

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



DEPARTAMENTO

BIOLOGÍA

Determinar el incremento en la atmosfera del contaminante denominado dióxido de nitrógeno proveniente de fuentes fijas y móviles en la Comarca Lagunera de Durango

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

DE INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

PRESENTADA POR:

ANA LAURA GARCÍA PÉREZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2016.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**DETERMINAR EL INCREMENTO EN LA ATMOSFERA DEL CONTAMINANTE
DENOMINADO DIOXIDO DE NITROGENO PROVENIENTE DE FUENTES FIJAS
Y MOVILES EN LA COMARCA LAGUNERA DE DURANGO**

POR

ANA LAURA GARCÍA PÉREZ

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:

PRESIDENTE:



ING. JOEL LIMONES AVITIA

VOCAL:



M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

VOCAL:

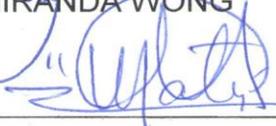


DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL SUPLENTE:



DR. RICARDO MIRANDA WONG



M.É. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2016.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**DETERMINAR EL INCREMENTO EN LA ATMOSFERA DEL CONTAMINANTE
DENOMINADO DIOXIDO DE NITROGENO PROVENIENTE DE FUENTES FIJAS
Y MOVILES EN LA COMARCA LAGUNERA DE DURANGO**

POR:

ANA LAURA GARCÍA PÉREZ

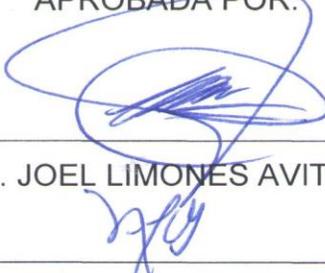
TESIS:

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

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

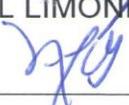
APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



ING. JOEL LIMONES AVITIA

ASESOR:



M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

ASESOR:

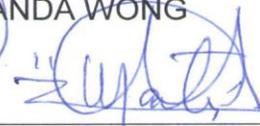


DR. ALFREDO OGAZ

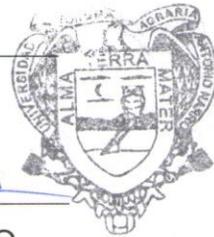
ASESOR:



DR. RICARDO MIRANDA WONG



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2016.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**: porque nunca me abandona, y me dio la oportunidad de venir a esta vida con una familia maravillosa.

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** por darme la oportunidad de realizar mis estudios en ella, por prepararme como un profesional en sus aulas, y darme las bases para enfrentarme al mundo laboral. Gracias mi alma Terra Mater por brindarme un lugar para realizar otro sueño, un sueño que no fue fácil de alcanzar pero tampoco imposible de realizar.

A mis **ASESORES**; especialmente al Ing. Joel Limones Avitia por brindarme su apoyo incondicional para realizar este proyecto de tesis, así como también al doctor, Alfredo Ogaz, al doctor Ricardo Miranda Wong, la MC. Norma Leticia Ortiz, El ingeniero Al Puentes, y cada uno de ellos que influyeron en mí, proyecto de investigación, gracias por sus buenos consejos, por la paciencia, apoyo y comprensión en cada momento.

A mis **Maestros** Que fueron mis asesores en mi estancia universitaria, gracias por sus consejos, por sus enseñanzas que en cada momento me brindaron y me enseñaron a trabajar y esforzarme cada día para ser mejor y superarme.

A mis **amigas – amigos y compañeros**: Por contribuir de alguna u otra manera, escuchando mis quejas, haciéndome reír y pasar momentos de relax.

Y A **todas** aquellas personas como compañeros, Docentes y Administrativos que colaboraron con este trabajo siendo parte de mi equipo en diversos momentos, Por permitirme su apoyo incondicional cuando siempre lo requería para esta investigación. ¡Gracias!.

DEDICATORIA

A MI MADRE

Antonina la persona más importante de mi vida por todo su apoyo económico, moral, espiritual, desvelos, sacrificios y esfuerzos para ser mejor cada día. Por dirigirme al camino del progreso del respeto y de la felicidad gracias mami, Tú eres mi ejemplo a seguir, mi orgullo de ser una buena mujer no solo como profesionalista sino también como humano...Te amo mami.

A MIS HERMANOS

Lizbeth Yaneli, por su apoyo económico, moral e incondicional durante mi instancia, por sus buenos consejos, gracias hermana eres mi orgullo y gracias a ti aprendí que querer es poder, y lo que se empieza se tiene que terminar en tiempo y forma, te quiero mucho y hoy cumplimos una meta juntas, porque este esfuerzo es de las dos.

Mauricio gracias hermano por tus buenos consejos te quiero mucho.

A MIS ABUELITOS

Abuelito Bartolo aunque ya no estés conmigo pero sabes que siempre te llevaré en el corazón porque te quiero mucho, te extraño, eres lo máximo que le pudo pasar a mi vida, gracias abuelito por dirigirme a buen camino, por tu apoyo incondicional que me diste en cada momento cuando necesite de ti, fue la mejor herencia que me diste para enfrentarme a un futuro, no solo en la vida laboral, si no en cualquier situación, estoy segura que te sientes orgulloso de mi porque a pesar de todo nunca me rendí y aun que ya no llegamos juntos al final de este proyecto no traicione la confianza que me brindaste siempre.

Abuelita Natalia Emilia a usted le debo todo lo que soy gracias por cuidar de todo en mi instancia, no se dé donde obtenía fuerzas para ser quien es, una gran persona con un corazón enorme, gracias abuelita por confiar mí, sabe que la

quiero y la amo mucho y usted es mi héroe, la adoro es parte de toda mi vida, le pido a diosito que nos dé mucho tiempo para poder estar jutas.

A MIS TÍOS

Basilia, Guadalupe, Victoria, Flor, Cata, Francisco y Cirilo por sus buenos consejos y apoyo moral por emprenderme a un buen camino, y hacerme ver una realidad.

A MIS AMIGOS

Que contribuyeron en mi formación profesional apoyándome en la instancia universitaria por formar parte de mi equipo para lograr este objetivo, gracias por su cariño y apoyo por esos momentos que nunca me dejaron sola cuando más los necesite, a pesar de las circunstancias difíciles y las indiferencias en algunos momentos siempre tuve un brazo derecho donde apoyarme y que me daba fuerzas cada vez que caía, ¡Gracias! Daniel Cruz Rosas, Jorge Silva Velázquez, Samuel Aguilar Noyola, Seleny Alejandra Ángel Nolasco, Norma Nayeli López España, Sonia Guillermo Simón, Dalia Azucena de la Cruz Hernández, Omar Zantiso Pérez, Erik Gómez, Osvaldo, Moisés Bello, Víctor Hugo, Rolando, Carmen Negrete, Luis Ángel, Luis Gonzalo, Carolina, Carmen, Karen Estefany, Orlando, Los quiero mucho y gracias por todo a cada uno de ustedes y por sus momentos que compartieron junto a mí.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el incremento del contaminante bióxido de nitrógeno en la atmosfera de la Comarca Lagunera de Durango, debido que en la actualidad tenemos grandes problemas de contaminación a nivel global, ya que surge como consecuencia de múltiples factores industriales y por el consumo masivo de productos que generan altos porcentajes de emisiones y diferentes tipos de residuos, los cuales en su mayoría no tienen una buena disposición final y son liberados al medio ambiente, esto trae como consecuencias el aumento de las temperaturas, el agujero en la capa de ozono, desertificación, acumulación de residuos, enfermedades, inseguridad alimentaria, agotamiento de los recursos renovables, etc., es una de las preocupaciones que se enfrenta en la actualidad, ya que ha disminuido la calidad del aire debido a la concentración de contaminantes, principalmente en la atmosfera de zonas urbanas por el mayor número de fuentes fijas y fuentes móviles, principales generadores de contaminantes antropogénicos en altas concentraciones, y la preocupación actual es tratar de reducir la concentración de contaminantes en la atmósfera controlando la emisión de los mismos después de que se haya generado o durante el proceso, a través de equipos de control, y aplicando la prevención que es la utilización de materiales, procesos y métodos que reduzcan o eliminen la producción de desechos en el mismo punto donde se generan. En este estudio se aplicó la metodología cuantitativa no experimental, con una confiabilidad aproximada de 90%, lo anterior aplicado en el método estadístico obteniendo la media, mediana, moda y la varianza, se realizaron gráficas con los datos obtenidos, los resultados en los equipos de medición mostraron un incremento del contaminante bióxido de nitrógeno (NO₂), por lo que es necesario tomar las medidas de mitigación.

Palabras clave: calidad, contaminación, daños a la salud, medio ambiente, oxígeno.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE GRÁFICA	vii
ÍNDICE DE TABLA	viii
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVO	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 La Atmosfera.....	4
3.1.2 Composición de la atmosfera	4
3.2 El aire.....	5
3.3 Contaminación	5
3.4 Contaminación del aire	6
3.5 Origen de la contaminación atmosférica	6
3.6 Contaminantes atmosféricos criterio.....	7
3.7 Tipos de contaminación.....	7
3.8 Fuentes de contaminante	8
3.8.1 Fuentes fijas	8
3.8.2 Fuentes móviles	9
3.9 Bióxido de Nitrógeno	9
3.9.1 Formación del Bióxido de Nitrógeno	10
3.9.2 Contaminación por Bióxido de Nitrógeno y métodos de su disminución	10
3.9.3 Efectos sobre dióxido de Nitrógeno en la salud humana.....	11
3.10 Monitoreo de la Calidad del Aire.....	12
3.11 Mediciones para conocer el nivel del Bióxido de Nitrógeno	12
3.12 Plan de mejora de la calidad aire.....	13
3.13 Cambio climático	14
3.14 Impactos del cambio climático en México	14
IV MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1. Localización del sitio experimental.....	16

4.2 Equipo de monitoreó	17
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1 RESULTADOS.....	19
5.2 DISCUSIÓN	32
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
6.1 RECOMEDACIONES	34
VII LITERATURA CITADA.....	35

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1.- Concentración del contaminante (NO ₂) en el mes de febrero del 2014, de la estación de monitoreo ubicada en el núcleo universitario de la ciudad de Gómez Palacio, Durango (UJED).	20
Grafica 2.- Concentración del contaminante (NO ₂) en el mes de febrero del 2014, de la estación de monitoreo ubicada en la ciudad de Lerdo, Durango (SAGARPA).	22
Grafica 3.- Concentración del contaminante (NO ₂) en el mes de febrero del 2014, de la estación de monitoreo ubicada en la ciudad de Gómez Palacio, Durango. (CAMPESTRE).	24
Grafica 4.- Concentración del contaminante (NO ₂) en el mes de febrero del 2015, de la estación de monitoreo ubicada en el núcleo universitario de la ciudad de Gómez Palacio, Durango (UJED).	26
Grafica 5.- Concentración del contaminante (NO ₂) en el mes de febrero del 2015, de la estación de monitoreo ubicada en la Ciudad Lerdo, Durango. (SAGARPA).	28
Grafica 6.- Concentración del contaminante (NO ₂) en el mes de febrero del 2015, de la estación de monitoreo ubicada en la Ciudad de Gómez Palacio Durango (CAMPESTRE).	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.-Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad de Gómez Palacio Durango. Mes de febrero del 2014 (UJED).....	20
Tabla 2.-Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad Lerdo, Durango. Mes de febrero del 2014 (SAGARPA).....	21
Tabla 3.- Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad de Gómez palacio Durango, mes de febrero del 2014 (CAMPESTRE).	23
Tabla 4.-Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad Gómez palacio Durango. Mes de febrero del 2015 (UJED).....	25
Tabla 5.-Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad Lerdo, Durango. Mes de febrero del 2015 (SAGARPA).....	27
Tabla 6.-Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad de Gómez Palacio Durango. Mes de febrero del 2015 (CAMPESTRE).	29

INTRODUCCIÓN

La primera fase de la Revolución Industrial surge en Gran Bretaña en el siglo XVIII, y la segunda fase se extiende por varios países europeos y por estados Unidos, en el siglo XIX, ya entrando el siglo XX, surge debido al descubrimiento de una nueva tecnología, el uso del vapor como una fuente primordial para el movimiento de las maquinas en la industria, este descubrimiento trajo un cambio de una era a otra, por lo que se inicio la contemporaneidad, y surgieron innovaciones tecnologicas y como consecuencia la contaminacion por el mayor numero de produccion (Chavez-Palacios, 2002).

Las principales actividades que contribuyen significativamente a la contaminación antropogenica del aire en los países de bajos y medianos ingresos, es el problema político, económico, científico, tecnológico y cultural(Reyna-Ramos, 1999).

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, el crecimiento de la población y el consumo de combustibles fósiles, la generación de basura, desechos industriales, etc. los contaminantes se clasifican en sólidos, líquidos y gaseosos (Bermúdez, 2010).

El aire se contamina como consecuencia de una gran cantidad de actividades que se desarrollan de manera cotidiana de fuentes naturales y antropogéticas, El resultado de estas actividades es la emisión de gases o partículas contaminantes que pueden afectar a la salud humana y a los ecosistemas, a los contaminantes del aire lo han clasificado en contaminantes criterio y contaminantes peligrosos(Rocha-Gutiérrez *et al.*, 2015).

Los contaminantes criterios, son sustancias que se liberan en grandes cantidades de gran variedad de fuentes y presentan un riesgo a la salud y bienestar humano en grandes regiones. El bióxido de azufre (SO_2), el bióxido de nitrógeno (NO_2), el monóxido de carbono (CO), material particulado y ozono(O_3), (Se les llama contaminantes criterio porque fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos criterio de calidad del aire en los Estados Unidos (EUA)). Los efectos que causan estos contaminantes principalmente son agudos y no cancerígenos(García-Reynosa, 2007).

Los contaminantes atmosféricos, normalmente medidos en la atmósfera urbana, provienen de fuentes fijas y fuentes móviles. Se distingue entre contaminantes primarios y secundarios. Los primeros son los que proceden directamente de la fuente de emisión. Los contaminantes secundarios se producen como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y físicas que sufren los contaminantes primarios en la atmósfera, distinguiéndose, sobre todo, la contaminación fotoquímica y la acidificación del medio(Ballester, 2005).

II OBJETIVO

2.1 Objetivo General

Determinar si existe un incremento en la concentración del contaminante denominado dióxido de nitrógeno (NO_2) en la atmosfera urbana de la comarca Lagunera de Durango, debido a las operaciones industriales y al aumento del parque vehicular en la región. Debido a las operaciones industriales y al aumento del parque vehicular en la región de la comarca lagunera.

2.2 Objetivos Específicos

-Evaluar el índice de la calidad del aire de la atmosfera de la comarca Lagunera de Durango.

-Que esta tesis sirva de referencia para futuras investigaciones sobre el aumento de la contaminación en la región lagunera.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 La Atmosfera

Nuestro planeta está formado por la litosfera, hidrosfera, biosfera y la atmósfera, la palabra atmósfera se deriva de las raíces griegas: atmós = vapor y sphair = esfera. Esta esfera de vapor está constituida por una mezcla de gases diferentes y partículas sólidas en suspensión, tales como polvos, sales, iones y hasta partículas nucleares en las regiones más alejadas de la superficie terrestre. La atmósfera se divide principalmente en cuatro regiones: la troposfera, la estratosfera, la mesosfera y la termosfera(Camilloni, 2001).

La atmósfera es una capa de gases que rodea la Tierra, tiene un espesor de 500Km está compuesto por 78% nitrógeno, 21%oxígeno y el resto por helio, hidrogeno, dióxido de carbono, argón, neón, vapor de agua entre otros gases, su temperatura no es estable y está muy influenciada por los cambios que se producen entre el día y la noche, ya que el Sol calienta las masas de aire al irradiar energía hacia la Tierra y ésta devolverla en forma de radiación infrarroja que calienta el aire. El viento es causado por el movimiento del aire de la atmósfera y el calor que genera la superficie de la tierra provocando movimientos ascendentes y descendentes de las masas de aire, que estarán promovidos por la diferencia de presión en la atmósfera(SEMARNAT, 2010).

3.1.2 Composición de la atmosfera

La composición de la atmósfera depende de la forma en que el planeta y su atmósfera se originaron, además depende de los procesos físicos, químicos y biológicos que continuamente modifican los gases que la componen, pues la concentración de algunos gases puede disminuir, mientras que la de otros puede aumentar. Esto se puede llevar a cabo por medio de fenómenos tales como las erupciones volcánicas, que incrementan la concentración de gases en la atmósfera; mientras que las reacciones fotoquímicas entre la radiación solar y algunos gases, o simplemente el escape de los gases ligeros en el tope de la atmósfera, disminuyen las concentraciones de otros gases.

La atmósfera es una mezcla de gases permanentes: (el Nitrógeno molecular, N₂, y el Oxígeno molecular, O₂, forman el 99 % del volumen de la atmósfera), Gases variables: (vapor de agua, dióxido de carbono y ozono) y constituyentes no-gaseosos: (aerosoles, tales como las partículas volcánicas, polvos, humos, sales, etc)(Mercado, 1999).

3.2El aire

Los principales componentes del aire son el nitrógeno y el oxígeno. El nitrógeno en condiciones ordinarias es inactivo, actúa diluyendo el oxígeno del aire, es un elemento esencial para la vida de las plantas, pero muy pocas son las que pueden asimilarlo en estado libre, y el oxígeno es el componente activo de la atmósfera (Carnicer, 2006).

Se considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humanos. Sin embargo, su contaminación sigue representando una amenaza importante para la salud en todo el mundo. Según una evaluación de la OMS de la carga de enfermedad debida a la contaminación del aire, son más de dos millones las muertes prematuras que se pueden atribuir cada año a los efectos de la contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y en espacios cerrados (Ballester-Díaz *et al.*, 1999).

3.3Contaminación

La contaminación 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(Cañada-Martínez *et al.*, 1999).

3.4 Contaminación del aire

La contaminación del aire puede definirse como la modificación indeseable del ambiente, causada por la introducción a este de agentes físicos, químicos o biológicos en mayores cantidades, que resulta nociva para la salud humana, daña los recursos naturales o altera el equilibrio ecológico(Gaviria *et al.*, 2012).

Los contaminantes del aire pueden agruparse en dos categorías: los contaminantes primarios, que se emiten directamente a la atmósfera; y los contaminantes secundarios, que se forman en la atmósfera a partir de precursores primarios debido a reacciones químicas tales como hidrólisis, oxidación y reacciones fotoquímicas(Matus y Rodrigo, 2002).

En los últimos años, la contaminación atmosférica de las ciudades se ha convertido en un problema de salud pública mundial, la contaminación del aire es considerada por la organización Mundial de Salud como una de las prioridades mundiales más importantes, la mitad de este impacto es debido a las emisiones antropogénicas produciendo altas concentraciones de gases particulados entre ellos el bióxido de nitrógeno (NO₂), este gas presente en el aire de las ciudades, es uno de los componentes atmosféricos de mayor importancia, ya que sus fuentes principales están asociadas a los procesos de combustión a elevadas temperaturas(Regueira *et al.*, 2009).

3.5 Origen de la contaminación atmosférica.

El desarrollo industrial, junto con la diversidad de las actividades humanas, por una parte y el impresionante aumento del uso del petróleo y sus derivados, por otra, incorporan durante el transcurso del presente siglo, una serie de "nuevos" contaminantes presentes en la atmósfera, entre los cuales se encuentran los óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y plomo, y bióxido de nitrógeno, entre otros.

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables(Corvalán, 1998).

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(Oyarzún, 2010).

La mayoría de los contaminantes del aire surgen de una amplia gama de fuentes tales como la industria, el tráfico o de fuentes naturales y en se clasifican en; Contaminantes primarios, son liberados directamente en la atmósfera desde fuentes específicas de contaminación, tales como la industria y los vehículos automóviles. Una vez emitido a la ambiente, algunos de estos contaminantes primarios se pueden alterado por la energía de luz, el calor o la presencia de otros productos químicos (por ejemplo, oxígeno) para formar contaminantes secundarios(Kibble y Harrison, 2005).

3.6 Contaminantes atmosféricos criterio

Los contaminantes atmosféricos criterio se definen como contaminantes atmosféricos cuyas emisiones pueden dar origen o contribuir a una polución 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 (Aránguez *et al.*, 1999).

3.7 Tipos de contaminación

Los principales tipos de contaminación del aire son gases, sustancias solidas o liquidas dispersos en el aire producidos de diferentes fuentes de emisión entre los más comunes Partículas en suspensión, Dióxido de azufre (SO₂), Monóxido de

Carbono (CO), Ozono troposférico (O₃), Compuestos orgánicos Volátiles (COV's), metales pesados(Álvarez *et al.*, 2010).

3.8 Fuentes de contaminante

Las fuentes de la contaminación del aire se agrupan en dos tipos: naturales y antropogénicos. Los contaminantes naturales son emisiones generadas por la actividad natural de la geosfera, la biosfera, atmósfera y la hidrosfera, como erupciones volcánicas, incendios forestales, ciertas actividades de seres vivos, descargas eléctricas, descomposición de materia orgánica, etc. Y los contaminantes antropogénicos, son la consecuencia de las actividades humanas en mayor parte industriales en el uso de combustibles fósiles, en menores proporciones se produce en la agricultura y la ganadería(Albert, 1999).

3.8.1 Fuentes fijas

Las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos de origen antropogénico pueden ser puntuales, generalmente fijas y de gran caudal de emisión, como es el caso de las grandes factorías aisladas de otras instalaciones industriales, o pueden ser zonales, es decir, una mezcla de fuentes fijas y móviles de diferente entidad y agrupadas en el espacio(Aragonés *et al.*, 1999).

Existen cientos de miles de fuentes estacionarias de contaminación del aire, incluidas las plantas de energía, industrias químicas, refinerías de petróleo, fábricas, imprentas, lavanderías y chimeneas residenciales que usan madera. Las fuentes estacionarias producen una amplia variedad de contaminantes del aire. Según la industria o proceso específico, las fuentes estacionarias pueden emitir uno o varios contaminantes criterios además de muchos contaminantes peligrosos. Los contaminantes de fuentes estacionarias provienen principalmente de dos actividades: la combustión de carbón y petróleo en plantas de generación de energía y la pérdida de contaminantes en procesos industriales (Préndez *et al.*, 2007).

3.8.2 Fuentes móviles

Las fuentes móviles de contaminación del aire son producidos por los automóviles, autobuses, locomotoras, camiones y aviones. Estas fuentes emiten contaminantes criterio y otros contaminantes peligrosos. Produce grandes cantidades de emisiones, Los requisitos para el control de emisiones de automóviles han reducido considerablemente la cantidad de contaminantes del aire (García *et al.*, 2013).

Las emisiones gaseosas liberadas a la atmósfera por fuentes móviles son una de las causas de la presencia de contaminantes en la atmósfera. En particular, en nuestro país, y de acuerdo al Inventario de Emisiones Atmosféricas 2006 los vehículos automotores son los principales emisores óxidos de nitrógeno, pero también de monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, oxidantes fotoquímicos, partículas en suspensión, dióxido de azufre y compuestos orgánicos volátiles(Silva y Arcos, 2011).

Las emisiones de vehículos automotores están integradas por un gran número de contaminantes que provienen de muchos procesos diferentes de estas, se consideran con mayor frecuencia las emisiones del escape, resultantes de la combustión del combustible. Los contaminantes de interés clave en este tipo de emisiones incluyen: gases orgánicos totales (GOT), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), y material particulado (PM)(Camacho-García y Flamand, 2007).

3.9 Bióxido de Nitrógeno

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 (NO₂) es la mejor estudiada; ambos se consideran contaminantes ambientales, y son los más abundante óxidos de nitrógeno producidos por el hombre en áreas urbanas. Tanto el NO como el NO₂, 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(Granados-Sánchez *et al.*, 2010).

El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un compuesto químico formado por los elementos nitrógeno y oxígeno, uno de los principales contaminantes entre los varios óxidos de nitrógeno. El dióxido de nitrógeno es de color marrón amarillento. Se forma como subproducto en los procesos de combustión a altas temperaturas, como en los vehículos motorizados y las plantas eléctricas(Rivera, 2013).

3.9.1 Formación del Bióxido de Nitrógeno

Los óxidos de nitrógeno (NO_x), y el óxido nítrico principalmente (NO), se producen a partir de combustión de alta temperatura, cuando el combustible se quema en el motor vehículos y centrales eléctricas. Una vez emitida, óxido nítrico principalmente NO relativamente reacciona rápidamente oxígeno y se forma NO₂, también se producen en entornos domésticos en el uso de gas u otros combustibles para calefacción y cocina(Samoli *et al.*, 2007).

Los óxidos de nitrógeno (NO) como el óxido nitroso (NO_x) y bióxido de nitrógeno (NO₂) son producidos en, hornos, estufas y son el resultado de procesos microbianos de los suelos agrícolas fertilizados con nitrógeno y el suelo de las selvas tropicales secas son los que más emiten este tipo de óxidos a la atmósfera (Montaño-Arias y Sandoval-Pérez, 2007).

3.9.2 Contaminación por Bióxido de Nitrógeno y métodos de su disminución

Los efectos negativos en el medio ambiente por los NO_x, incluyen una contribución significativa en la formación de la lluvia acida ya la reducción de la

visibilidad atmosférica , en la actualidad se han realizado grandes procesos para reducir los NOx, en los sistemas de combustión, entre los cuales se encuentran la circulación de gases interna o externa, este tipo de tecnologías han tratado principalmente de disminuir el impacto de la producción de NO proveniente del mecanismo térmico el cual es altamente dependiente de la temperatura, se han diseñado sistemas térmicamente eficiente que permitan ahorrar combustible y disminuir la cantidad de emisiones emitidas a la atmosfera, se ha sugerido un método que es viable en términos de suprimir la formación de NO térmico, usando aire precalentado a altas temperaturas, el método consiste en disminuir drásticamente la concentración de oxígeno del aire en la combustión por medio de la dilución de los gases inertes(Sandoval-Pérez, 2009).

3.9.3 Efectos sobre dióxido de Nitrógeno en la salud humana

La contaminación del aire causa efectos reversibles en la salud, debido la exposición de corto y largo plazo en niveles altos de dióxido de nitrógeno causa irritación pulmonar, función celular, bronquitis y pulmonía, afecta al sistema respiratorio, incrementa la sensibilidad pulmonar, afectando, a las personas asmáticas, la exposición a corto plazo en niveles bajos de dióxido de nitrógeno causa irritación en los ojos, la nariz, la garganta, los pulmones, y posiblemente cause tos y una sensación de falta de aliento, cansancio y náuseas cambios irreversibles en el tejido pulmonar y de las vías respiratorias en otros casos produce síntomas o enfermedades respiratorias(Solomon *et al.*, 1999).

El impacto de la contaminación atmosférica depende de las condiciones climáticas, geográficas y de la sensibilidad de cada organismo. En especial, en las grandes ciudades industriales, los contaminantes atmosféricos emitidos en grandes cantidades dañan la salud de sus habitantes. A manera de ejemplo podemos decir que el smog, además de incidir en la reducción de visibilidad, irrita los ojos y los órganos respiratorios. Como consecuencia de respirar el smog, se

incrementan las enfermedades respiratorias (muerte inclusive), especialmente en personas de edad avanzada (Juárez *et al.*, 1999).

Durante la exposición aguda al NO₂, las personas sanas solo se afectan con concentraciones muy altas. Los asmáticos y los que padecen enfermedad pulmonar obstructiva crónica son más propensos a sufrir cambios agudos de la función pulmonar y de la respuesta de las vías aéreas y síntomas respiratorios (Vargas *et al.*, 2008).

Los principales efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la salud van desde un aumento de la mortalidad total y por causas respiratorias y cardiovasculares a las alteraciones del funcionalismo pulmonar y otros síntomas, pasando por un incremento en el número de visitas médicas e ingresos hospitalarios (Tenís *et al.*, 1999).

3.10 Monitoreo de la Calidad del Aire

El monitoreo de la Calidad del Aire es determinar los niveles de concentración de contaminantes atmosféricos a los que está expuesta la población y/o el biotopo y el medio ambiente físico, en el cual se debe de cumplir con resoluciones y normativas sobre medición impuestas por la autoridad ambiental. Verificar el cumplimiento de estándares de calidad de aire nacionales e internacionales. El monitoreo de la calidad del aire ayuda además a determinar la concentración de contaminantes del aire en una determinada región. Por otro lado, el monitoreo de la calidad del aire, ayuda a desarrollar políticas, programas de control y acciones para el mejoramiento de la calidad del aire (Quintero-Nuñez *et al.*, 2013).

3.11 Mediciones para conocer el nivel del Bióxido de Nitrógeno

El método de referencia que permite medir la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente de forma indirecta, es por determinación fotométrica de la intensidad de la luz a longitudes de onda superiores a 600 nanómetros (nm), que resulta de la reacción de quimiluminiscencia del óxido

nítrico (NO) con el ozono (O₃) generado dentro del mismo instrumento. En este método se reduce cuantitativamente el NO₂ a NO por medio de un convertidor. El NO que existe normalmente en el aire junto con el NO₂ pasa sin cambiar a través del convertidor, causando una concentración resultante total de óxidos de nitrógeno (NO_x) igual a NO + NO₂. Se mide también una muestra del aire de entrada sin que haya pasado a través del convertidor. Esta última medición de NO se resta de la primera medición (NO + NO₂) para dar la medición final de NO₂ (Berroa-Atencio *et al.*, 2010).

3.12 Plan de mejora de la calidad aire

Las autoridades del medio ambiente, aprobaron el plan de mejora de la calidad del aire, con el objetivo general de lograr el cumplimiento de los valores límites de emisiones emitidos a la atmosfera de los contaminantes criterios para todas las zonas en las que existan emisiones de las mismas. Se plantea asimismo el objetivo de mantener o mejorar los niveles en el resto del territorio nacional(Herrera y Campos, 2005).

Además dicho plan incluye, desarrollar una campaña de capacitación y de certificación de personal para el manejo adecuado de equipos de combustión, y reforzar el programa de verificación vehicular para que se cumpla con inspección y vigilancia adecuada para evitar mayores emisiones de partículas. Promover la planeación y reorganización de las rutas de autobuses para reducir el uso de vehículos privados(Juárez-Núñez y Martínez-Mirón, 1996).

Reducir las fuentes contaminantes y crear una cultura de prevención y manejo de riesgos en todos los grupos de población. Esto conlleva reducir amenazas en el territorio, los ecosistemas y las comunidades, y disminuir la vulnerabilidad social de la contaminación. Para ello es necesario conocer las causas estructurales que lo provocan y los efectos que tiene, así como desarrollar capacidades institucionales, socio-organizativas, técnicas e instrumentales a los diferentes niveles donde se da el problema de la contaminación del aire (Reyes *et al.*, 2006).

3.13 Cambio climático

Desde fines del siglo XIX, los científicos han observado un aumento gradual en la temperatura promedio de la superficie del planeta, Según el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), el período comprendido entre 1995 y 2006 parece haber sido uno de los más cálidos registrados hasta ahora desde 1850. Este calentamiento ha reducido las áreas cubiertas de nieve en el hemisferio norte, los témpanos de hielo que flotaban en el Océano Ártico se han derretido, las causas del calentamiento global es producido por los gases del efecto invernadero, estos gases de efecto invernadero, han aumentado de forma considerable en los últimos años, produciendo un aumento en la temperatura promedio de la superficie de la Tierra(García, 2014).

El cambio climático no sólo constituye un problema ambiental sino, un problema de desarrollo, con profundos impactos potenciales en la sociedad, la economía y los ecosistemas, es necesario mitigar el cambio climático lo que implica limitar y reducir las emisiones de gases efecto invernadero a la atmósfera, a niveles muy inferiores a los que prevalecen en la actualidad(Trujillo-Contreras *et al.*, 2007).

Desde la década de 1950, la atmósfera y el océano se han calentado, las cantidades de nieve y el hielo han disminuido, y el nivel del mar se ha elevado debido a las emisiones de gases de efecto invernadero. Los gases de efecto invernadero, han aumentado desde la era preindustrial, impulsados en gran medida por el crecimiento económico y de la población (Bertrand-Arthus, 2014).

3.14 Impactos del cambio climático en México

México es uno de los países más vulnerables ante el cambio climático por su situación geográfica, condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, entre otros

factores, contribuyen a que el país sea una de las zonas más vulnerables del mundo por el cambio climático, y presenta como un riesgo muy serio en el intento de reducir la pobreza y amenaza con impedir el desarrollo social y económico de las naciones. De seguir la tendencia actual, para el año 2050 este fenómeno reducirá un 25 por ciento el área cultivable del país, la mitad de los ecosistemas de bosques tendrán vegetación de climas más secos. En el norte del país, el incremento de la temperatura ha ayudado a que las sequías sean cada vez mayores, mientras que en el sur las lluvias son e irregulares y con huracanes, el cambio climático ha afectado a la agricultura, el turismo, la producción y consumo de energía, la habitabilidad de las zonas costeras, la disponibilidad de recursos hídricos y la salud humana, estos fenómenos disminuyen la fertilidad natural del suelo y, por tanto, la capacidad de producir alimentos, la reducción de economía(Ojeda-Bustamante *et al.*, 2011).

México se ubica entre los países con mayor vulnerabilidad, debido a que 15 por ciento de su territorio nacional, 68.2 por ciento de su población y 71 por ciento de su PIB se encuentran altamente expuestos al riesgo de impactos adversos directos del cambio climático, este cambio ya está afectando la biodiversidad de nuestro país y, debido a las alteraciones que provoca en los ecosistemas, el aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación pluvial afectarán a los ecosistemas y especies más asociados con climas frescos y húmedos(INEGI, 2010).

El cambio climático es un fenómeno real y sus impactos ya están dejándose notar en nuestro país. Para 2020 se proyecta un incremento promedio de temperatura para el país que va entre 0.6°C y 1°C, y para 2050, entre 1.5°C y 2.3°C(Ramón, 2012).

IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización del sitio experimental

La investigación de tesis se basó en los datos de las estación de monitoreo con que cuenta la Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente, 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, Durango. Una más en las oficinas de SAGARPA, ubicada en Cd. Lerdo, se tomaron las lecturas de dos meses, Febrero del 2014 y del año 2015, del mismo mes, lo anterior con la finalidad de llevar a cabo la comparación del contaminante durante el mismo mes, pero de diferente año, para de esta manera, verificar si existe incremento de contaminación en la Comarca Lagunera. La comarca lagunera es una región mexicana ubicada en el centro-norte de México, está conformada por los parte de los Estados de Coahuila y Durango y se localiza a en las siguientes coordenadas geográficas; 24° 22' de latitud norte y 102° 22' de longitud oeste, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el incremento en las concentraciones del bióxido de nitrógeno (NO₂) en la atmosfera de La Comarca Lagunera, comparando las concentraciones de este contaminante entre los meses de febrero del año 2014 y del mismo mes de febrero de 2015. Los datos se obtuvieron de las estaciones de monitoreo ambiente al que se encuentran ubicadas en: la ciudad de Gómez Palacio, 2 (dos)estaciones y en Cd. Lerdo, ambas ciudades en el estado de Durango, se compararon los datos obtenidos de los meses en referencia (Martínez-Martínez *et al.*, 2010).

La metodología aplicada fue la denominada metodología cuantitativa no experimental, con una confiabilidad aproximada del 90%, lo anterior aplicando el

método estadístico y obteniendo la media, mediana, moda y la varianza, de los valores obtenidos de las lecturas, además se graficaron los datos obtenidos.

La mediana es el valor que se encuentra en el centro de una secuencia ordenada de datos. La mediana no se ve afectada por observaciones extremas en un conjunto de datos, la moda es el valor de un conjunto de datos que aparece con mayor frecuencia, se obtiene fácilmente a partir de un arreglo ordenado y la varianza se define como el promedio aritmético de las diferencias entre cada uno de los valores del conjunto de datos y la media aritmética del conjunto, elevadas al cuadrado (Estuardo, 2012).

4.2 Equipo de monitoreo

Para llevar a cabo la toma de muestras de las concentraciones de contaminantes emitidos a la atmósfera se emplea el siguiente equipo de medición:

Analizador de gases Modelo 42i, el cual opera bajo el principio de que el NO₂ es absorbido con todas las partículas del contaminante que se encuentra disperso en la atmósfera. Para lo cual emplean la quimioluminiscencia, como técnica analítica basada en la medición de la cantidad de luz generada por una reacción química y convirtiéndola en el contaminante a evaluar (Sánchez-Ortiz, 2012).

Los analizadores de Óxidos de Nitrógeno, NO_x utilizan este principio (quimioluminiscencia), a partir de la reacción que tiene lugar entre el óxido nítrico (NO) contenido en la muestra de aire y el ozono (O₃) que genera, en exceso, un dispositivo que es parte de los componentes del instrumento. La luz emitida se encuentra en el intervalo del infrarrojo entre 500 y 3000 nm, el NO en una muestra de aire reacciona con el O₃ para formar dióxido de nitrógeno en estado de excitación (NO₂). Posteriormente, cuando el dióxido de nitrógeno generado vuelve al estado inicial emite una luz característica en una cantidad proporcional a la concentración del NO contenido en la muestra (Barón-López, 2010).

Se realiza una inspección preliminar a las casetas de monitoreo para identificar las áreas susceptibles a evaluar con base a la NOM-CCAM-004-ECOL/1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

Para determinar si los valores obtenidos se encuentra dentro de los límites máximos permisibles, se toma como referencia la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO_2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

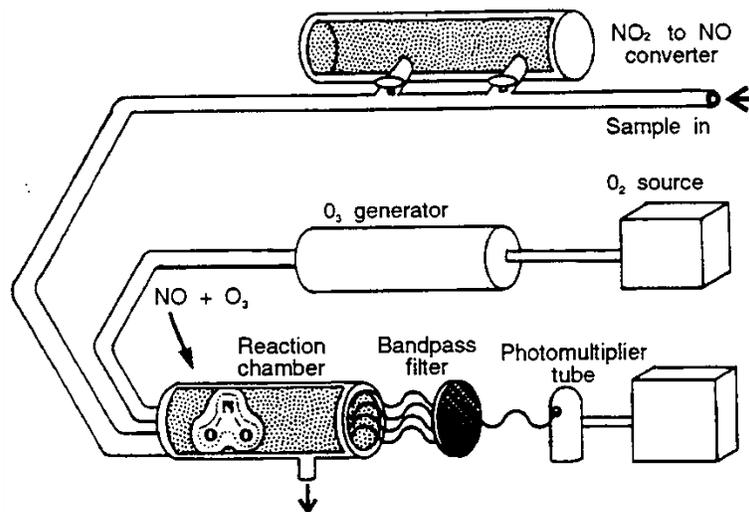


FIGURA 1.-Esquema del principio de operación para un analizador de óxidos de nitrógeno, Los analizadores automáticos aprovechan las propiedades físicas y/o químicas de un contaminante gaseoso para determinar su concentración y el equipo es calibrado contra el elemento que se analizara, mediante sus procedimientos correspondientes (Martín *et al.*, 2015).

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 RESULTADOS

De acuerdo a las lecturas que se obtuvieron de las estaciones de monitoreo con que cuenta de la Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente, del estado de Durango, y aplicando los datos estadísticos mencionados anteriormente, se obtuvieron los siguientes resultados: febrero del año 2014 y febrero del año 2015, para el contaminante denominado bióxido de nitrógeno (NO₂).

Fecha	Temperatura	NO ₂	Presión	Temp Ambiente	Humedad Rel	Vel Viento	Dir Viento	Rad Solar
01/02/2014	24.2	11	898.13	13.54	61.83	0.65	236.97	3.12
02/02/2014	24.9	19.6	894.06	19.94	62.35	1.32	151.55	44.99
03/02/2014	25.8	9.8	890.83	21.09	49.65	1.09	220.96	45.54
04/02/2014	26.9	24.7	890.33	21.34	53.78	0.52	198.05	23.51
05/02/2014	27.1	26.1	891.16	13.62	95.83	0.85	181.13	-2.3
06/02/2014	28.1	29.6	893.88	11.37	94.21	1.11	210.6	4.38
07/02/2014	27.6	26.1	897.55	11.81	101.74	1	204.14	4.86
08/02/2014	27.4	22.7	894.69	12.19	93.25	0.56	173.31	8.7
09/02/2014	27.2	23.9	896.44	13.62	71.53	0.76	183.82	49.29
10/02/2014	27.1	29.1	891.6	15.01	67.29	0.51	206.69	47.63
11/02/2014	26.1	24.6	887.65	18.02	88.81	0.72	228.88	20.44
12/02/2014	29.7	33	888.59	17.75	81.01	0.62	197.17	32.4
13/02/2014	27.2	27.9	890.37	16.85	98.35	1.1	170.75	36.39
14/02/2014	27.7	28.6	896.38	8.62	72.22	1.16	171.27	7.33
15/02/2014	29.6	33.8	890.43	13.17	54.45	0.95	206.85	36.94
16/02/2014	29.9	33.1	888.48	17.43	32.69	0.7	198.29	39.46
17/02/2014	30	27.7	885.92	19.36	31.81	1.05	266.23	45.22
18/02/2014	29.2	31	894.2	9.86	56.22	1.36	150.81	37.97
19/02/2014	28.6	29.3	897.68	9.36	52.8	0.78	230.97	22.79
20/02/2014	29.4	31.9	892.97	13.1	31.35	0.7	218.03	40.62
21/02/2014	29.8	30.5	889.24	16.25	16.04	0.75	194.37	38.31
22/02/2014	26	28.3	887.57	18.9	16.96	1.02	196.92	32.79
23/02/2014	25.8	33.9	889.12	15.11	38.34	1.53	220.45	40.36

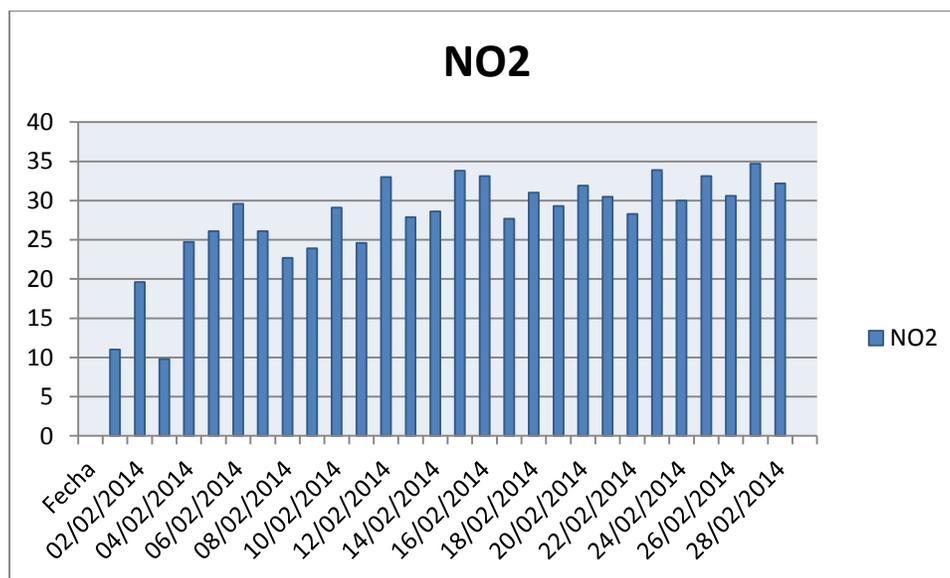
24/02/2014	26	30	885.65	18.27	11.78	0.94	231.74	44.1
25/02/2014	25.9	33.1	890.78	13.56	10.02	1.18	263.07	42.06
26/02/2014	25.6	30.6	900.56	9.32	16.75	0.97	203.37	42.41
27/02/2014	25.9	34.7	899.49	11.46	18.73	0.74	188.95	41.78
28/02/2014	26	32.2	899.2	12.7	12.73	0.69	262.31	37.02

Tabla 1.-Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad de Gómez Palacio Durango. Mes de febrero del 2014 (UJED).

Resultados obtenidos de la media, moda, mediana y varianza bióxido de nitrógeno (NO₂).

Método estadístico	Cantidad	Unidad de medida
Media	25.35677769	ppm
Moda	26.1	ppm
Mediana	25.35677769	ppm
Varianza	37.73142857	ppm

Grafica 1.-Concentración del contaminante (NO₂) en el mes de febrero del 2014, de la estación de monitoreo ubicada en el núcleo universitario de la ciudad de Gómez Palacio, Durango(UJED).



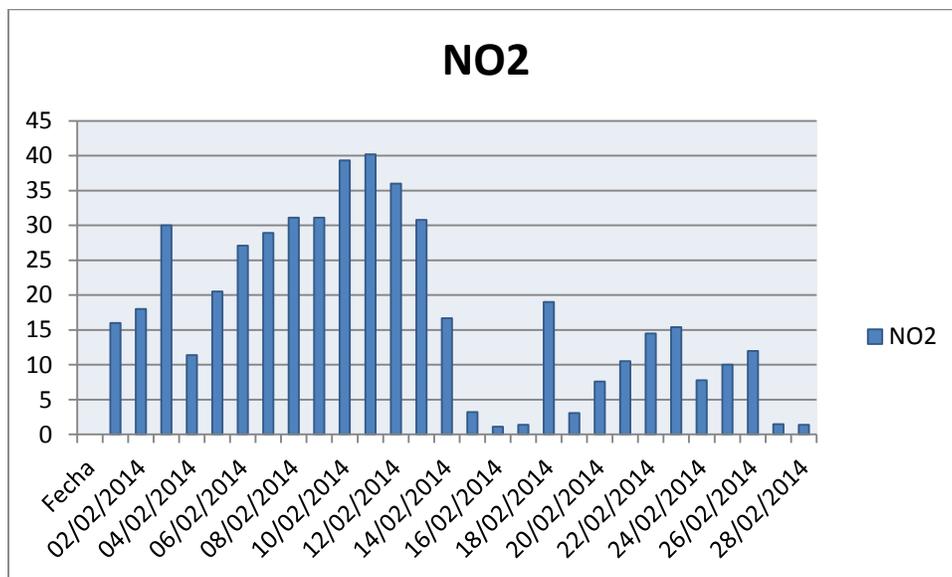
Fecha	Temperatura	NO2	Presión	Temp Ambiente	Humedad Rel	Vel Viento	Dir Viento	Rad Solar
01/02/2014	26.9	16	895.85	12.66	52.5	0.72	278.04	-4.67
02/02/2014	27	18	896.46	12.13	50.19	0.8	284.52	-3.41
03/02/2014	27	30	897.01	13.26	49.9	0.73	290.07	86.21
04/02/2014	26.9	11.4	897.29	14.85	44.68	1.1	308.38	299.9
05/02/2014	26.7	20.5	897.56	17.6	30.04	0.8	217.19	503.46
06/02/2014	26.6	27.1	897.47	18.32	27.78	1.13	216.45	666.95
07/02/2014	26.8	28.9	896.84	20.03	3.16	1.03	169.71	773.61
08/02/2014	27.4	31.1	895.68	21.2	0.04	0.99	186.43	810.13
09/02/2014	27.5	31.1	894.33	22.67	-0.51	1.1	183.17	791.16
10/02/2014	27.6	39.3	893.36	22.5	1.26	1.22	168.3	723.26
11/02/2014	28	40.2	892.57	22.88	5.03	1.57	137.88	586.22
12/02/2014	27.7	36	892.55	22.85	8.09	1.79	131.81	400.3
13/02/2014	27.4	30.8	892.6	22.51	9.69	2.14	108.26	185.89
14/02/2014	27.2	16.7	893.07	21.39	15.87	1.27	111.14	1.57
15/02/2014	26.7	3.2	893.63	20.45	14.89	0.59	129.67	-4.81
16/02/2014	26.7	1.1	894.11	19.45	24.04	0.45	191.38	-4.7
17/02/2014	26.8	1.4	894.47	18.29	76.3	0.48	270.92	-4.63
18/02/2014	26.9	19	894.66	17.18	94.93	0.84	279.75	-4.61
19/02/2014	26.9	3.1	894.68	15.17	24.81	0.95	252.47	-4.69
20/02/2014	27	7.6	894.81	14.08	33.15	1.14	313.17	-4.65
21/02/2014	26.9	10.5	895.1	12.69	36.75	0.75	287.68	-4.68
22/02/2014	27.1	14.5	894.9	12.21	36.75	0.66	253.67	-4.71
23/02/2014	27	15.4	894.67	12.44	35.51	0.57	247.51	-4.71
24/02/2014	27	7.8	894.68	12.09	37.66	0.36	238.27	-4.7
25/02/2014	27.2	10	894.98	11.89	39.75	0.39	255.31	-4.71
26/02/2014	27.3	12	895.34	11.49	40.77	0.41	238.87	-2.99
27/02/2014	27.3	1.5	895.93	13.84	42.87	0.16	195.54	85.4
28/02/2014	26.9	1.4	896.34	17.78	33.27	0.38	148.94	283.96

Tabla 2.-Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad Lerdo, Durango. Mes de febrero del 2014 (SAGARPA).

Resultados obtenidos de la media, moda, mediana y varianza bióxido de nitrógeno (NO2).

Método estadístico	Cantidad	Unidad de medida
Media	5.64693327	ppm
Moda	31.1	ppm
Mediana	5.64693327	ppm
Varianza	152.041058	ppm

Grafica 2.-Concentración del contaminante (NO2) en el mes de febrero del 2014, de la estación de monitoreo ubicada en la ciudad de Lerdo, Durango (SAGARPA).



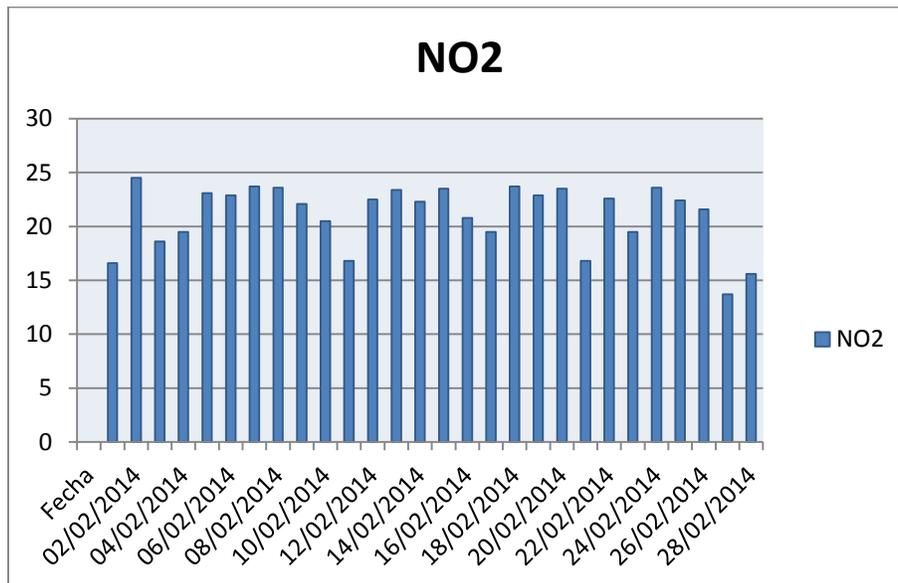
Fecha	Temperatura	NO2	Presión	Temp Ambiente	Humedad Rel	Vel Viento	Dir Viento	Rad Solar
01/02/2014	27.6	16.6	0.3	191.77	-4.79	0.95	233.41	584.3
02/02/2014	26.7	24.5	0.44	256.51	-4.64	0.51	229.67	370.18
03/02/2014	26.6	18.6	0.39	205.5	-4.69	0.71	236.17	8.53
04/02/2014	26.6	19.5	0.61	218.31	-4.65	1.08	221.15	381.76
05/02/2014	26.6	23.1	0.95	233.41	-4.64	0.86	197.45	489.19
06/02/2014	27.1	22.9	0.51	229.67	-3.3	0.69	176.81	660.04
07/02/2014	27	23.7	0.71	236.17	8.53	0.98	142.59	762.29
08/02/2014	26.8	23.6	1.08	221.15	381.76	0.99	147.42	796.92
09/02/2014	26.6	22.1	0.86	197.45	489.19	1.01	155.21	779.43
10/02/2014	26.8	20.5	0.69	176.81	660.04	1.37	152.78	706.67
11/02/2014	27.4	16.8	0.98	142.59	762.29	1.52	159.56	576.12
12/02/2014	28.1	22.5	0.99	147.42	796.92	1.68	129.01	381.87
13/02/2014	30.3	23.4	1.01	155.21	779.43	1.4	116.58	162.85
14/02/2014	32.7	22.3	1.37	152.78	706.67	1.06	126.07	553.22
15/02/2014	34.5	23.5	1.52	159.56	576.12	1.16	128.34	783.69
16/02/2014	35.1	20.8	1.68	129.01	381.87	0.45	172.73	712.71
17/02/2014	34.5	19.5	1.4	116.58	162.85	0.65	244.38	584.3
18/02/2014	31.9	23.7	1.06	126.07	3.22	1	316.96	84.47
19/02/2014	28.5	22.9	1.16	128.34	-4.96	0.72	302.36	268.15
20/02/2014	27.3	23.5	0.45	172.73	-4.8	0.63	268.34	369.34
21/02/2014	26.7	16.8	0.65	244.38	-4.66	1.04	140.03	623.75
22/02/2014	27.7	22.6	1	316.96	84.47	1.06	165.96	580.28
23/02/2014	28.4	19.5	0.72	302.36	268.15	1.31	174.94	644.36
24/02/2014	26.8	23.6	0.63	268.34	369.34	1.82	215.68	770.38
25/02/2014	26.5	22.4	1.04	140.03	623.75	0.39	241.65	83.04
26/02/2014	26.5	21.6	1.06	165.96	580.28	0.61	186.65	291.66
27/02/2014	26.9	13.7	1.31	174.94	644.36	0.72	164.79	494.26
28/02/2014	26.8	15.6	1.82	215.68	770.38	0.6	154.95	668.66

Tabla 3.-Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad de Gómez palacio Durango, mes de febrero del 2014 (CAMPESTRE).

Resultados obtenidos de la media, moda, mediana y varianza bióxido de nitrógeno (NO₂).

Método estadístico	Cantidad	Unidad de medida
Media	20.60	ppm
Moda	19.5	ppm
Mediana	20.60	ppm
Varianza	8.52	ppm

Grafica 3.-Concentración del contaminante (NO₂) en el mes de febrero del 2014, de la estación de monitoreo ubicada en la ciudad de Gómez Palacio, Durango. (CAMPESTRE).



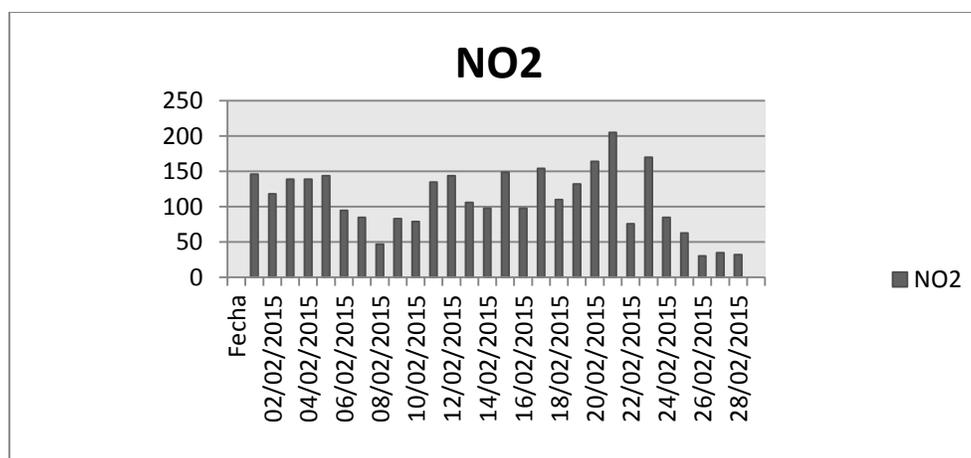
Fecha	Temperatura	NO2	Presión	Temp Ambiente	Humedad Rel	Vel Viento	Dir Viento	Rad Solar
01/02/2015	36.7	146	896.04	13.36	19.16	0.81	225.01	173.9
02/02/2015	36.8	118	893.71	16.84	29.88	1.1	187.06	228.4
03/02/2015	35.1	139	893.01	15.3	38.43	0.69	193.34	186.5
04/02/2015	35.1	139	891.15	18.1	10.49	1.24	196.12	219.6
05/02/2015	34	144	894.26	16.91	29.89	0.81	219.86	161.4
06/02/2015	34.7	95	897.62	15.72	24.66	0.89	217.58	155.8
07/02/2015	32.5	85	895.81	15.27	55.23	0.84	230.65	138
08/02/2015	33.2	47	897.7	13.63	73.09	1.09	215.06	64.48
09/02/2015	33.9	83	896.42	14.63	73.42	0.75	197.09	117.8
10/02/2015	33.9	79	893.73	14.51	67.6	0.94	208.85	92.73
11/02/2015	35	135	894.26	14.91	73.61	0.67	211.11	102.4
12/02/2015	33.1	144	895.41	15.05	38.6	0.71	216.77	151.7
13/02/2015	32.5	106	892.58	15.53	50.49	0.84	210.15	124.5
14/02/2015	33	98	889.43	17.09	47.01	0.65	215.41	159
15/02/2015	38.8	149	891.33	16.44	16.47	0.74	203.88	184.3
16/02/2015	34	98	892.55	14.75	28.77	0.86	223.2	190.1
17/02/2015	37.2	154	893.69	13.57	20.92	1.06	214.62	252.4
18/02/2015	33.9	110	893.3	11.04	38.32	0.76	231.35	152.1
19/02/2015	36	132	891.7	11.44	27.03	0.71	212.77	142.6
20/02/2015	35.7	164	886.83	13.76	15.18	0.92	200.52	162
21/02/2015	34.9	205	886.37	12.27	20.93	1.49	208.38	161.2
22/02/2015	40.7	76	897.52	4.92	35.91	0.95	239.99	169
23/02/2015	33.8	170	891.31	8.98	23.07	0.93	197.8	173.4
24/02/2015	36.9	85	888.29	18.49	6.74	1.69	215.85	142.6
25/02/2015	34.7	63	890.3	17	10.78	1.41	191.16	69.83
26/02/2015	25.6	30.6	900.56	9.32	16.75	0.97	203.37	42.41
27/02/2015	25.9	34.7	899.49	11.46	18.73	0.74	188.95	41.78
28/02/2015	26	32.2	899.2	12.7	12.73	0.69	262.31	37.02

Tabla 4.-Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad Gómez palacio Durango. Mes de febrero del 2015 (UJED).

Resultados obtenidos de la media, moda, mediana y varianza bióxido de nitrógeno (NO₂).

Método estadístico	Cantidad	Unidad de medida
Media	85.0536226	ppm
Moda	139	ppm
Mediana	85.0536226	ppm
Varianza	2010.33581	ppm

Grafica 4.- Concentración del contaminante (NO₂) en el mes de febrero del 2015, de la estación de monitoreo ubicada en el núcleo universitario de la ciudad de Gómez Palacio, Durango (UJED).



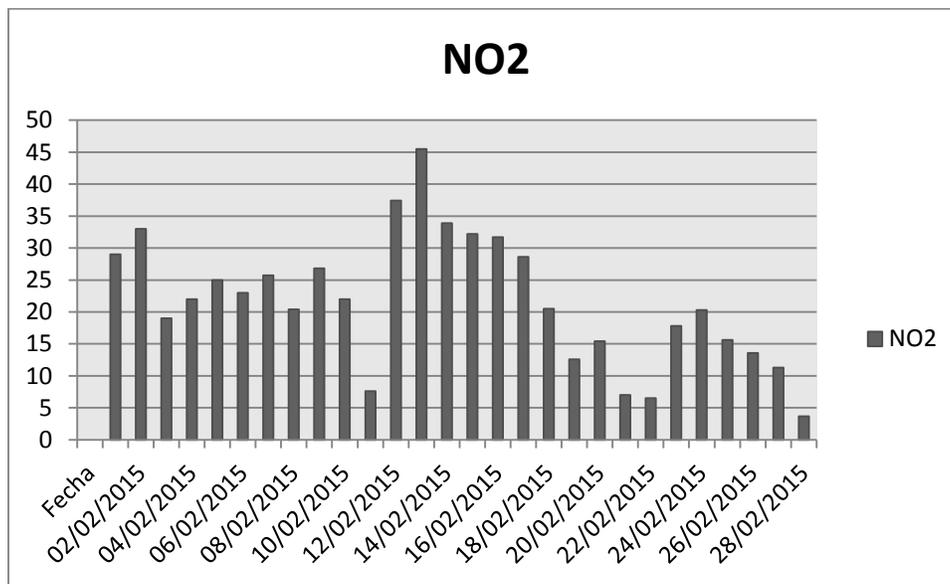
Fecha	Temperatura	NO2	Presión	Temp Ambiente	Humedad Rel	Vel Viento	Dir Viento	Rad Solar
01/02/2015	28.5	29	885.87	19.32	85.13	0.51	232.49	645
02/02/2015	30.7	33	883.63	26.83	36.49	0.83	207.57	158.07
03/02/2015	30.1	19	886.35	27.37	29.13	1.1	217.32	153.66
04/02/2015	28.8	22	891.32	25.35	50.03	2	130.62	105.79
05/02/2015	28.6	25	889.64	24.27	33.15	1	213.55	130.88
06/02/2015	28.6	23	886.44	25.42	19.00	0.93	183.57	147.53
07/02/2015	28	25.7	888.12	19.12	51.40	0.79	211.04	469
08/02/2015	27.8	20.4	890.22	22.37	2.14	0.61	214.17	409.6
09/02/2015	30.3	26.8	890.32	21.32	1.78	3.1	316.51	547.36
10/02/2015	30.2	22	890.7	22.39	26.64	3.12	306.18	665.74
11/02/2015	30.4	7.6	890.63	23.46	25.67	2.96	304.08	771.19
12/02/2015	29.7	37.4	890.01	24.09	12.18	2.83	246.91	807.04
13/02/2015	28.8	45.5	889.6	24.45	15.83	2.85	241.5	793.37
14/02/2015	28.3	33.9	889.27	24.83	22.12	3.01	227.76	722.63
15/02/2015	28.1	32.2	889.06	25.14	18.02	2.8	236.18	588.73
16/02/2015	27.9	31.7	889.22	25.33	11.90	2.54	293.04	404.15
17/02/2015	27.6	28.6	889.32	25.05	26.61	2.04	283.91	186.77
18/02/2015	27.6	20.5	889.87	23.72	10.67	1.27	243.83	13.94
19/02/2015	27.2	12.6	890.81	22.08	25.19	1.48	160.27	153.36
20/02/2015	26.7	15.4	891.83	20.47	36.03	1.57	163.2	97.8
21/02/2015	26.7	7	892.95	19.34	98.26	0.76	279.08	138.82
22/02/2015	26.7	6.5	893.48	19.21	53.03	1.11	252.55	247.82
23/02/2015	26.8	17.8	893.57	18.43	95.89	0.98	144.06	265.13
24/02/2015	26.8	20.3	893.85	17.55	25.20	1.23	115.78	168.09
25/02/2015	26.9	15.6	894.27	15.93	29.01	1.48	264.41	252.12
26/02/2015	26.8	13.6	894.58	14.36	38.67	1.88	312.74	306.15
27/02/2015	26.9	11.3	894.73	13.15	42.99	0.88	304.21	312.8
28/02/2015	26.9	3.7	895.06	13.09	50.50	0.97	314	295.05

Tabla 5.-Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad Lerdo, Durango. Mes de febrero del 2015 (SAGARPA).

Resultados obtenidos de la media, moda, mediana y varianza bióxido de nitrógeno (NO₂).

Método estadístico	Cantidad	Unidad de medida
Media	15.4182389	ppm
Moda	22	Ppm
Mediana	15.4182389	Ppm
Varianza	103.199299	ppm

Grafica 5.- Concentración del contaminante (NO₂) en el mes de febrero del 2015, de la estación de monitoreo ubicada en la Ciudad Lerdo, Durango. (SAGARPA).



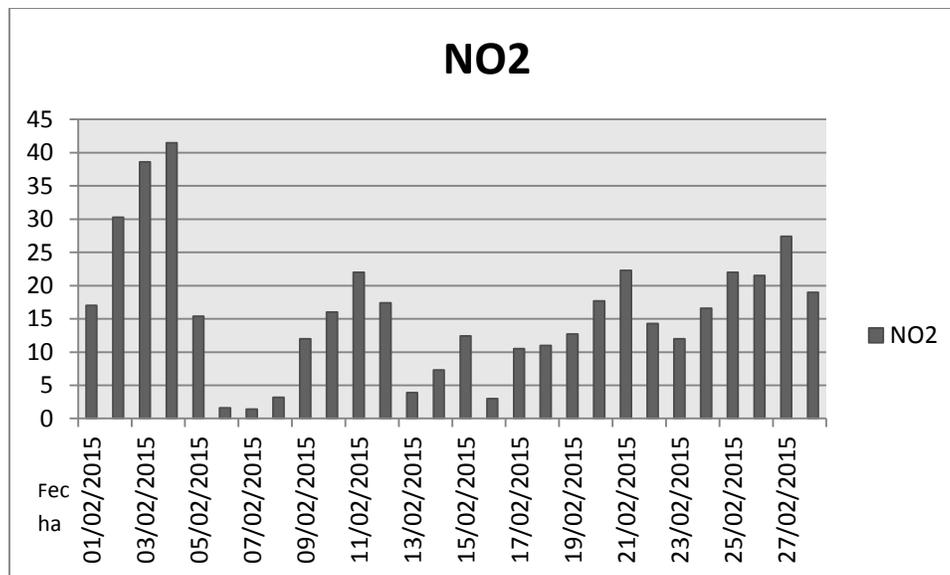
Fecha	Temperatura	NO2	Presión	Temp Ambiente	Humedad Rel	Vel Viento	Dir Viento	Rad Solar
01/02/2015	26.8	17	896.51	17.64	25.25	1.37	145.2	496.53
02/02/2015	26.7	30.3	896.27	18.21	17.17	1.52	137.68	683.11
03/02/2015	27.1	38.6	895.56	20.87	-21.26	0.87	154.71	767.06
04/02/2015	28	41.5	891.13	24.02	16.62	1.11	101.46	87.04
05/02/2015	27.6	15.4	891.47	23.17	14.57	0.79	216.03	5.83
06/02/2015	27	1.6	892.12	21.9	31.86	0.51	187.33	-4.82
07/02/2015	26.7	1.4	892.63	20.77	28.19	0.35	222.81	-4.71
08/02/2015	26.8	3.2	892.86	19.34	50.82	0.52	251.45	-4.66
09/02/2015	26.8	12	892.89	18.09	21.91	0.53	240.61	-4.67
10/02/2015	26.9	16	892.72	17.23	17.74	0.44	243.37	-4.68
11/02/2015	26.9	22	892.66	16.36	24.57	0.49	235.34	-4.72
12/02/2015	26.9	17.4	892.6	14.96	26.83	0.55	283.26	-4.69
13/02/2015	27	3.9	892.33	13.82	33.15	0.74	276.55	-4.7
14/02/2015	26.9	7.3	892.24	13.11	28.41	0.92	277.02	-4.67
15/02/2015	27.1	12.4	892.33	12.66	7.5	0.76	270.26	-4.74
16/02/2015	26.9	3	892.95	12.5	4.95	0.56	266.91	-4.75
17/02/2015	27.1	10.5	893.32	12.23	34.04	0.41	232.3	-3.39
18/02/2015	27.1	11	893.76	13.59	38.74	0.39	241.65	83.04
19/02/2015	26.9	12.7	894	16.84	30.32	0.61	186.65	291.66
20/02/2015	26.9	17.7	894.05	19.28	3.81	0.72	164.79	494.26
21/02/2015	27	22.3	893.75	22.54	-7.42	0.6	154.95	668.66
22/02/2015	27.4	14.3	893.12	24.44	-16.1	0.76	190.46	757.2
23/02/2015	27.6	12	891.96	25.07	-11.05	1	155.47	799.46
24/02/2015	29.5	16.6	889.79	25.88	-20.28	1.33	140.22	783.69
25/02/2015	31.7	22	888	26.37	12.77	1.52	122.38	712.71
26/02/2015	33.1	21.5	886.78	26.57	14.15	1.68	123.75	584.3
27/02/2015	33.6	27.4	886.2	26.58	14.39	1.72	117.6	370.18
28/02/2015	33.1	19	886.48	26.26	14.71	1.5	120.77	162.82

Tabla 6.-Datos obtenidos del contaminante bióxido de nitrógeno en la caseta de monitoreo ambiental ubicada en Ciudad de Gómez Palacio Durango. Mes de febrero del 2015 (CAMPESTRE).

Resultados obtenidos de la media, moda, mediana y varianza bióxido de nitrógeno (NO₂).

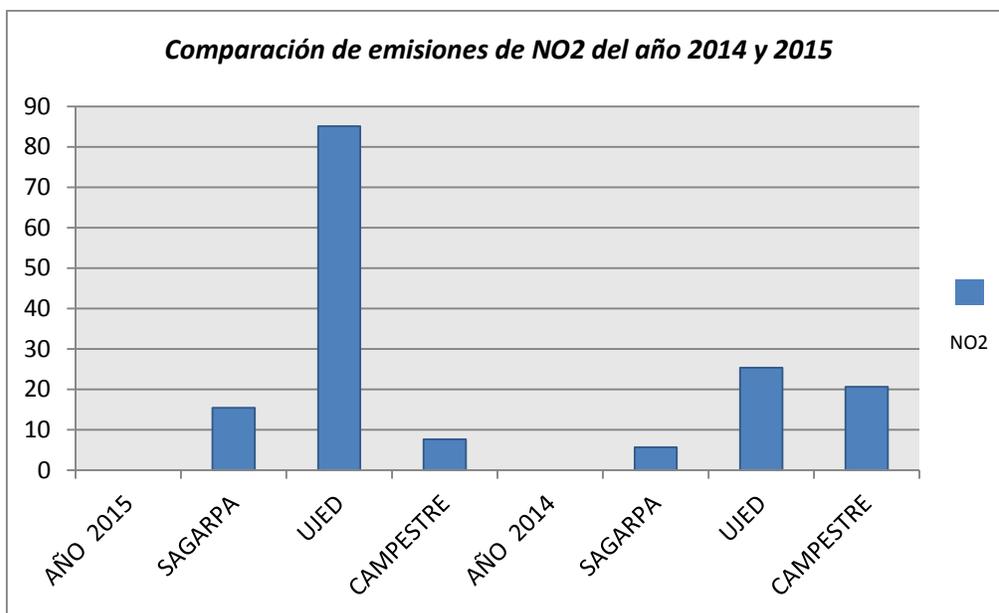
Método estadístico	Cantidad	Unidad de medida
Media	7.61798843	ppm
Moda	12	ppm
Mediana	7.61798843	ppm
Varianza	101.56582	ppm

Grafica 6.-Concentración del contaminante (NO₂) en el mes de febrero del 2015, de la estación de monitoreo ubicada en la Ciudad de Gómez Palacio Durango (CAMPESTRE).



Comparación de las emisiones de bióxido de nitrógeno (NO₂), emitido a la atmosfera de la Comarca Lagunera, de Durango, entre la Media de los resultados obtenidos, entre los meses de febrero del año 2014 y febrero del año 2015.

Resultado de la Media, Año 2015			Resultado de la Media, Año 2014		
Caseta	Cantidad	Unidad de Medida	Caseta	Cantidad	Unidad de medida
SAGARPA	15.4182389	ppm	SAGARPA	5.64693327	ppm
UJED	85.0536226	ppm	UJED	25.35677769	ppm
CAMPESTRE	7.61798843	ppm	CAMPESTRE	20.6035	ppm



Grafica 7.- Grafica de comparación de emisiones año 2014 y 2015

5.2 DISCUSIÓN

Los resultados evaluados por los equipos, mostraron un incremento del contaminante denominado Bixido de Nitrogeno, en la atmosfera ubrana de la comarca lagunera de Durango, para el año 2015, probablemente debido a las actividades antropogénicas y del aumento tanto de la poblacion, como al aumento del parque vehicular.

En los últimos años el inventario nacional de emisiones (INEM) de la comarca lagunera de Durango se ha registrado incrementado las concentraciones de emisiones de los contaminantes criterio, entre ellos el bióxido de nitrógeno, que se emiten a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y fuentes móviles, causando un problema a la salud de la poblacional de la región(Molina, 2012).

De acuerdo con el programa PROAIRE para la mejora de la calidad del aire en la region de la comarca lagunera se determino que en los ultimos años ha vido un incremento bastante elevado de los contaminates criterio entre ellos el bioxido de nitrogeno (NO₂), y se plantean acciones y estrategias para la prevención el control de la contaminación del aire así como el diseño de mecanismos de evaluación para su seguimiento, en donde se contará con la participación y el involucramiento de los gestores de calidad del aire de la región (Nevarez *et al.*, 2010).

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos con la metodología empleada en el presente trabajo podemos concluir que:

1. El nivel de bióxido de nitrógeno incrementa en la atmosfera de la comarca lagunera de Durango debido a las actividades antropogénicas y de acuerdo a las comparaciones con datos recabados del último año se analiza que existe un aumento de contaminante.
2. Comparando los promedios anuales entre los 2014 y el año 2015, en la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, que nos regula y nos indica los límites máximos permisibles del contaminante Bióxido de Nitrógeno nos permite hasta un máximo de 21 ppm. Con los resultados obtenidos del año 2014 se constató un promedio de 17.2024 ppm, de las tres casetas de monitoreo, los límites máximos permisibles estaban dentro la Norma, y en el año 2015 tuvo un incremento de 18.82 ppm alcanzando un promedio final 36.029 ppm de las tres casetas de monitoreo, Es decir que rebasamos los límites máximos permisibles de la Norma Oficial Mexicana.
3. En la caseta de monitoreo ubicada en la Ciudad Lerdo Durango. (UJED). Se obtuvieron mayores concentraciones de Bióxido de Nitrógeno en los dos años (febrero 2014 y 2015) debido a sus condiciones geográficas de la ubicación de las fuentes de emisiones de Bióxido de Nitrógeno.
4. El contaminante bióxido de nitrógeno, tiene efectos sobre la salud humana, por eso es muy importante tomar medidas de mitigación para tener una mejora en la calidad del aire en La Comarca Lagunera de Durango.

6.1 RECOMEDACIONES

- ✓ Para futuros trabajos poder analizar resultados anuales y compararlos con la normatividad vigente.
- ✓ Consultar estadísticamente los efectos en la salud humana.
- ✓ Recomendar medidas para mitigar los efectos del contaminante bióxido de nitrógeno (NO₂).
- ✓ Difundir la información relativa a la calidad del aire de la Región Comarca Lagunera
- ✓ Implementar la verificación vehicular en los municipios del estado que conforman la comarca lagunera.

VII LITERATURA CITADA

- Albert, L. A. 1999. "Contaminación ambiental. Origen, clases, fuentes y efectos." Sociedad Mexicana de Toxicología, A. C.
- Álvarez, J., L. Borrás, C. Gabaldón y P. Marzal 2010. "Caracterización de la contaminación." Universidad de Valencia.
- Aragonés, N., J. Serrano y J. S. Fernández-Patier 1999. "Contaminantes atmosféricos y su vigilancia." Rev Esp Salud Pública.
- Aránguez, E., J. M. Ordóñez, J. S. Fernández-Patier, A. Gandarillas y I. Galán 1999. "Contaminantes atmosféricos y su vigilancia
- Ballester-Díaz, F., M. Sáez-Zafra, E. Alonso-Fuste y M. Taracido-Trunk 1999. "La contaminación atmosférica." Rev. Esp Salud Pública.
- Ballester, F. 2005. "Contaminación atmosférica, cambio climático y salud." Revista Española Salud Pública.
- Barón-López, J. F. 2010. "Instrucciones sobre cómo presentar la estadística en un trabajo científico." revista científica cinética media.
- Bermúdez, M. 2010. "Contaminación y turismo sostenible." La contaminación.
- Berroa-Atencio, H., Y. Cordori-Zegarra y J. Ticona-Quea 2010. "Evaluación de los parámetros de rendimientos del método espectrofotométrico para la determinación de NO₂ en el medio ambiente." Revista Sociedad Química Perú.
- Bertrand-Arthus, Y. 2014. "Headline statements from the summary for policymaker." Revista Climate Change.

- Camacho-García, M. O. y L. Flamand 2007. "Políticas intergubernamentales para controlar la contaminación del aire en ciudades mexicanas." *Gestión y Política Pública*.
- Camilloni, I. 2001. "Composición y estructura de la atmósfera." *EXPLORA Ciencias Naturales*.
- Cañada-Martínez, A., V. García-González y V. Rodríguez-Suárez 1999. "Efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la mortandad: resultados del proyecto EMECAM en dos ciudades de Asturias." *Rev Esp Salud Pública*.
- Carnicer, J. M. 2006. "Contaminación Ambiental." *Rev. Científica Contaminación, Atmosfera*.
- Corvalán, R. 1998. "Contaminación Atmosférica en la Ciudad de Santiago." *Ciencia Al Día Internacional*.
- Chavez-Palacios, J. 2002. "Desarrollo tecnológico de la primera revolución industrial " *Revista Norva de Historia*.
- Estuardo, A. 2012. "Estadísticas y probabilidades " *Libros de estadísticas*.
- García-Reynosa, J. A. 2007. "Evaluación del riesgo por contaminantes criterios y formaldehído en la Ciudad de México." *Revista Interna de Contaminación Ambiental* .
- García, -. F., C. 2014. "El cambio climático: los aspectos científicos y económicos más relevantes." *Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*.

- García, M., H. Ramírez, H. Ulloa, O. García, A. Meulenert y G. Alcalá 2013. "concentración de contaminantes de SO₂, NO₂ Y correlación con H, SO₄-2 y NO₃ durante la temporada de lluvias en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México." Rev Chil Enf Respir.
- Gaviria, G., C. F. Muñoz, J. C. González y J. Gabriel 2012. "Contaminación del aire y vulnerabilidad de individuos expuestos: un caso de estudios para el centro de Medellín." Revista Facultad Nacional de Salud Pública.
- Granados-Sánchez, D., F. G. López-Ríos y M. A. Hernández-García 2010. "Acid rain forest ecosystems." Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.
- Herrera, M. L. y M. Campos 2005. "Control de la calidad para un laboratorio de microbiología " Revista médica del hospital nacional de niños.
- INEGI 2010. "Cambio climático y estadística oficial " en línea (http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/especiales/revista-inter/num_1_2010/Doctos/RDE_Num01_Nov2010_Art01.pdf)(consultado el 02/02/2016)
- Juárez-Núñez, A. y E. A. Martínez-Mirón 1996. "¿Porque medir la calidad del aire?" Revista Científica Contaminación.
- Juárez, A., E. Núñez y M. Martínez, A. 1999. "¿Porque medir la calida del aire?" Revista científica contaminación.
- Kibble, A. y R. Harrison 2005. "Point sources of air pollution." In Depth Review.

- Martín, E., O. Fernández y J. Atienza 2015. "La docencia en ciencias medioambientales en la universidad autónoma de Madrid " Formación universitaria.
- Martínez-Martínez, J., G. Calbillo y A. Contreras 2010. "Programa para mejorar la calidad del aire en la región de la Comarca Lagudera 2010-2015." SEMARNAT.
- Matus, P. y L. Rodrigo 2002. "Calidad del aire." Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias.
- Mercado, J. M. 1999. "Fotosíntesis y cambios en la composición de la atmósfera." Ciencia Al Día Internacional.
- Molina, C. 2012. "Implicaciones de la contaminación atmosférica sobre la salud. Centro de investigación Mario Molina." Revista, Contaminación.
- Montaño-Arias, N. M. y A. L. Sandoval-Pérez 2007. "Contaminación atmosférica y salud." RevISTA Científica Contaminación Atmosférica.
- Nevarez, E. A., J. Gualberto y A. Pérez 2010. "Programa para mejorar la calidad de aire en la región de la Comarca Lagunera." Artículo científico.
- Ojeda-Bustamante, W., E. Sifuentes-Ibarra, M. Covarrubias-Íñiguez y M. Montero-Martínez 2011. "Impacto del cambio climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los cultivos." Agrociencia.
- Oyarzún, M. 2010. "Contaminación aérea y sus efectos en la salud." Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias.

- Préndez, M., R. Corvalán y M. Cisternas 2007. "Estudio preliminar del material particulado de fuentes estacionarias: Aplicación al sistema de compensación de emisiones en la Región Metropolitana, Chile." Información Tecnológica.
- Quintero-Nuñez, M., A. Gómez-Álvarez y J. Valera-Salazar 2013. "Evaluación de la calidad del aire respecto de partículas suspendidas totales (PST) y metales pesados (Pb, Cd, Ni, Cu, Cr) en la Ciudad de Hermosillo Sonora, México, durante un periodo anual." Revista Interna de Contaminación Ambiental.
- Ramón, F. 2012. "Cambio climático, alteraciones ambientales y pobreza en el paraguay." CLACSO-CROP.
- Regueira, M., Y. Schlatter, G. Díaz y C. Portilla 2009. "Determinación de la concentración de dióxido de nitrógeno en la atmósfera de Ciudad de la Habana mediante captadores pasivos." Revista CENIC. Ciencias Químicas.
- Reyes, G., R. De Sousa y A. Petersen 2006. "La prevención de la contaminación industrial como asignatura para la formación ambiental universitaria." Universidad , Ciencia y Tecnología.
- Reyna-Ramos, J. 1999. "La contaminación ambiental." Revista Contaminación Ambiental.
- Rivera, C. 2013. "Nitrogen dioxide DOAS measurements from ground and space: comparison of zenith scattered sunlight ground-based measurements and OMI data in Central México." *Atmósfera*.

- Rocha-Gutiérrez, B. A., M. R. Peralta-Pérez y F. J. Zavala-Díaz de la Serna 2015. "Revisión global de los contaminantes emergentes PBDE Y el caso particular de México." revista Interna de Contaminación Ambiental.
- Samoli, E., E. Aga, G. Touloumi, K. Nisiotis, B. Forsberg y A. Lefran 2007. "Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA projec." Rev Europea.
- Sánchez-Ortiz, L. 2012. "Equipos para la medición de la calidad del aire." Tecnología de medición.
- Sandoval-Pérez, A. L. 2009. "Estudio químico científico de la formación de oxidos de nitrógeno en la combustión se llena de metano." Revista Enérgica.
- SEMARNAT 2010. "Educación Ambiental." En Línea (<http://www.lineaverdemunicipal.com/Recursos-educacion-ambiental/Aire-ozono-juegos.pdf>)(Consultado 05/02/2016).
- Silva, A. y D. Arcos 2011. "Aplicación del programa AERMOD para modelar dispersión de PM10 emitido por equipos de calefacción a leña en la ciudad de contitución." Obras y Proyectos.
- Solomon, C., D. L. Chistian, B. S. Chen y M. T. Kleinman 1999. "Effect of serial-day exposure to nitrogen dioxide on airway and blood leukocytes and lymphocytes subsets." European Respiratory Journal.
- Tenís, J. M., S. Pérez-Hoyos y F. Ballester- Díez 1999. "Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción." Revista Española Salud Pública.
- Trujillo-Contreras, G., H. G. Rivera, H. Romero-Pinzón y M. Olaya-Triana 2007. "Adaptation to climate change in Colombia." Revista de Ingeniería.

Vargas, S., W. Onatra, L. Osorno y E. Páez 2008. "Contaminación atmosférica y efectos respiratorios en niños, en mujeres embarazadas y el adultos mayores." Revista U. D. C. A..