENTE:



ING. JOEL LIMONES AVITIA

VOCAL:



M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

VOCAL:

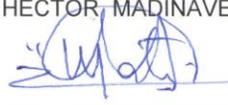


DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL SUPLENTE:



DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MARZO DE 2016.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DETERMINAR EL INCREMENTO EN LA ATMÓSFERA DEL CONTAMINANTE DENOMINADO MONOXIDO DE CARBONO (CO) DEBIDO A LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA COMARCA LAGUNERA DE DURANGO.

POR:

OMAR SANTIZO PÉREZ

TESIS:

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

ASESOR PRINCIPAL:



ING. JOEL LIMONES AVITIA

ASESOR:



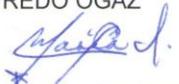
M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

ASESOR:



DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:



BIOL. MARIA ISABEL BLANCO CERVANTES



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MARZO DE 2016.

AGRADECIMIENTOS

Aprovecho esta oportunidad para agradecer a todas aquellas personas que de una forma u otra me apoyaron durante este largo trayecto.

A DIOS

Porque a pesar de mis malas decisiones él me ha cuidado y guardado, gracias a Dios por no abandonarme nunca.

A MIS PADRES

A mi madre por su amor incondicional, su continuo apoyo, porque al cuidarme y atenderme día tras día hizo posible que yo tuviera el tiempo y las energías necesarias para completar el grado.

A mi padre por ser el mejor hombre que he conocido y siempre darme todo el apoyo incondicional.

A MIS HERMANOS

José Ángel, Edilmer, Ricardo Arturo por su apoyo y amor y siempre ser una razón por el cual superarme día a día.

Al Ing. Joel Limones Avitia por asesorarme y brindarme su valioso tiempo en la realización de la Tesis.

Al Dr. Alfredo Ogaz por asesorarme en la tesis.

A la M.C. Norma Leticia Ortiz Guerrero por apoyo constante.

A la Biol. María Isabel blanco Cervantes por su tiempo que me brindo.

Al Dr. Héctor Madinaveitia Ríos por ofrecernos su asesoramiento.

A mis buenos amigos y compañero de estudios **Daniel, Ana Laura, Jorge, Seleny, Floriberto, Sonia, Alexis, Norma** por ser ese amigo fiel tanto en las buenas como en las malas.

DEDICATORIA

A DIOS

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que mi corazón pueda emanar, dedico primeramente mi trabajo a **Dios**. Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos que me has regalado. Prometiste estar conmigo todos los días de mi vida recordándome diariamente que tenía que esforzarme y ser valiente, tú me distes la victoria ya que todo lo puedo en ti mi señor que me fortaleces.

A MIS PADRES

A mis padres Hilmar y Carmela por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos, agradezco a Dios por sus vidas es uno de los mejores regalos que el señor me ha dado, muchas gracias por su amor infinito que no tengo palabras para describir el inmenso amor que tengo hacia ustedes.

A MI ABUELA

A mi abuelita Apolonia que no sé qué hare el día que me falte, en ella puedo ver el gran amor de una madre siempre pendiente de mí, con sus regaños y consejos, te amo abuelita, gracias por quererme tanto.

AMIS HERMANOS

A José Ángel, Edilmer y Ricardo Arturo por ser ese motivo para salir adelante ya que siempre estábamos lejos pero siempre los tenía dentro de mi corazón y este logro se los dedico a ustedes mis campeones.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN.....	VI
I INTRODUCCIÓN.....	1
II OBJETIVOS	4
III REVISION DE LITERATURA	5
3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS	5
3.2 ATMÓSFERA.....	6
3.2.1 COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA ATMOSFERA TERRESTRE	7
3.2.2. CAPAS DE LA ATMOSFERA.....	7
3.2.2.1 LA TROPOSFERA	7
3.2.2.2 ESTRATOSFERA.....	7
3.2.2.3 EXÓSFERA.....	8
3.2.2.4 TERMOSFERA O IONOSFERA	8
3.3 CONTAMINACIÓN.....	8
3.3.1 CONTAMINANTE.....	9
3.3.2 INVERSIÓN TÉRMICA.....	9
3.3.3 CONTAMINACION DEL AIRE.....	10
3.4 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.....	10
3.4.1 CLASIFICACION DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA.....	11
3.4.2 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS CRITERIO	11
3.4.3 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS RIESGOSOS	12
3.4.4 CLASES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.....	12
3.5 PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFERICOS.....	13
3.5.1. PARTICULAS SUSPENDIDAS	13
3.5.2 AEROSOLES	13
3.5.3 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV).....	14
3.5.4 DIOXIDO DE NITROGENO	14
3.5.6 PLOMO	15
3.5.7 EL OZONO	15

3.5.8	MONOXIDO DE CARBONO.....	16
3.6	FORMACIÓN DEL MONOXIDO DE CARBONO	16
3.6.1	CONSECUENCIAS EN EL AMBIENTE Y EN LA SALUD	17
3.6.2	MECANISMOS DE TOXICIDAD Y EFECTOS	17
3.7	MONITOREO DE LA EXPOSICIÓN A MONÓXIDO DE CARBONO.....	18
IV	MATERIALES Y METODOS	19
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
	RESULTADOS.....	33
5.2	DISCUSIÓN.....	33
VI	CONCLUSION Y RECOMENDACIONES	36
6.2.	RECOMENDACIONES	37
	BIBLIOGRAFIA.....	39

INDICE DE TABLAS

Tabla.1 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en las instalaciones de SAGARPA de Cd Lerdo, Durango del mes de marzo del 2014.....	21
Tabla.2 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en la Colonia Campestre ,Gomez Palacio, Durango del mes de marzo del 2014.....	23
Tabla.3 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en las Instalaciones de la UJED, en Cd Lerdo, Durango del mes de marzo del 2014.....	25
Tabla.4 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en las instalaciones de SAGARPA de Cd Lerdo, Durango del mes de marzo del 2015.....	27
Tabla.5 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en la Colonia Campestre , Gomez Palacio, Durango del mes de marzo del 2015.....	29
Tabla.6 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en las Instalaciones de la UJED, en Cd Lerdo, Durango del mes de marzo del 2015.....	31

RESUMEN

La contaminación atmosférica se define como la presencia en la atmósfera de elementos contaminantes que alteran su composición y que afectan a cualquier componente del ecosistema. Desde un punto de vista antropocéntrico la contaminación atmosférica se refiere a los contaminantes que afectan la salud o el bienestar humano. Según su origen los contaminantes se clasifican en antropogénicos, derivados de la actividad humana, o naturales, resultantes de procesos de la naturaleza, por ejemplo erupciones volcánicas o polen en suspensión. Los contaminantes urbanos son múltiples, los más comunes, para los que se han establecido límites aceptables de concentración sobre la base de los efectos observados sobre la salud, se denominan “contaminantes criterio”. Incluyen el material particulado total en suspensión (PTS) el que viene en variedades de tamaño, ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y plomo.

Es un gas sin color, olor ni sabor, considerado como venenoso. La molécula de Monóxido de carbono está formado por un átomo de carbono y uno de oxígeno (CO), a diferencia del bióxido de carbono que son dos de oxígeno y uno de carbono.

El monóxido de carbono es un gas inflamable, es un poco menos denso que el aire (el aire tiene una densidad relativa de 1 y el monóxido de 0.97), por lo que se mezclan fácilmente y penetra techos y paredes.

El CO se genera por la combustión incompleta de cualquier hidrocarburo en forma de gas (metano, propano, butano, etc.), líquido (gasolina, queroseno, etc.) o sólido (leña, carbón, etc.), en estufas, calentadores, braseros, chimeneas en el interior de locales mal ventilados, incendios y motores de explosión. La mayoría de las intoxicaciones por CO en Cataluña son causadas por aparatos domésticos (calentadores, fogones, braseros); el resto lo son por accidentes laborales, intentos de suicidios e incendios.

Palabras clave: contaminación, carbono, atmósfera, combustión, salud.

I INTRODUCCIÓN

La limpieza del aire es un importante desafío para el siglo XXI, especialmente en países en vías de desarrollo donde la gente sobre puebla las ciudades y donde los centros urbanos cada día se están asfixiando más por la contaminación ambiental (Moore, 2006).

La contaminación del aire proveniente de la actividad es probablemente tan vieja como nuestra habilidad de hacer fuego. Sin embargo la contaminación del aire a gran escala debida a industrias y vehículos es relativamente reciente. Desde la revolución industrial, los combustibles más utilizados son el carbono y el petróleo. La combustión o quema de estos combustibles es una de las actividades del ser humano que más contaminación atmosférica genera. Lo anterior se debe a las impurezas presentes en el combustible, la incorrecta relación del aire, o temperaturas de combustión muy altas o demasiadas bajas con lo cual se forman productos secundarios, tales como monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, cenizas finas e hidrocarburos no quemados (Campos, 2003).

Entre los diversos problemas ambientales causados por la intervención del hombre sobre la naturaleza, uno de los más significativos y extendidos a lo largo de todo el planeta, es la contaminación atmosférica (Antonio *et al.*, 2000). La atmosfera es la parte del ambiente con la que el organismo humano está permanentemente en contacto. De hecho muchas de sus reacciones pueden ser explicadas como las respuestas a los cambios en el estado físico y químico de la atmosfera. Tanto en el campo de la clínica como en el de la salud pública. La contaminación atmosférica es un fenómeno conocido y estudiado desde antiguo. En el mundo contemporáneo cobra una gran importancia a partir de una serie de episodios que tuvieron lugares en países industrializados durante la primera mitad del siglo xx (Ballester *et al.*, 1999).

La contaminación atmosférica se define como la presencia en la atmósfera de elementos contaminantes que alteran su composición y que afectan a cualquier componente del ecosistema. Desde un punto de vista antropocéntrico la contaminación atmosférica se refiere a los contaminantes que afectan la salud o el bienestar humano. Según su origen los contaminantes se clasifican en antropogénicos, derivados de la actividad humana, o naturales, resultantes de procesos de la naturaleza, por ejemplo erupciones volcánicas o polen en suspensión (Manuel, 2010).

La contaminación se cuantifica a partir de la concentración atmosférica de los diversos contaminantes. Si bien los contaminantes urbanos son múltiples, los más comunes, para los que se han establecido límites aceptables de concentración sobre la base de los efectos observados sobre la salud, se denominan "contaminantes criterio". Incluyen el material particulado total en suspensión (PTS) el que viene en variedades de tamaño, ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y plomo (Pb) (Ryan y Larraguibel, 1996).

EL monóxido de carbono (CO) es uno de los tóxicos más importantes relacionados con la actividad humana. De los cinco contaminantes de la atmósfera inferior, es el más abundante, alcanzando concentraciones que varían entre 50 y 52%, concentración que en su mayoría es debida al CO expelido por los automotores, siendo el responsable de un gran número de muertes accidentales que se producen anualmente por su inhalación (Jaimes y Hernandez, 2000).

El monóxido de carbono (CO) es un gas tóxico, inodoro e incoloro que se produce por la combustión incompleta de los hidrocarburos (De la Torre y Molina, 2000).

Gran parte de la emisión de monóxido de carbono (CO) tiene su origen en el empleo de la gasolina como combustible de los vehículos a motor,

especialmente en el área urbana. Otras fuentes son la generación de calor y energía, algunos procesos industriales y la incineración de desechos(Rojas *et al.*, 2001).

En este trabajo abordaremos el estudio del monóxido de carbono como un contaminante atmosférico que causa daños perjudiciales a la salud pública.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

Comprobar si se ha tenido un aumento en la formación y concentración del contaminante denominado monóxido de carbono (CO) en la atmósfera de la comarca Lagunera de Durango, debido al aumento de las operaciones industriales, así como el aumento del parque vehicular en el área.

2.2 Objetivo específico:

Determinar si existe aumento del contaminante denominado monóxido de carbono (CO), en la atmósfera, comparando su concentración entre los meses de marzo del año 2014 y el mes de marzo del año 2015.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La contaminación ambiental siempre ha existido pues, en parte, es inherente a las actividades del ser humano. Sin embargo, en años recientes se le ha debido prestar cada vez mayor atención, ya que ha aumentado la frecuencia y gravedad de los incidentes de contaminación en todo el mundo y cada día hay más pruebas de sus efectos adversos sobre el ambiente y la salud, aunque hasta hace relativamente poco se considerara que estos no existía, que no había pruebas suficientes de ellos, o bien, que los efectos eran leves o, inclusive, signos de progreso. Los efectos más graves de la contaminación ocurren cuando la entrada de sustancias (naturales o sintéticas) al ambiente rebasa la capacidad de los ecosistemas para asimilarlas y/o degradarlas. Aunque los casos de contaminación se iniciaron a fines del siglo XVIII, durante la revolución industrial, se agravaron considerablemente después de la segunda Mundial, cuando en el mundo aumento el consumo de energía, así como la extracción, producción y/o uso de diversas sustancias, tanto naturales como sintéticas, para las cuales los mecanismos naturales de asimilación o degradación han sido rebasados o no existe (Albert, 2011).

Hay ciertos problemas ambientales que tradicionalmente se han considerado locales o regionales, tales como la degradación del suelo, la deforestación, la sobreexplotación de los recursos marinos, la contaminación del agua, la contaminación del aire y la acumulación de residuos sólidos y peligrosos. La preocupación que tenemos es que en años recientes algunos de estos problemas han empezado a adquirir proporciones globales, pues aunque sean locales en principio, están sucediendo ya en muchas partes del mundo (Molina, 2010).

La explotación intensiva de los recursos naturales y el desarrollo de grandes concentraciones industriales y urbanas en determinadas zonas, son fenómenos que por incontrolados, han dado lugar a la saturación de la capacidad

asimiladora y regeneradora de la naturaleza, que ha llevado a perturbaciones irreversibles del equilibrio ecológico general (Serrano, 2006).

El gran aumento de los niveles de contaminación del aire constituye en la actualidad uno de los problemas más importantes que afronta la sociedad en general, dado su impacto negativo sobre el medio ambiente y la calidad de vida (Tobon *et al.*, 2006).

Las graves consecuencias de la exposición a un alto grado de contaminación del aire en las ciudades, se pusieron de manifiesto a mediados del siglo XX cuando las ciudades de Europa y de los Estados Unidos de América sufrieron diversos episodios de contaminación atmosférica, como la niebla tóxica que se cernió sobre Londres en 1952 y causó numerosas muertes y hospitalizaciones. Tras las medidas legislativas y de otro tipo adoptadas contra la contaminación atmosférica (Amaya, 2008).

3.2 ATMÓSFERA

La atmósfera es una capa gaseosa que envuelve la tierra (Necco, 2010). Es la capa situada justo por encima de la tierra que pisamos (Herrero y Fernández, 2012). La atmósfera está primariamente compuesta de nitrógeno (N₂, 78%), oxígeno (O₂, 21%), y argón (Ar, 1%). Un sinnúmero de componentes químicos están presentes incluido el vapor de agua (H₂O, 0-7%), gases tipo invernadero u ozono (O₃, 0-0.1%), dióxido de carbono (CO₂, 0.01-0.1%) (Cepeda, 2000).

La atmósfera tiene varios aspectos muy importantes para la vida en nuestro planeta. En primer lugar, gracias a ella se mantiene el calor procedente del Sol y las temperaturas no varían bruscamente, como sucede en otros planetas del Sistema Solar. Además, la atmósfera nos protege del impacto de la mayoría de los meteoritos y filtra muchos rayos solares que son perjudiciales para la vida. Por otra parte, contiene los gases necesarios para la respiración de los seres vivos y para la fotosíntesis de las plantas y las algas (Ibañez y Moya, 2009).

3.2.1 COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA ATMOSFERA TERRESTRE

La composición de la atmosfera es causa de la manera en que el planeta se formó hace 4600 millones de años y aunque los procesos exactos de formación de la atmosfera no son totalmente entendidos, se ha determinado que la atmosfera como la conocemos ha evolucionado de una atmosfera primaria formada principalmente de gases nobles seguido de una condensación de estos y de su escape de la Tierra. Posteriormente, se formó una atmosfera secundaria proveniente de gases escapando del interior de la Tierra, pasando de una atmosfera sin oxígeno a una atmosfera con oxígeno (Ortega, 2009).

3.2.2. CAPAS DE LA ATMOSFERA

3.2.2.1 LA TROPOSFERA

Es la capa inferior de la atmósfera. Su altitud es variable estacionalmente (más alta en verano que en invierno) y latitudinalmente (oscila entre los 16 Km. en el ecuador los 12 Km. en las latitudes medias y los 9 Km. en las proximidades de los polos). La troposfera es la zona más densa de la atmósfera, pues, debido a la compresibilidad, los gases se concentran en su parte más baja. Los primeros 500 metros se denominan capa sucia, porque en ellos se concentra el polvo en suspensión, procedente del suelo, de los desiertos, los volcanes, la sal marina y las actividades industriales (De jaen, 2014).

3.2.2.2 ESTRATOSFERA

(10...50 km). A diferencia de la troposfera, que está calentada mayormente por abajo, esta capa, que prácticamente contiene el 25% restante de la masa total de aire, está calentada por arriba; i.e. la temperatura aumenta con la altitud (al principio muy lentamente), lo que la hace dinámicamente muy estable (la

dispersión de los contaminantes que alcanzan estas cotas es muy lenta). Este calentamiento es debido a la absorción solar ultravioleta (entre 0,2 μ m y 0,3 μ m) que transforma el oxígeno (O₂) en ozono (O₃) y éste a su vez en aquél, manteniendo una concentración casi-estacionaria, alcanzándose temperaturas máximas de unos 0 °C a los 50 km, aunque la concentración máxima de ozono, <10 ppm (máxima en primavera), está en torno a los 25 km de altitud, más en las regiones tropicales y menos en las polares (el 90% del ozono total entre los 15 km y los 35 km) (Martinez, 2015).

3.2.2.3 EXÓSFERA

Es la última región de la atmósfera (>500 Km de altitud) donde las moléculas gaseosas con suficiente energía pueden escapar del campo gravitacional de la Tierra (Villa Nueva, 2007).

3.2.2.4 TERMOSFERA O IONOSFERA

Es la capa de la atmósfera más alejada de la tierra que se conoce, en ella la temperatura aumenta con la altura y a los 200 km sobrepasa los 500oC. Esto se debe a la absorción de la radiación solar ultravioleta por el oxígeno molecular y por el nitrógeno. En ella el aire esta ionizado por la incidencia de la radiación solar (Diaz, 2009).

3.3 CONTAMINACIÓN

La contaminación es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra o el agua, que puede afectar nocivamente la vida humana o la de especies beneficiosas, los procesos industriales, las condiciones de vida del ser humano y puede malgastar y deteriorar los recursos naturales renovables. Los elementos de contaminación son los residuos de las actividades realizadas por el ser humano organizado en

sociedad. La contaminación aumenta, no sólo porque a medida que la gente se multiplica y el espacio disponible para cada persona se hace más pequeño, sino también porque las demandas por persona crecen continuamente, de modo que aumenta con cada año lo que cada una de ellas desecha. A medida que la gente se va concentrando en pueblos y ciudades cada vez más densamente pobladas, ya no hay "escapatoria" posible (Atilio, 2013).

3.3.1 CONTAMINANTE

Un contaminante es cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio (irreversible o no) en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio ambiente, y generalmente, se genera como consecuencia de la actividad humana. Para que exista contaminación, la sustancia contaminante deberá estar en cantidad relativa suficiente como para provocar ese desequilibrio (Bermúdez, 2010).

3.3.2 INVERSIÓN TÉRMICA

El estancamiento del aire y la dilución de los contaminantes en las ciudades han propiciado la creación de ciertos fenómenos, siendo éstos: Inversión térmica, isla de calor urbano, efecto de invernadero y microclima. Cada uno de ellos con características propias, pero que, sin embargo, están relacionados entre sí. Las inversiones térmicas se presentan en cualquier época del año, acentuándose más este fenómeno en invierno; se presenta tanto en el campo como en la ciudad, resultando de esta última un grave problema cuando la duración de la misma acumula peligrosamente los contaminantes, quedando atrapados en las capas inferiores de la atmósfera (Robledo y Tamez, 2003).

3.3.3 CONTAMINACION DEL AIRE

Una de las diferencias más significativas entre la atmósfera de las ciudades y de los espacios urbanizados y la atmósfera rural radica en la composición del aire. El aire de la atmósfera urbana está compuesto, además de la mezcla de gases mencionada anteriormente, por otros gases (principalmente dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono), por productos fotoquímicos (como el ozono) y por partículas y aerosoles (polvo, humos, cenizas, sales, etc.) (Camilloni y Vera, 2011).

La contaminación del aire es una amenaza aguda, acumulativa y crónica para la salud humana y otros aspectos del bienestar humano y el ambiente. Puede provocar o agravar afecciones respiratorias y cardíacas, además de ser especialmente dañina para personas con enfermedades pulmonares o cardíacas crónicas, mujeres embarazadas, ancianos y niños, además de representar un riesgo para los trabajadores expuestos y la población pobre que trabaja en las calles y vive en condiciones precarias (Muñoz *et al.*, 2006).

3.4 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La contaminación atmosférica (CA) es la presencia de contaminantes o las combinaciones de los mismos en la atmósfera, que causa alteraciones tanto en el ambiente como en los seres humanos, animales y plantas (Lang *et al.*, 2006). Desde un punto de vista antropocéntrico la contaminación atmosférica se refiere a los contaminantes que afectan la salud o el bienestar humano (Oyarzún, 2010).

3.4.1 CLASIFICACION DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA

Las fuentes de contaminación atmosférica se clasifican en naturales y antropogénicas. Las naturales siempre han existido mientras las antropogénicas, como su nombre lo indica, son causadas por las actividades humanas (Bravo y Sosa, 2009).

Por origen, natural (erupciones volcánicas, tormentas, incendios naturales, procesos biológicos, radiaciones, etc.) o antropogénico (derivado de actividades humanas); o a partir de su naturaleza, biótica (naturaleza viva) o abiótica (materia o energía), y esta contaminación atmosférica abiótica puede tener un origen físico o químico. En el caso de composición física, la contaminación puede ser térmica, acústica (ruidos y vibraciones) o radiactiva y, cuando sea de tipo químico, la dividiremos en partículas (sólidas o líquidas) o en gases. A su vez, los contaminantes químicos se definen como primarios, si son vertidos directamente a la atmósfera, o como secundarios, si su presencia en la atmósfera es consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y fotoquímicas de los contaminantes primarios (Mendéz, 2007).

3.4.2 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS CRITERIO

Los contaminantes atmosféricos criterio se definen como contaminantes atmosféricos cuyas emisiones pueden dar origen o contribuir a una contaminación atmosférica que razonablemente pueda presumirse peligrosa para la salud o el bienestar públicos, cuya presencia en el aire ambiental provenga de numerosas y diversas fuentes estacionarias y móviles.

3.4.3 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS RIESGOSOS

Los contaminantes atmosféricos riesgosos se definen como contaminantes atmosféricos no criterio y que deben regularse porque dan origen o contribuyen a una polución atmosférica que razonablemente pueda presumirse causante de un aumento de la mortalidad o de un aumento de enfermedades irreversibles graves o incapacitantes reversibles (Anderson, 2011).

3.4.4 CLASES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Los contaminantes atmosféricos se clasifican normalmente en: partículas en suspensión (polvo, nieblas, humos), contaminantes gaseosos (gases y vapores) y olores. A continuación se indican algunos de los contaminantes más frecuentes:

Las partículas en suspensión (SPM, PM-10) incluyen gases de escape de motores diésel, cenizas en suspensión, polvos minerales (carbón, amianto, caliza, cemento), polvos y humos metálicos (zinc, cobre, hierro, plomo), nieblas ácidas (ácido sulfúrico), fluoruros, pigmentos, nieblas de pesticidas, hollín y humos. Las partículas en suspensión, además de sus efectos respiratorios corrosivos, cancerígenos, irritantes y destructores de la vida vegetal, producen también daños materiales (p. ej., acumulación de suciedad), interfieren con la luz del sol (p. ej., formación de nieblas que dificultan la penetración de los rayos solares) y actúan como superficies catalíticas para la reacción de las sustancias químicas adsorbidas.

Los contaminantes gaseosos incluyen compuestos azufrados (p. ej., dióxido de azufre (SO₂) y trióxido de azufre (SO₃), monóxido de carbono, compuestos nitrogenados (p. ej., óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂), amoníaco), compuestos orgánicos (p. ej., hidrocarburos (HC), compuestos orgánicos volátiles (COV), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), aldehídos),

compuestos halogenados y haluros (p. ej., HF y HCl), sulfuro de hidrógeno, bisulfuro de carbono y mercaptanos (olores). Estos compuestos pueden generar contaminantes secundarios a través de reacciones térmicas, químicas o fotoquímicas. Por ejemplo, por la acción del calor, el dióxido de azufre puede oxidarse, convirtiéndose en trióxido, que, disuelto en agua, da lugar a la formación de una niebla de ácido sulfúrico (catalizado por óxidos de manganeso y hierro). Las reacciones fotoquímicas entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos reactivos pueden producir ozono (O₃), formaldehído y nitrato de peroxiacetilo (PAN); asimismo, las reacciones entre formaldehído y el ácido clorhídrico forman el éter bisclorometílico (Spiegel y Maystre, 2012).

3.5 PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

3.5.1. PARTICULAS SUSPENDIDAS

Se trata de una mezcla compleja de partículas sólidas y aerosoles (partículas líquidas) suspendidas en el aire. Las vemos como polvo, humo y niebla y llevan algunos o todos los demás contaminantes disueltos o adheridos a su superficie. Estas partículas deterioran muchas funciones respiratorias, especialmente las partículas PM₁₀, basada en la información de que las partículas de materia de menos de 10 micrómetros de diámetro causan los mayores efectos nocivos en la salud puesto que suelen ser inhaladas (Bellio, 2012).

3.5.2 AEROSOLES

Contribuyen a la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera e incrementan el efecto invernadero. Se utilizan en los sistemas de refrigeración y de climatización por su fuerte poder conductor, se liberan a la atmósfera en el momento de la destrucción de los aparatos viejos y como propelente en los aerosoles, una parte se libera en cada utilización. Los aerosoles utilizan otros gases sustitutos, como el CO₂ (García, 2010).

3.5.3 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV)

Los COV son un grupo variado de compuestos presentes en la atmósfera que incluyen un amplio espectro de hidrocarburos como alcanos, alquenos, hidrocarburos aromáticos, cetonas, alcoholes, ésteres y algunos compuestos clorados. El benceno (C_6H_6) es un COV aromático que ha recibido mucha atención debido a su carcinogenicidad. El tolueno ($C_6H_5CH_3$) es un COV que actúa como importante precursor del ozono. En algunas ocasiones el metano (CH_4) se mide de forma independiente al resto de los COV y entonces se habla de los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) (Bonjoch, 2010).

3.5.4 DIOXIDO DE NITROGENO

El nitrógeno es un gas sin olor, color ni sabor, que constituye el 78% del aire. Aunque en condiciones normales no es perjudicial para la salud, se puede combinar con oxígeno para formar diversos óxidos de nitrógeno. La importancia biológica del óxido nítrico (NO) y del dióxido de nitrógeno (NO_2) es la mejor estudiada; ambos se consideran contaminantes ambientales, y son los más abundantes óxidos de nitrógeno producidos por el hombre en áreas urbanas. Tanto el NO como el NO_2 , se producen de forma natural en cantidades muy superiores a las generadas por la actividad humana, pero al estar distribuidos sobre toda la superficie terrestre, las concentraciones atmosféricas resultantes son muy pequeñas (Gandarillas *et al.*, 1999).

3.5.5 DIOXIDO DE AZUFRE

Es un gas inodoro cuando se halla en bajas concentraciones, pero en alta concentración, despiden un olor muy fuerte. Se produce por la combustión de carbón y en ciertos procesos industriales como la fabricación de papel y la fundición de metales. Está muy relacionado con un ácido fuerte, el ácido sulfúrico. Puede causar daños en la vegetación y en los metales, y ocasionar

trastornos pulmonares permanentes y problemas respiratorios. Irrita los ojos, la nariz y la garganta, y agrava los síntomas del asma y la bronquitis. La exposición prolongada al bióxido de azufre reduce el funcionamiento pulmonar y causa enfermedades respiratorias (Suarez *et al.*, 2012).

3.5.6 PLOMO

El plomo es un metal pesado, de baja temperatura de fusión, de color gris azulado que ocurre naturalmente en la corteza terrestre. Sin embargo, raramente se encuentra en la naturaleza en la forma de metal. Generalmente se encuentra combinado con otros dos o más elementos formando compuestos de plomo. El plomo se encuentra en el ambiente en forma natural. Sin embargo, la mayoría de los niveles altos que se encuentran en el ambiente se originan de actividades humanas. Los niveles ambientales de plomo han aumentado más de mil veces durante los tres últimos siglos como consecuencia de la actividad humana. El mayor incremento ocurrió entre los años 1950 y 2000 y reflejó el aumento del uso de gasolina con plomo en todo el mundo. El plomo puede entrar al ambiente a través de liberaciones desde minas de plomo y otros metales, y desde fábricas que manufacturan o usan plomo, aleaciones de plomo o compuestos de plomo. El plomo es liberado al aire cuando se quema carbón, petróleo o desechos (Figuroa, 2011).

3.5.7 EL OZONO

El ozono gaseoso es incoloro con un tono ligeramente azulado y tiene un característico olor acre que puede resultar irritante. Si se le enfría a $-112\text{ }^{\circ}\text{C}$ se convierte en un líquido azulado, capaz de solidificar a $-193\text{ }^{\circ}\text{C}$ en una sustancia de color azul-violáceo oscuro, casi negro. En la naturaleza se le suele encontrar como resultado de las descargas eléctricas producidas en las tormentas y en las capas altas de la atmósfera, particularmente en la troposfera, como consecuencia de la acción de los rayos ultravioleta sobre las moléculas de dióxígeno. El ozono es una sustancia bastante inestable y altamente oxidante,

usada como blanqueador y desinfectante, utilizándose cada vez con mayor frecuencia en los procesos de esterilización y potabilización del agua y como bactericida en la industria alimentaria. En la atmósfera terrestre suele concentrarse en la estratosfera formando una capa protectora denominada ozonosfera (ozono estratosférico) y nos protege de las radiaciones ionizantes de corta longitud de onda. pero también se puede concentrar en las capas bajas de la atmósfera (ozono troposférico) donde se ha convertido en uno de los contaminantes más habituales de las zonas urbanas, con efectos claramente perjudiciales para la salud (Hoesein *et al.*, 2011).

3.5.8 MONOXIDO DE CARBONO

Es un gas sin color, olor ni sabor, considerado como venenoso. La molécula de Monóxido de carbono está formado por un átomo de carbono y uno de oxígeno (CO), a diferencia del bióxido de carbono que son dos de oxígeno y uno de carbono.

El monóxido de carbono es un gas inflamable, es un poco menos denso que el aire (el aire tiene una densidad relativa de 1 y el monóxido de 0.97), por lo que se mezclan fácilmente y penetra techos y paredes (Cervantes, 2011).

Es muy estable y tiene una vida media en la atmósfera de 2 a 4 meses. Las emisiones globales del monóxido de carbono son grandes (350 millones de toneladas/año en 1968) de las que aproximadamente 20 por ciento es obra del hombre. Tal concentración resultaría en un aumento de cerca de 0.03 ppm/año en la concentración ambiental (Ruíz *et al.*, 2000).

3.6 FORMACIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO

El CO se genera por la combustión incompleta de cualquier hidrocarburo en forma de gas (metano, propano, butano, etc.), líquido (gasolina, queroseno, etc.) o sólido (leña, carbón, etc.), en estufas, calentadores, braseros, chimeneas en el interior de locales mal ventilados, incendios y motores de explosión. La

mayoría de las intoxicaciones por CO en Cataluña son causadas por aparatos domésticos (calentadores, fogones, braseros); el resto lo son por accidentes laborales, intentos de suicidios e incendios (Oliu y Inoriza, 2011)

3.6.1 CONSECUENCIAS EN EL AMBIENTE Y EN LA SALUD

La concentración de CO en el aire, representa aproximadamente el 75% de los contaminantes emitidos a la atmósfera; sin embargo, es una molécula estable que no afecta directamente a la vegetación o los materiales. Su importancia radica en los daños que puede causar a la salud humana al permanecer expuestos por períodos prolongados a concentraciones elevadas de éste contaminante.

El CO tiene la capacidad de unirse fuertemente a la hemoglobina, la proteína de los glóbulos rojos que contiene hierro y la cual se encarga de transportar el oxígeno a las células y tejidos a través de la sangre. Al combinarse el CO con la hemoglobina, forma COHb, lo cual indica una reducción significativa en la oxigenación del organismo (hipoxia), debido a que el CO tiene una afinidad de combinación 200 veces mayor que el oxígeno.

La hipoxia causada por CO puede afectar el funcionamiento del corazón, cerebro, plaquetas y endotelio de los vasos sanguíneos. Su peligro es mayor en aquellas personas que padecen enfermedades cardiovasculares, angina de pecho o enfermedad vascular periférica (Ruiz, 2011).

3.6.2 MECANISMOS DE TOXICIDAD Y EFECTOS

El principal mecanismo de acción subyacente a la inducción de efectos tóxicos de la exposición al Monóxido de Carbono de bajo nivel es la unión de Monóxido de Carbono a la hemoglobina produciendo carboxihemoglobina y generando la disminución de la capacidad de transportar oxígeno en la sangre. Los mecanismos precisos por los que los efectos tóxicos son inducidos a través de la formación de carboxihemoglobina no se comprenden totalmente, pero

probablemente incluyen la inducción de un estado de hipoxia en muchos tejidos de diversos órganos y sistemas. Mecanismos alternativos o secundarios de la toxicidad inducida por el Monóxido de Carbono (además de carboxihemoglobina) han sido una hipótesis pero no se ha logrado demostrar cómo actúan frente a niveles relativamente bajos de exposición del Monóxido de Carbono (cerca de la ambiental). El Monóxido de Carbono reacciona en la corriente de la sangre con la hemoglobina para formar carboxihemoglobina, una combinación capaz de desplazar la molécula de oxígeno presente en la sangre. Se ha demostrado que una exposición al aire durante 20-30 min con un contenido de 0.4% de Monóxido de Carbono genera la conversión del 70% de la hemoglobina sanguínea hacia la carboxihemoglobina.

El Monóxido de Carbono se une fuertemente a la forma reducida del hierro en la hemoglobina, lo que reduce el suministro de oxígeno a los tejidos. Con este fenómeno evidenciado durante muchos años se ha pensado que es el único mecanismo de toxicidad del Monóxido de Carbono, debido a que no hay evidencia que sugiera que el Monóxido de Carbono también se une al citocromo A3 (Bejarano y Prieto, 2014).

3.7 MONITOREO DE LA EXPOSICIÓN A MONÓXIDO DE CARBONO

El monitoreo de la exposición a monóxido de carbono, se puede realizar a través de la determinación de biomarcadores y medición de concentraciones ambientales. El término biomarcador es usado para incluir casi cualquier medida que refleje una interacción entre un sistema biológico y un riesgo potencial. Los biomarcadores también han sido definidos como cambios inducidos por un contaminante en los componentes bioquímicos o fisiológicos que pueden ser medidos en un sistema biológico (Téllez *et al.*, 2006).

IV MATERIALES Y METODOS

4.1 LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL

Este trabajo de investigación se basó en los datos de las estación de monitoreo con que cuenta la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, del estado de Durango. Las cuales se ubican en los siguientes sitios: Escuela de Ing. civil de la UJED, otra ubicada en la Colonia El Campestre de Gómez Palacio ,Dgo. y una más ubicada en las oficinas de SAGARPA, en Cd. Lerdo, Dgo., los datos corresponden al mes de marzo del año 2014 y al mismo mes de marzo del 2015, de las estaciones de monitoreo ambiental de la Secretaria.

La Comarca Lagunera se localiza a 24° 22' de latitud norte y 102° 22' de longitud oeste, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. Geográficamente la región lagunera está formada por una enorme planicie semidesértica de clima caluroso y con un alto grado de aridez. Esta enorme y comarcana planicie, con grandes llanuras resacas, bolsones y valles muy extensos, cuenta con pocas prominencias orográficas, pero que tienen mucha importancia no obstante que son sierras y cerros de mediana elevación.

El clima es árido con lluvias deficientes en todas las estaciones. La temperatura promedio fluctúa entre los 28 y 40 grados centígrados, pero puede alcanzar hasta 48°C (2008) en verano y -8°C (1997) en invierno. La región se encuentra localizada dentro de la zona subtropical de alta presión. Esta posición de su latitud y situación altitudinal intervienen en el comportamiento climático de la zona (Elvira y Limón, 2010).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el incremento en las concentraciones del monóxido de carbono en la atmosfera de La Comarca Lagunera, comparando las concentraciones de este contaminante entre los meses de marzo del año 2014 y del mismo mes del año 2015. Los datos fueron, como se ha mencionado con anterioridad, de las estaciones de monitoreo de ubicadas 2 (dos) en Cd. Lerdo, y una más en la Cd. de Gómez Palacio, ambas

en el estado de Durango y se compararon con los datos obtenidos del mes en referencia de los años 2014 de del año 2015.

La metodología aplicada fue la denominada metodología cuantitativa no experimental, con una confiabilidad aproximada del 90%, lo anterior aplicando el método estadístico obteniendo la media, la mediana, la moda y la varianza, se realizaron graficas con los datos obtenidos (Hirsch, 2002).

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 RESULTADOS

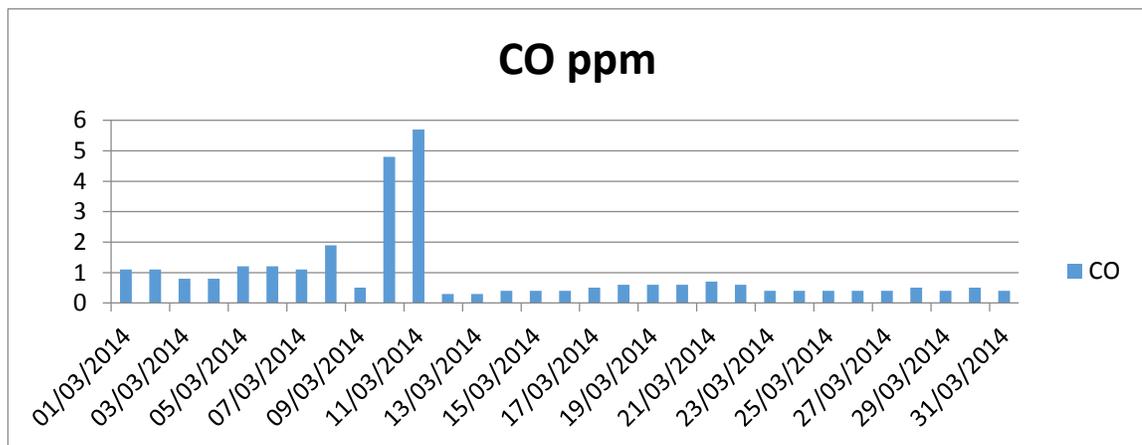
De acuerdo a los datos obtenidos de las estaciones de monitoreo de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y aplicando los datos estadísticos, descrito anteriormente, se obtuvieron los siguientes resultados para el contaminante monóxido de carbono.

FECHA	CO (ppm)
01/03/2014	1.1
02/03/2014	1.1
03/03/2014	0.8
04/03/2014	0.8
05/03/2014	1.2
06/03/2014	1.2
07/03/2014	1.1
08/03/2014	1.9
09/03/2014	0.5
10/03/2014	4.8
11/03/2014	5.7
12/03/2014	0.3
13/03/2014	0.3
14/03/2014	0.4
15/03/2014	0.4
16/03/2014	0.4
17/03/2014	0.5
18/03/2014	0.6
19/03/2014	0.6
20/03/2014	0.6
21/03/2014	0.7
22/03/2014	0.6
23/03/2014	0.4
24/03/2014	0.4
25/03/2014	0.4
26/03/2014	0.4
27/03/2014	0.4
28/03/2014	0.5
29/03/2014	0.4
30/03/2014	0.5
31/03/2014	0.4

Tabla.1 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en las instalaciones de SAGARPA de Cd Lerdo, Durango del mes de marzo del 2014.

Resultados de la media, moda, mediana y varianza:

MEDIANA	0.5 ppm
MODA	0.4 ppm
VARIANZA	4.52051613 ppm
MEDIA	0.948387097 ppm



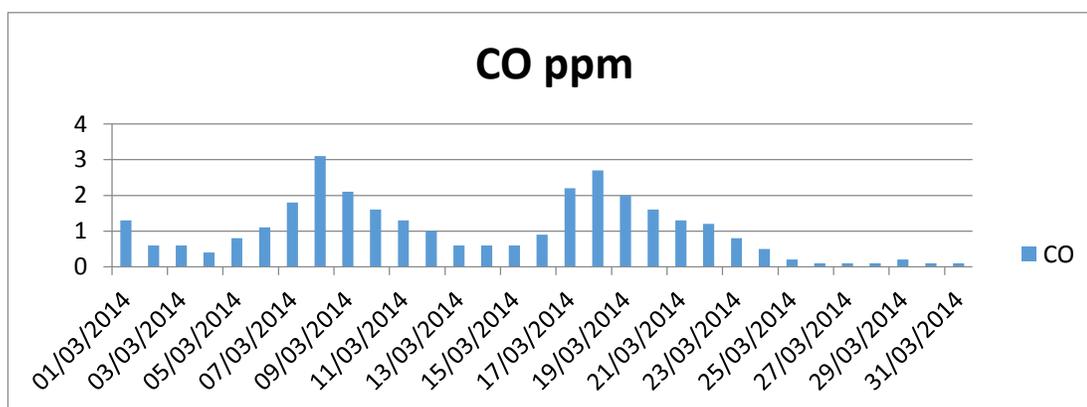
Graficas de concentración de monóxido de carbono (CO) en el mes de marzo del 2014, correspondiente a la estación ubicada en SAGARPA, en Cd Lerdo, Durango.

FECHA	CO ppm
01/03/2014	1.3
02/03/2014	0.6
03/03/2014	0.6
04/03/2014	0.4
05/03/2014	0.8
06/03/2014	1.1
07/03/2014	1.8
08/03/2014	3.1
09/03/2014	2.1
10/03/2014	1.6
11/03/2014	1.3
12/03/2014	1
13/03/2014	0.6
14/03/2014	0.6
15/03/2014	0.6
16/03/2014	0.9
17/03/2014	2.2
18/03/2014	2.7
19/03/2014	2
20/03/2014	1.6
21/03/2014	1.3
22/03/2014	1.2
23/03/2014	0.8
24/03/2014	0.5
25/03/2014	0.2
26/03/2014	0.1
27/03/2014	0.1
28/03/2014	0.1
29/03/2014	0.2
30/03/2014	0.1
31/03/2014	0.1

Tabla.2 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en la Colonia Campestre, Gómez Palacio, Durango del mes de marzo del 2014.

Resultados de la media, moda, mediana y varianza:

MEDIANA	0.8 ppm
MODA	0.6 ppm
VARIANZA	0.64827957 ppm
MEDIA	1.01935484 ppm



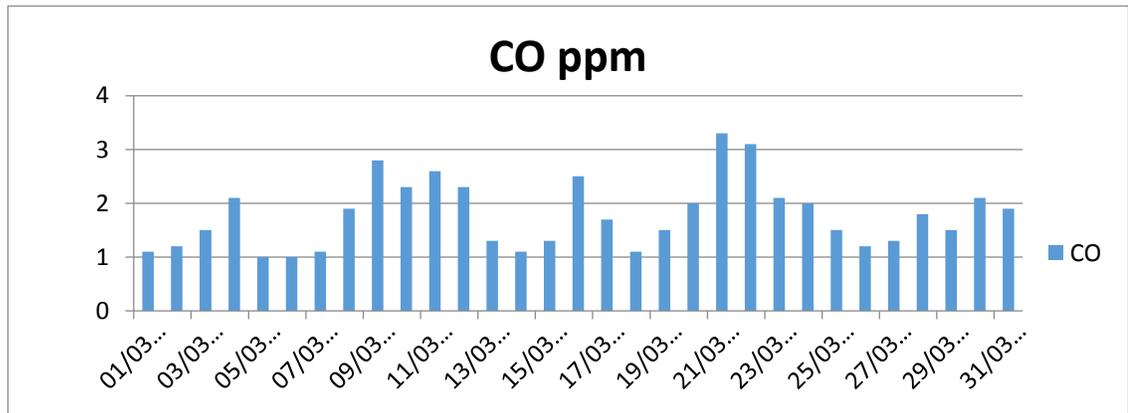
Graficas de concentración de monóxido de carbono en el mes de marzo del 2014, correspondiente a la estación ubicada en la Colonia Campestre de Gómez Palacio, Durango.

FECHA	CO ppm
01/03/2014	1.1
02/03/2014	1.2
03/03/2014	1.5
04/03/2014	2.1
05/03/2014	1
06/03/2014	1
07/03/2014	1.1
08/03/2014	1.9
09/03/2014	2.8
10/03/2014	2.3
11/03/2014	2.6
12/03/2014	2.3
13/03/2014	1.3
14/03/2014	1.1
15/03/2014	1.3
16/03/2014	2.5
17/03/2014	1.7
18/03/2014	1.1
19/03/2014	1.5
20/03/2014	2
21/03/2014	3.3
22/03/2014	3.1
23/03/2014	2.1
24/03/2014	2
25/03/2014	1.5
26/03/2014	1.2
27/03/2014	1.3
28/03/2014	1.8
29/03/2014	1.5
30/03/2014	2.1
31/03/2014	1.9

Tabla.3 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en las Instalaciones de la UJED, en Cd Lerdo, Durango del mes de marzo del 2014.

Resultados de la media, moda, mediana y varianza:

MEDIANA	1.7 ppm
MODA	1.1 ppm
VARIANZA	0.40027957 ppm
MEDIA	1.80333333 ppm



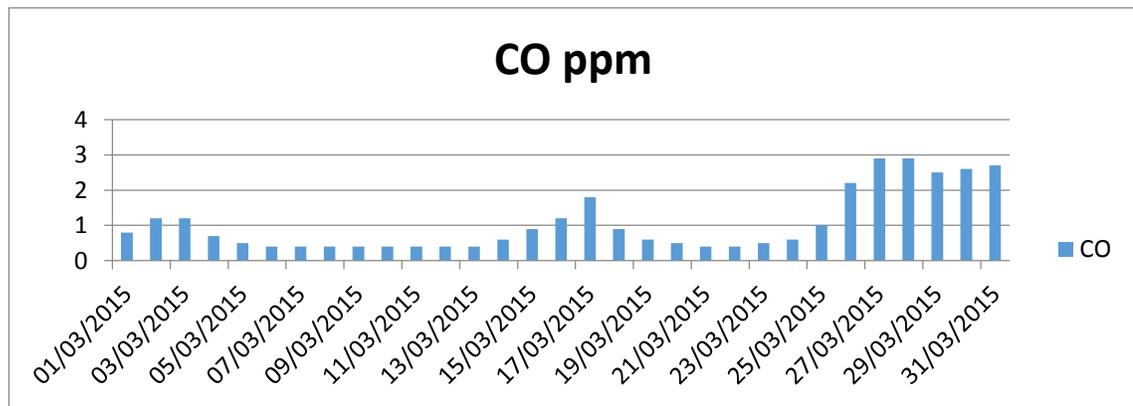
Graficas de concentración de monóxido de carbono (CO) en el mes de marzo del 2014, correspondiente a la estación ubicada en el edificio de la UJED, de Cd Lerdo, Durango.

FECHA	CO ppm
01/03/2015	0.8
02/03/2015	1.2
03/03/2015	1.2
04/03/2015	0.7
05/03/2015	0.5
06/03/2015	0.4
07/03/2015	0.4
08/03/2015	0.4
09/03/2015	0.4
10/03/2015	0.4
11/03/2015	0.4
12/03/2015	0.4
13/03/2015	0.4
14/03/2015	0.6
15/03/2015	0.9
16/03/2015	1.2
17/03/2015	1.8
18/03/2015	0.9
19/03/2015	0.6
20/03/2015	0.5
21/03/2015	0.4
22/03/2015	0.4
23/03/2015	0.5
24/03/2015	0.6
25/03/2015	1
26/03/2015	2.2
27/03/2015	2.9
28/03/2015	2.9
29/03/2015	2.5
30/03/2015	2.6
31/03/2015	2.7

Tabla.4 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en las instalaciones de SAGARPA de Cd Lerdo, Durango del mes de marzo del 2015.

Resultados de la media, moda, mediana y varianza:

MEDIANA	0.6 ppm
MODA	0.4 ppm
VARIANZA	0.7331828 ppm
MEDIA	1.05806452 ppm



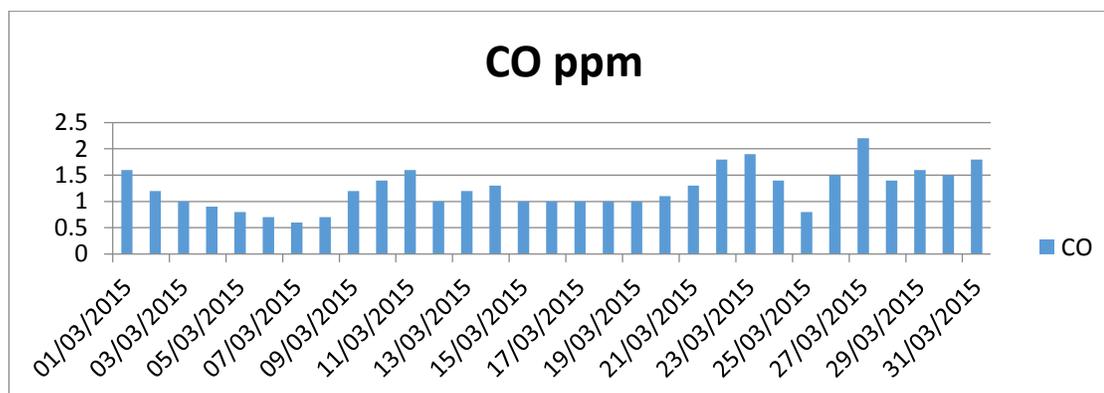
Graficas de concentración de monóxido de carbono en el mes de marzo del 2015, correspondiente a la estación ubicada en el edificio de SAGARPA de Cd. Lerdo, Durango.

FECHA	CO ppm
01/03/2015	1.6
02/03/2015	1.2
03/03/2015	1
04/03/2015	0.9
05/03/2015	0.8
06/03/2015	0.7
07/03/2015	0.6
08/03/2015	0.7
09/03/2015	1.2
10/03/2015	1.4
11/03/2015	1.6
12/03/2015	1
13/03/2015	1.2
14/03/2015	1.3
15/03/2015	1
16/03/2015	1
17/03/2015	1
18/03/2015	1
19/03/2015	1
20/03/2015	1.1
21/03/2015	1.3
22/03/2015	1.8
23/03/2015	1.9
24/03/2015	1.4
25/03/2015	0.8
26/03/2015	1.5
27/03/2015	2.2
28/03/2015	1.4
29/03/2015	1.6
30/03/2015	1.5
31/03/2015	1.8

Tabla.5 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en la Colonia Campestre, Gómez Palacio, Durango del mes de marzo del 2015.

Resultados de la media, moda, mediana y varianza:

MEDIANA	1.2 ppm
MODA	1 ppm
VARIANZA	0.15051613 ppm
MEDIA	1.24193548 ppm



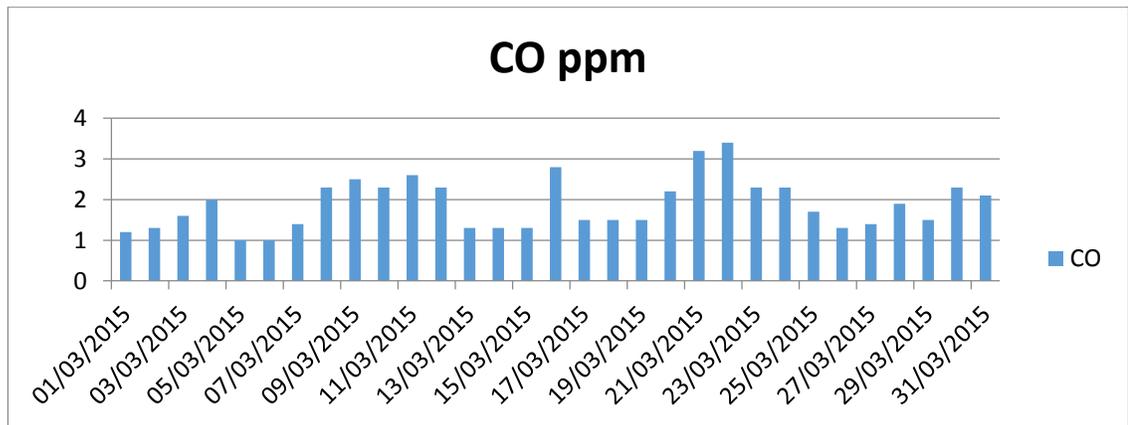
Graficas de concentración de monóxido de carbono en el mes de marzo del 2015, correspondiente a la estación ubicada en la Colonia el Campestre de Gómez Palacio, Durango.

FECHA	CO ppm
01/03/2015	1.2
02/03/2015	1.3
03/03/2015	1.6
04/03/2015	2
05/03/2015	1
06/03/2015	1
07/03/2015	1.4
08/03/2015	2.3
09/03/2015	2.5
10/03/2015	2.3
11/03/2015	2.6
12/03/2015	2.3
13/03/2015	1.3
14/03/2015	1.3
15/03/2015	1.3
16/03/2015	2.8
17/03/2015	1.5
18/03/2015	1.5
19/03/2015	1.5
20/03/2015	2.2
21/03/2015	3.2
22/03/2015	3.4
23/03/2015	2.3
24/03/2015	2.3
25/03/2015	1.7
26/03/2015	1.3
27/03/2015	1.4
28/03/2015	1.9
29/03/2015	1.5
30/03/2015	2.3
31/03/2015	2.1

Tabla.6 Datos del contaminante monóxido de carbono (CO) obtenidos en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en las Instalaciones de la UJED, en Cd Lerdo, Durango del mes de marzo del 2015.

Resultados de la media, moda, mediana y varianza:

MEDIANA	1.7 ppm
MODA	2.3 ppm
VARIANZA	0.3956129 ppm
MEDIA	1.88064516 ppm



Graficas de concentración de monóxido de carbono en el mes de marzo del 2015, correspondiente a la estación ubicada en el edificio de la UJED de Cd. Lerdo, Durango.

RESULTADOS

Comparación de la media del monóxido de carbono (CO) de las tres estaciones de monitoreo del mes de marzo del 2014 y marzo del 2015.

MONOXIDO DE CARBONO (CO) ppm			
MEDIA	2014	2015	NOM-021-SSA1-1993
SAGARPA	0.948387097 ppm	1.0586452 ppm	11.0 ppm
CAMPESTRE	1.01935484 ppm	1.24193548 ppm	11.0 ppm
UJED	1.80333333 ppm	1.88064516 ppm	11.0 ppm

5.2 DISCUSIÓN

El programa de monitoreo atmosférico en el estado de Durango se inició en 2003. Su red de monitoreo atmosférico cuenta con dos estaciones automáticas y dos manuales, ubicadas en Gómez Palacio y Lerdo. Mediante las estaciones automáticas se puede vigilar de manera continua el comportamiento de contaminantes criterio (PM10, PM2.5, O3, CO, SO2 y NO2). La administración y operación de la red corre a cargo del gobierno estatal.

La comarca lagunera es una de las regiones más importantes del norte de México. En lo referente a la zona conurbada propiamente dicha, esta comparte problemáticas comunes con el resto de las zonas metropolitanas del país que afectan los recursos naturales, por ejemplo, expansión de los asentamientos humanos; alto consumo de energéticos para satisfacer la demanda de servicios; incremento de flota vehicular con el consecuente aumento en los tiempos de traslado, problemas de movilidad urbana y emisiones contaminantes que hace aumentar la concentración de monóxido de carbono en la región. De manera particular, en la zona conurbada hay presencia de industria de alto impacto en la calidad del aire como son plantas de generación de energía eléctrica, industria metalúrgica, e industria del cemento y cal, las cuales contribuyen de manera importante en la emisión de los óxidos de azufre y

partículas suspendidas. Así mismo se realizan actividades en la explotación de bancos de materiales, marmoleras, pedreras y ladrilleras. En cuanto al sector transporte, los vehículos registrados en los municipios de Gómez palacio y Cd. Lerdo no están sujetos a la evaluación de sus emisiones por un programa de verificación vehicular obligatorio. La comarca lagunera es una de las regiones más importantes del norte de México. En lo referente a la zona conurbada propiamente dicha, esta comparte problemáticas comunes con el resto de las zonas metropolitanas del país que afectan los recursos naturales, por ejemplo, expansión de los asentamientos humanos; alto consumo de energéticos para satisfacer la demanda de servicios; incremento de flota vehicular con el consecuente aumento en los tiempos de traslado, problemas de movilidad urbana y emisiones contaminantes que hace aumentar la concentración de monóxido de carbono en la región. De manera particular, en la zona conurbada hay presencia de industria de alto impacto en la calidad del aire como son plantas de generación de energía eléctrica, industria metalúrgica, e industria del cemento y cal, las cuales contribuyen de manera importante en la emisión de los óxidos de azufre y partículas suspendidas. Así mismo se realizan actividades en la explotación de bancos de materiales, marmoleras, pedreras y ladrilleras. En cuanto al sector transporte, los vehículos registrados en los municipios de Gómez palacio y Cd. Lerdo no están sujetos a la evaluación de sus emisiones por un programa de verificación vehicular obligatorio (Velasco, 2012). De acuerdo con lo mencionado estoy en total acuerdo ya que mis resultados arrojados de concentración de monóxido en todas las casetas aumentaron la concentración del año 2014 al 2015 esto debido al crecimiento poblacional de la región y con eso aumenta el número de vehículos y con ello un aumento de carbono liberado a la atmosfera de La Comarca Lagunera de Durango.

1. Dióxido de azufre (SO₂)
2. Dióxido de nitrógeno (NO₂)
3. Material Particulado (PM)
4. Monóxido de carbono (CO)
5. Ozono (O₃)

Para cada contaminante criterio se han desarrollado guías y normas. Las guías son recomendaciones que establecen los niveles de exposición a contaminantes atmosféricos, a fin de reducir los riesgos o proteger de los efectos nocivos. Las normas establecen las concentraciones máximas de los contaminantes atmosféricos que se permiten durante un período definido, estos valores límite son diseñados con un margen de protección ante los riesgos y tienen la finalidad de proteger la salud humana y el medioambiente. como nos menciona el monóxido de carbono se encuentra dentro de los llamados contaminantes criterios que son de los contaminantes más comunes en todos los países y en la comarca lagunera de Durango no es la excepción ya que con los resultados obtenidos si se observa un incremento aumento todos los contaminantes que se han clasificado como criterios y al monóxido de carbono que fue el contaminante que estudie si va en aumento y de acuerdo con la NOM-021-SSA1-1993 dicho contaminante en la región aún se encuentra dentro de los límites máximos permisibles pero cada vez aumenta su concentración.

VI CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIÓN

La NOM-021-SSA1-1993 la cual establece criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. De este contaminante establece un límite máximo de 11.0 ppm en promedio móvil de 8 horas. Durante el periodo de análisis, este contaminante se mantuvo por debajo del criterio normado en todas las estaciones, de acuerdo a los datos arrojados hubo un aumento de la concentración de monóxido de carbono del mes de marzo del 2014 con el mismo mes del 2015 esto nos indica que mientras pasa los años en la comarca lagunera de Durango ha aumentado la concentración, debido principalmente al incremento de automóviles que circulan en la región y muy probablemente al incremento también de la industria instalada en la región, con ello se incrementa la liberación de carbono a la atmosfera, que aún están en los límites máximos permisibles de la NOM-021-SSA1-1993, pero mientras pasan los años se han ido incrementado el monóxido de carbono en la Comarca Lagunera de Durango.

6.2. RECOMENDACIONES

-Impulsar el compromiso y participación de los tres órdenes de gobierno para la implementación de las medidas y acciones faltantes.

- Consolidar el financiamiento que permita la ejecución de las acciones pendientes de iniciar.

-Difundir la información relativa a la calidad del aire de la Región Comarca Lagunera

-Reforzar las estrategias y medidas enfocadas a la reducción de las emisiones de partículas PM10, PM2.5, CO, NOX y COV.

- Revisar, y en su caso adecuar el entorno de las estaciones de monitoreo, por, ejemplo, a un costado de la estación NUGP se encuentra un campo de futbol de terracería, situación influye en las mediciones.

-Impulsar los programas de fortalecimiento en la capacitación y sensibilización de los temas de calidad del aire a autoridades locales, que permitan priorizar el tema en la agenda gubernamental.

-Intensificar los esfuerzos en la instrumentación de las siguientes acciones con el fin de alcanzar los objetivos y mejorar el desempeño en la instrumentación del ProAire:

-Implementar la verificación vehicular en los municipios del estado de Durango.

-Implementar un programa de vigilancia epidemiológica, enfocado a evaluar los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población de la Comarca Lagunera

-Realizar proyectos de investigación sobre los efectos en la salud ocasionados por la contaminación atmosférica

- Elaborar, publicar e implementar un Programa de Contingencias Atmosféricas.
- Elaborar un plan de comunicación de la calidad del aire a la población.
- Desarrollar e implementar una estrategia de difusión y comunicación del ProAire Comarca Lagunera.
- Desarrollar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico

BIBLIOGRAFIA

- Albert, L. 2011. "Contaminación ambiental. Origen, clases, fuentes y efectos."
Comision nacional del medio ambiente: 38.
- Amaya, R., A. 2008. "Aspectos clinicos de intoxicacion cronica por monoxido de carbono (CO) en trabajadores del terminal de tabajadores de ciudad Bolivar." Universidad de Oriente 6.
- Anderson, E. 2011. "Control de la contaminacion atmosférica en EE.UU."
Environmental protection agency: 3-4.
- Antonio, A., D., F. Joaquin, E. y M. Eliecer, C. 2000. "Monitoring of Air Pollutats in Rosario cyty " Universidad tecnologica nacional 2.
- Atilio, D. I. o., E. 2013. "Contaminacion." Editorial cientifica Universitaria: 3.
- Ballester, D., F., T. Maria, J. y H. Perez, S. 1999. "The impact of air pollution on human health " Rev Esp salud publica: 109.
- Bejarano, G., M, Y. y B. Prieto, F. 2014. "Estudio de la intoxicación por monóxido de carbono y otros gases en colombia notificados al sivigila en los años 2010 y 2011." Universidad de ciencias aplicadas y ambientales: 30.
- Bellio, G. 2012. "Protección del aire." XIV congreso argentino de seguridad: 12.
- Bermúdez, M. 2010. "Contaminacion y turismo sostenible." SETD SA: 5.
- Bonjoch, S., J. 2010. "Estado de la cuentión: contaminación, atmosfera y salud."
Munich health: 15.
- Bravo, H. y R. Sosa 2009. "Fuentes de contaminacion atmosferica e inventarios de emisiones." Academic Pres: 9-10.
- Camilloni, I. y C. Vera 2011. "Compocisión y estructura vertical de la atmosfera."
Earth sciences and Image analysis laloratory: 6.
- Campos, G., I., Ed. (2003). Saneamiento Ambiental. Universidad Estatal a distancia, San Jose, Costa Rica.
- Cepeda, P., W, E. 2000. "Atmosfera terrestre." Universidad nacional de colombia: 2.
- Cervantes, R., E. 2011. "Monoxido de carbono " Observatorio ambiental: 4-5.
- De jaen, V. 2014. "Compocision y estructura." Ciencias de la tierra 3.

- De la Torre, E., M. y C. Molina, J. 2000. "Intoxicaciones por Monóxido de carbono." *Environmental emergencies.*: 33-34.
- Díaz, V., R. 2009. "Contaminación del aire." *Universidad nacional autónoma de México*: 18.
- Elvira, Q., J. y A. Limón, M. 2010. "Descripción del medio físico y delimitación de la zona de estudio." *Programa para mejorar la calidad del aire en la región de la Comarca Lagunera*: 13-14.
- Figuería, C., J. M. 2011. "Evaluación de la concentración de los residuos de plomo presentes en el maíz, maicillo, frijol y caña de azúcar, cultivadas y comercializadas en sitio del niño, San Juan Opico, La Libertad." *Universidad Dr José Matías Delgado*: 7-8.
- Gandarillas, A., R. Fernández, J. Serrano y E. Aránguez 1999. "Air pollutants and the monitoring thereof." *Rev Esp salud pública*: 126.
- García, C., M. 2010. "La contaminación atmosférica." *Universidad nacional de Colombia*: 3.
- Herrero, S. y J. Fernández 2012. "Gases de la atmósfera: Nitrógeno (N₂), Oxígeno (O₂), Argón (Ar) y Dióxido de carbono (CO₂)." *Universidad Complutense de Madrid*: 2.
- Hirsch, M. 2002. "Statistical methods in water resources." *SETD SA Science for a changing world*: 20.
- Hoesein, M., F. A., P. Zanen, V. Ginneken, B. y V. Klaveren, R. 2011. "Association of the transfer coefficient of the lung for carbon monoxide with emphysema progression in male smokers." *European respiratory journal* 1012.
- Ibañez, T. y F. Moya 2009. "La atmósfera." *Ciencias de la naturaleza*: 9-10.
- Jaimes, D. P., M. y E. Hernández, L. 2000. "Determinación de niveles sanguíneos de carboxihemoglobina como función de la exposición al monóxido de carbono en la ciudad de Bogotá." *Revista colombiana de ciencias químicas-farmacéuticas*: 21.
- Lang, B., M. Fernández, M. Luján y R. Gallegos 2006. "Contaminación atmosférica por la fabricación de ladrillos y sus posibles efectos sobre la

- salud de los niños de zonas aledañas." Departamento de ciencias exactas de ingeniería de la universidad católica Boliviana: 7.
- Manuel, A., G. 2010. "Air pollution an its effects on health." Rev chil enf Respir: 18.
- Martinez, I. 2015. "Termodinámica de la atmósfera." United nations framework convention on climate change: 12.
- Mendéz, D. v., G, E. 2007. "Atmosfera " Colegio oficial de fisicos: 95.
- Molina, P., J, M. 2010. "El impacto de las actividades humanas en la atmosfera "Colegio Nacional: 14.
- Moore, C. 2006. "Contaminacion del aire." International center for journalists: 3-4.
- Muñoz, M., C. Quiroz y J. paz, J. 2006. "Air pollution and health effects in adults who work at different leves of exposure." Universidad de antoquia: 23.
- Necco, G. 2010. "Introduccion a la atmosfera." Meteorologia: 43.
- Oliu, G. y J. Inoriza 2011. "Intoxicacion por monoxido de carbono,daño celular y síndrome neurológico tardío." Instituto nacional de ecologia: 22.
- Ortega, M., I. 2009. "Espectroscopia FTIR de absorción solar y lunar para la determinación en columna de CO en la capa de mezcla de la ciudad de México." Universidad nacional autónoma de México: 16-17.
- Oyarzún, M. 2010. "Air pollution an its effects on health." Rev chil enf Respir: 17.
- Robledo, P. y C. Tamez 2003. "Aire." PNUMA: 10.
- Rojas, M., A. Dueñas y L. Sidorovas 2001. "Evaluacion de la expocision del monoxido de carbono." revista panam salud publica: 240.
- Ruiz, A., M, A. 2011. "Determinación de niveles de contaminación por monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala." Facultad de ciencias y farmacia: 10-11.
- Ruíz, C., J, A., V. Masméla, N, E. y M. Ramírez, C, A. 2000. "Instrument for measuring carbon monoxide for residential use." Vision electronica: 3-4.
- Ryan, R. y L. Larraguibel 1996. " Contaminacion del aire en santiago: estado actual y soluciones." Revistas perspectivas en politica, economia y gestion. 4: 2.

- Serrano, R., M, L. 2006. "Diseño de la red de evaluación y seguimiento de la calidad del aire para la ciudad de Neima." Universidad de la salle: 8-9.
- Spiegel, J. y L. Maystre 2012. "Contaminacion atmosferica: modelos de dispersion de contaminantes atmosfericos." Control de la contaminacion ambiental: 33-34.
- Suarez, P., A, E., S. Yepes, J, J. y P. Luengas, E, C. 2012. "Structuring an environmental improvement plan air quality in the municipality of Zipaquirá (cundinamarca)." Universidad militar nueva granada: 8.
- Téllez, J., A. Rodríguez y A. Fajardo 2006. "Carbon monoxide contamination: an environmental health problem." Revista de salud publica: 114.
- Tobon, O., D., G. Sánchez, A, F. y L. Cárdenas, M, V. 2006. "Regulacion ambiental sobre la contaminacion vehicular en Colombia:¿hacia donde vamos?" Universidad de antioquia: 5.
- Velasco, O., O. 2012. "Programa para mejorar la calidad de aire en la comarca lagunera." SEMARNAT: 9.
- Villa Nueva, G., J, C. 2007. "El destino de los municipios ante el cambio climatico." PROPAEG: 17.