	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL	VIGENCIA: 2017-11-16
	REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 1 de 7

FECHA: Martes, 16 de julio de 2019

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
BIBLIOTECA
Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Seccional Girardot
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Ambiental

El Autor(Es):


APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	Nº. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Hernández Forero	Julián Mateo	1105690110

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Macías Hernández	Bárbara Azucena
Suárez Pulido	Dalia Xiomara

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL	VIGENCIA: 2017-11-16
	REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 2 de 7

TÍTULO DEL DOCUMENTO
ESTIMACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CARBONO (CO y CO ₂) EN PARQUES URBANOS Y EL ÁREA NATURAL "EL REFUGIO" EN CIUDAD VICTORIA, MÉXICO

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)


TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: (Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía)
Ingeniero Ambiental

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
03/07/2019	45

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Calidad del aire	Air quality
2. Monóxido de carbono	Carbon monoxide
3. Dióxido de carbono	Carbon dioxide
4. Área verde	Green area
5. Variable higratérmica	Hygrothermal variable
6. Depuración del aire	Air purification

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL	VIGENCIA: 2017-11-16
	REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 3 de 7


RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español)

Las emisiones de carbono generadas principalmente por los vehículos en las ciudades es una de las principales causas de contaminación atmosférica, generando efectos adversos a la salud de la población como a la calidad del aire. El monóxido de carbono (CO) es un gas que afecta severamente la salud, mientras que el dióxido de carbono (CO₂) es uno de los principales gases de efecto invernadero. El objetivo del presente trabajo fue determinar las concentraciones de carbono (CO y CO₂) en diferentes zonas de Ciudad Victoria, México, además de determinar la influencia de los factores higrotérmicos sobre las concentraciones de estos gases. Se realizó un muestreo durante un mes en cuatro de las principales áreas verdes urbanas, así como en el parque estatal "El Refugio" (Bosque Urbano). Los datos recolectados fueron analizados estadísticamente mediante el software SPSS IBM versión 25. Se realizó una ANOVA tipo III con prueba Tukey para conocer la significancia estadística de los datos, El análisis descriptivo se analizó mediante correlaciones con Prueba de Pearson entre concentraciones y variables higrotérmicas. Los resultados mostrados arrojaron que las concentraciones de monóxido de carbono sobrepasa el valor máximo permisible según la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, mientras que los niveles de dióxido de carbono registrados se encuentran dentro de los rangos establecidos por la USDA y el ASHRAE. Las variables higrotérmicas (temperatura y humedad relativa) no tuvieron influencia en las concentraciones excepto en la relación temperatura-CO, además se denotó como el tipo de vegetación puede influir en la captura de carbono.

The carbon emissions generated mainly by vehicles in cities is one of the main causes of air pollution, generating adverse effects on the health of the population as well as air quality. Carbon monoxide (CO) is a gas that severely affects health, while carbon dioxide (CO₂) is one of the main greenhouse gases. The objective of the present work was to determine carbon concentrations (CO and CO₂) in different areas of Ciudad Victoria, Mexico, as well as to determine the influence of hygrothermal factors on the concentrations of these gases. A sampling was carried out during a month in four of the main urban green areas, as well as in the state park "El Refugio" (Urban Forest). The data collected were statistically analyzed using the software SPSS IBM version 25. An ANOVA type III was performed with Tukey test to know the statistical significance of the data. The descriptive analysis was analyzed by correlations with Pearson's test between concentrations and hygrothermal variables. The results showed that the concentrations of carbon monoxide exceed the maximum permissible value according to the Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, while the registered carbon dioxide levels are within the ranges established by the USDA and the ASHRAE. The hygrothermal variables (temperature and relative humidity) had no influence on the concentrations except the temperature-CO ratio, and it was also noted how the type of vegetation can influence the carbon capture.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT. 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL	VIGENCIA: 2017-11-16
	REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 4 de 7

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



MACROPROCESO DE APOYO
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

CÓDIGO: AAAR113
VERSIÓN: 3
VIGENCIA: 2017-11-16
PAGINA: 5 de 7

y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI NO x**.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 6 de 7

patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.


e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL	VIGENCIA: 2017-11-16
	REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 7 de 7



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (e). Texto, imagen, video, etc.)
1. ESTIMACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CARBONO (CO y CO ₂) EN PARQUES URBANOS Y EL ÁREA NATURAL "EL REFUGIO" EN CIUDAD VICTORIA, MÉXICO.	Texto
2.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Hernández Forero Julián Mateo	Mateo Hernandez

21.1-51.20.

ESTIMACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CARBONO (CO y CO₂) EN PARQUES
URBANOS Y EL ÁREA NATURAL “EL REFUGIO” EN CIUDAD VICTORIA, MÉXICO

JULIAN MATEO HERNANDEZ FORERO

Cód.: 363214151

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

GIRARDOT-CUNDINAMARCA

2019

ESTIMACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CARBONO (CO y CO₂) EN PARQUES
URBANOS Y EL ÁREA NATURAL “EL REFUGIO” EN CIUDAD VICTORIA, MÉXICO

JULIAN MATEO HERNANDEZ FORERO

Cód.: 363214151

Trabajo de grado opción pasantía para optar el título de ingeniero ambiental

Asesor externo

DRA. BARBARA AZUCENA MACIAS HERNANDEZ

Ingeniera en Ciencias Ambientales, Mg. en Ciencias en Salud Pública, mención en Seguridad e

Higiene industrial y PhD. en Filosofía, mención en Salud ambiental y Manejo de riesgo

Asesor interno

DALIA XIOMARA SUAREZ PULIDO

Bióloga

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

GIRARDOT-CUNDINAMARCA

2019

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	12
4. MARCO DE REFERENCIA	13
4.1 Marco legal.....	13
5. METODOLOGÍA	15
5.1 Área de estudio.....	15
5.2 Diseño de muestreo	17
5.3 Análisis de datos.....	19
6. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	21
7. CONCLUSIONES.....	33
8. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS	42

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Valores de r de la correlación Pearson	20
Tabla 2 Análisis de varianza de las concentraciones de CO ₂ por plazas de muestreo.....	24
Tabla 3 Análisis de varianza de las concentraciones de CO por plazas de muestreo	25
Tabla 4 Análisis descriptivo de CO ₂ por plazas respecto a horarios diferentes	26
Tabla 5 Análisis descriptivo de CO por plazas respecto a horarios diferentes.....	27
Tabla 6 Cobertura relativa de líquenes en áreas de muestreo.....	32

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Tamaulipas en Estados Unidos Mexicanos.	15
Figura 2. Áreas de estudio en Ciudad Victoria.	16
Figura 3. Bosque Urbano en Área Natural Protegida Parque Estatal “El Refugio”, Ciudad Victoria, Tamaulipas.	17
Figura 4. Cronograma de muestreo.	17
Figura 5. División del bosque urbano para muestreos	18
Figura 6. Sensor Kit Vertical IoT Libelium Smart Environment PRO, instrumento usado en campo para la recolección de datos.	18
Figura 7. Mecanismo de función de los sensores-computador.	19
Figura 8. Relación de temperatura y humedad relativa de las plazas y bosque urbano	21
Figura 9. Media de las concentraciones de CO ₂ por plazas	22
Figura 10. Media de las concentraciones de CO por plazas	22
Figura 11. Correlación entre las variables de CO ₂ (ppm) y temperatura (°C)	28
Figura 12. Correlación entre las variables de CO ₂ (ppm) y humedad relativa (%)	29
Figura 13. Correlación entre las variables de CO (ppm) y temperatura (°C)	30
Figura 14. Correlación entre las variables de CO (ppm) y humedad relativa (%)	31

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Equipos de muestreo	42
Anexo 2. Áreas de estudio y desarrollo en campo del muestreo	42
Anexo 3. Vista de los datos en Excel.....	43
Anexo 4. Vista de los datos en SPSS	44

INTRODUCCIÓN

El aire no puede ser totalmente puro, sin embargo a medida que el hombre “progresas” sobre la faz de la Tierra y descubre nuevas maneras de facilitar su trabajo, su transporte, la producción en serie, la siembra y cosecha masiva y la industrialización, vierte cada vez más desechos a la atmósfera (Alonso et al., 2007), la acumulación de estos compuestos que se suman a la variabilidad natural del clima durante periodos de tiempo comparables, han contribuido al denominado cambio climático (IDEAM, 2014). México, se ubica en el puesto 15 entre las economías más fuertes del mundo, por segundo año consecutivo (Fondo Monetario Internacional, 2018), su desarrollo económico ha sido estable los últimos años debido a los diferentes procesos de explotación de recursos naturales (Pérez y Castañeda., 2012), razón por la cual, la calidad del aire dentro de las ciudades capitales se encuentra muy comprometida (Corona y Rojas., 2009).

Según el último monitoreo sobre calidad del aire en Ciudad Victoria, esta nunca cumplió con la norma respecto a emisiones atmosféricas que provienen principalmente de la industria textil y el gran parque vehicular dentro de la ciudad (Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2018), lo cual ha hecho replantear la postura respecto a las emisiones y las medidas de mitigación. Para ello, se ha planteado la implementación de parques urbanos (áreas verdes) como una medida que proporcionaría una mejora sobre la calidad del aire (Alejandro, Juárez, Xavier y Macías., 2017), debido a la capacidad de estas zonas de asimilar y almacenar grandes cantidades de carbono dentro de su organismo (Rodríguez, Jiménez, Meza, Aguirre y Razo., 2008).

La implementación de las áreas verdes en las ciudades es una medida de uso frecuente en los últimos años, ya que además de brindar beneficios sociales como el embellecimiento urbano,

mejora la circulación del agua, regula los recursos del suelo, tiene la capacidad de depurar el recurso aire, a partir de la reducción de los contaminantes como el monóxido y dióxido de carbono, genera una mejora en el microclima y amortiguan las temperaturas reduciendo el efecto de la “isla de calor urbano” (Banco Interamericano de Desarrollo, 1998), donde se denota que el papel que juegan estas áreas verdes dentro de las ciudades es indispensable e importante, tanto para la calidad de vida social como ambiental.

En Ciudad Victoria existen diferentes zonas que cumplen con las funciones descritas anteriormente, unas con mayor cobertura vegetal que otras, por tales motivos es indispensable que dentro de la ciudad se protejan e incentiven la conservación de estas zonas de amortiguamiento. Para el establecimiento de medidas de conservación de las áreas verdes en la ciudad es necesario conocer las concentraciones de carbono y las variaciones de los factores higrotérmicos (temperatura y humedad principalmente) debido a que estos factores pueden influenciar y ser relevantes en la viabilidad de estas zonas dentro de la ciudad (Pérez y López, 2015), con esto, se puede correlacionar como las variaciones higrotérmicas puede influenciar en la concentraciones de carbono en puntos con zonas verdes ya establecidas (Morales, Piedra, Romero y Bermúdez, 2018).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El calentamiento global es una de las principales consecuencias que ha afectado el desarrollo normal de la sociedad (Caballero, Lozano y Ortega., 2007), esto se debe principalmente al aumento descontrolado de los gases contaminantes como el ozono (O_3), dióxido y monóxido de carbono, metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), entre otros, siendo los más emitidos por actividades antropogénicas a nivel mundial (Saynes, Etchevers, Paz y Alvarado, 2016), donde el CO_2 es el gas más emitido y que se encuentra en grandes cantidades en la atmósfera generando serios daños en diferentes escenarios a nivel ambiental (Laguna, Pérez, Aguirre y Treviño., 2006), y el CO que produce serios problemas a la salud humana, generando problemas respiratorios, tales como cáncer pulmonar, hipoxia y demás, donde este último desplaza del O_2 de la hemoglobina que puede llegar a causar hasta la muerte, (Oyarzún, 2010).

Es clara la preocupación global que genera esta problemática ambiental y ha crecido el interés por impulsar acciones que mitiguen la generación de CO y CO_2 a partir de la promoción e instalación de sumideros naturales, entre los cuales se encuentran los remanentes de vegetación natural, zonas verdes en áreas urbanas, paredes verticales, techos verdes, cultivos de micro algas, etc., en las zonas más afectadas por dichas problemáticas (Saavedra, 2010). Ciudad Victoria, puede incluirse dentro de las ciudades mexicanas en conflicto con la calidad del aire debido al porcentaje de población urbanizada superior a 300,000 habitantes y un elevado flujo vehicular.

En Ciudad Victoria se contemplan dos principales causas al deterioro de la calidad del aire; parque vehicular e industrialización, está última en auge en el sector textil. El parque automotor es considerado el principal responsable dentro de la contaminación atmosférica, según la percepción social y además de la gran cantidad y variedad de vehículos circulantes, los cuales, en una gran proporción no cuentan con controles de emisiones (Secretaría de Desarrollo Urbano

y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2018). Esto deriva en el deterioro de la calidad de vida de la comunidad, la cual está expuesta a contraer enfermedades respiratorias, generar problemas de salud pública, perturbar los cultivos aledaños, entre otras consecuencias (Romero, Diego y Álvarez, 2006).

2. JUSTIFICACIÓN

Cuando se aborda una problemática ambiental se debe enfocar en dos aspectos importantes: salud humana y calidad ambiental. Se conoce de igual forma que dentro de las ciudades “en desarrollo” existen ya problemáticas sobre estos dos aspectos por la calidad del aire, por lo que se han incentivado estrategias para solventar de cierta manera estos efectos, una de estas es la creación y sostenibilidad de áreas verdes urbanas.

Estas zonas contemplan infinidad de beneficios a la comunidad, entre las cuales está la “depuración” del aire, captando gases contaminantes presentes en él (Banco Interamericano de Desarrollo, 1998), lo que justifica enormemente su utilidad e importancia dentro de los centros urbanos. Es necesario estimar las concentraciones de monóxido y dióxido de carbono de las áreas verdes dentro de la ciudad y compararlas con una segunda zona de estudio (bosque urbano) situado a las afueras de la ciudad, para lograr determinar la viabilidad y beneficios de la implementación de este tipo de espacios.

De igual forma, se podrá dar un diagnóstico sobre la calidad del aire de la ciudad, realizando comparaciones de concentraciones permisibles según la normatividad mexicana y apoyado en literatura. De esta forma, los beneficios ambientales que podrían repercutir serían importantes, el beneficio social para la comunidad puede establecerse en conocer el estado de la calidad del aire en las principales zonas de la ciudad y el embellecimiento urbano.

3. OBJETIVOS

GENERAL

Estimar las concentraciones de carbono (CO y CO₂) en parques urbanos de la zona centro y en los remanentes de vegetación natural en Ciudad Victoria - México.

ESPECÍFICOS

- 1) Analizar la calidad del aire de la zona de estudio respecto a los niveles de CO y CO₂ obtenidos comparándole con las concentraciones de una Área Natural Protegida.
- 2) Evaluar los valores de los parámetros higrotérmicos y su correlación con las concentraciones de CO y CO₂ en las diferentes zonas de estudio.
- 3) Establecer el efecto de las concentraciones de CO y CO₂ sobre la abundancia líquenes en las áreas de estudio.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 Marco legal

En México, por la **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos** publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación (DOF) es la norma con mayor jerarquía en el país, la cual menciona en su artículo 4º que “toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley”. Siguiendo el orden jerárquico y según la legislación ambiental mexicana, la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** publicada el 28 de febrero de 1988 establece en el artículo 1 “propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; V. La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas; VI. La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo”.

Centrándonos más en el proyecto, la legislación mexicana y según su siguiente escala descendente en normatividad, encontramos la **Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993**, la cual establece la “salud ambiental, criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO), valor permisible para la concentración de monóxido de carbono en aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población”, siendo la principal guía legislativa para el trabajo a realizar.

En México, los estados tienen leyes que aplican netamente para estos, así es como la **Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Tamaulipas**, la cual establece en el artículo 2º los objetivos de “contribuir al desarrollo social, económico y ambiental del Estado,

mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales”. De esta forma, dentro del Estado de Tamaulipas se encuentra el **Código para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas** publicado el 5 de junio de 2008 en el Periódico Oficial del Estado, el cual establece en el artículo 3º como uno de sus objetivos el “coordinar las acciones en materia de protección, conservación y restauración de los recursos naturales, relativos al agua, suelo y aire, considerándose la atinente a áreas naturales protegidas y zonas de amortiguamiento”.

5. METODOLOGÍA

5.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en conjunto con la Universidad Autónoma de Tamaulipas en Ciudad Victoria, Tamaulipas (Figura 1), específicamente en la zona centro de la ciudad, donde se encuentran ubicadas cuatro de las cinco áreas de estudio; Plaza Abasolo -1- (Latitud 2.373.582 Longitud -9.914.498), Plaza Hidalgo -2- (Latitud 2.373.184 Longitud -9.914.473), Plaza Juárez -3- (Latitud 2.373.151 Longitud -9.915.139) y Paseo Méndez -4- (Latitud 2.372.515 Longitud -9.915.310) (Figura 2) y en un remanente de bosque urbano (Latitud 2.372.850 Longitud -9.912.329) (Bosque Urbano en Área Natural Protegida Parque Estatal “El Refugio”) ubicado a las afueras de la ciudad (Figura 3). Las áreas fueron seleccionadas por su importancia social y ambiental.



Figura 1. Tamaulipas en Estados Unidos Mexicanos. Fuente; gestor de imágenes de Wikipedia

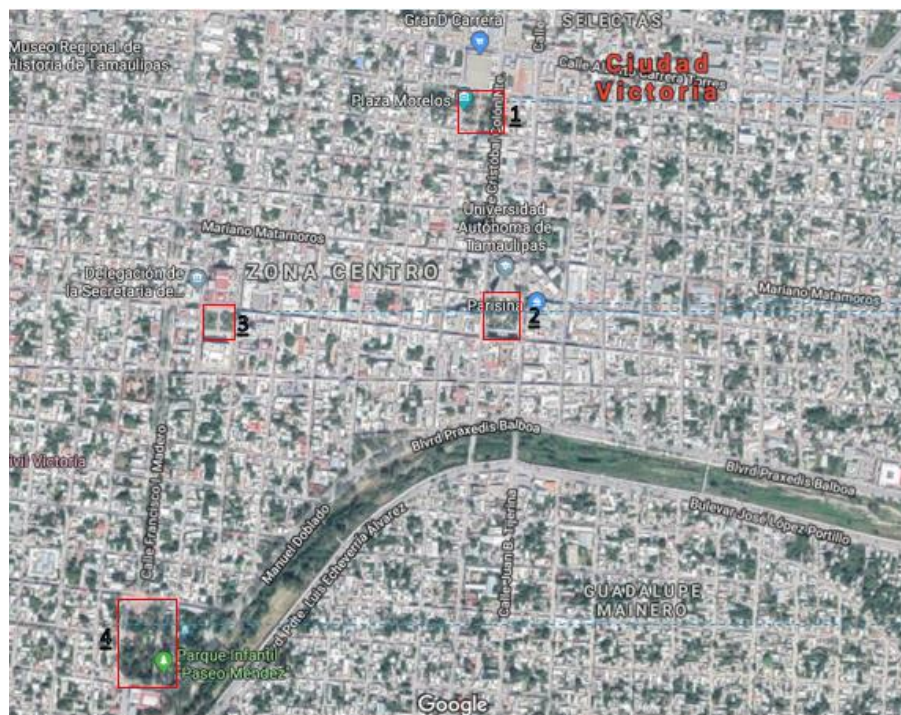


Figura 2. Áreas de estudio en Ciudad Victoria. Fuente; Google maps, editado por autor

Estas áreas se encuentran en Ciudad Victoria, ubicada entre los $23^{\circ}44'06''$ de latitud norte y a los $99^{\circ}07'51''$ de longitud oeste; a una altitud media de 321 metros sobre el nivel del mar; ocupa el 3.3% de la superficie del estado de Tamaulipas, la cual está dividida por las zonas Sierra Madre Oriental y la Llanura del Golfo Norte. La temperatura promedio mínima es de 16 grados y 30 grados como media máxima; el rango de precipitación es de 400 - 1,100 mm de lluvia, con un clima semicálido y subhúmedo, es lluvioso en verano; llegando a ser semiseco muy cálido y con humedad media (INEGI, 2009).

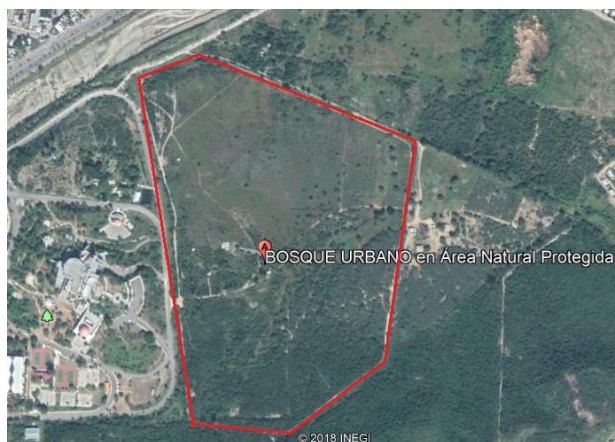


Figura 3. Bosque Urbano en Área Natural Protegida Parque Estatal “El Refugio”, Ciudad Victoria, Tamaulipas. Fuente; Google maps, editado por autor

5.2 Diseño de muestreo

El muestreo en las áreas de estudio duró un total de cuatro semanas, donde se realizó de lunes a viernes, en tres jornadas diarias de dos horas cada una; 8am – 10pm (*mañana*), 12pm – 2pm (*medio día*) y 4pm – 6pm (*tarde*), realizando el muestreo de las 4 plazas más el bosque urbano, una área por día (Figura 4).

MUESTREO DE PLAZAS Y BOSQUE					
Semana	P. Hidalgo	P. Abasolo	P. Juárez	P. Méndez	Bosque Urbano
1	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
2	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes
3	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes	Martes
4	Jueves	Viernes	Lunes	Martes	Miércoles

Figura 4. Cronograma de muestreo. Fuente; autor

En cada plaza se seleccionó el punto central para la instalación de los equipos de medición y la toma de muestras. Para el muestreo en el bosque urbano se dividió en tres zonas (Figura 5), con las mismas jornadas de muestreo, donde se seleccionaron puntos estratégicos centrales de cada zona para realizar la medición.



Figura 5. División del bosque urbano para muestreos Fuente; Ruiz, A., 2019

Los recursos para las tomas de las muestras fueron el **Kit Vertical IoT Libelium Smart Environment PRO** (Figura 6), un sensor calibrado con capacidad de medir diferentes gases, entre ellos el monóxido de carbono, dióxido de carbono, temperatura, humedad relativa (necesarios para el estudio), presión e iluminación, los cuales mide a través de sensores de gas calibrados en fábrica, según la Guía Técnica **Smart Gases PRO**.



Figura 6. Sensor Kit Vertical IoT Libelium Smart Environment PRO, instrumento usado en campo para la recolección de datos. Fuente; autor

El programa informático **Comsen** almacena los datos recolectados, el cual al finalizar cada jornada de medición crea automáticamente una bitácora de datos con la información recolectada.

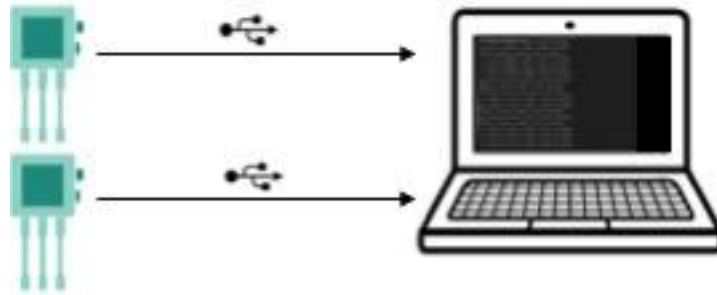


Figura 7. Mecanismo de función de los sensores-computador. Fuente: Ríos, K., 2019

5.3 Análisis de datos

Se obtuvo un grupo de datos el cual fue la base del estudio. El análisis estadístico de los datos se realizó a través del software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) de IBM, versión 25. Previo a esto se realizó la limpieza y depuración de los datos a través de Microsoft Excel, con el cual también se obtuvieron las medias de las concentraciones para poder ser comparadas con la normatividad mexicana vigente. En análisis descriptivo se analizó mediante correlaciones con Prueba de Pearson (Tabla 1) entre concentraciones y variables de tiempo por zonas de estudio, también se realizó y analizó la información a través de regresiones lineales y graficas de dispersión entre las variables.

Adicional a esto, a través del software SPSS se realizó una ANOVA tipo III con prueba Tukey para conocer la significancia estadística de los datos, se promedió también las concentraciones de las áreas de estudio según las jornadas de muestreo, días y plazas.

Finalmente para poder establecer una relación entre los valores de CO y CO₂ y la presencia/ausencia de líquenes se realizó con el apoyo de un trabajo llevado a cabo por la Universidad Autónoma de Tamaulipas donde realizó, entre otras actividades, la identificación taxonómica de las especies de líquenes presentes y el porcentaje de cobertura relativa de cada una de las áreas de estudio de la ciudad. Solo se requirió esta información de este trabajo, debido que con ella fue suficiente para establecer la relación entre líquenes y contaminantes. Para este caso no se realizó un trabajo en campo determinado, dado que el trabajo mencionado proporcionó la información requerida.

Esta información junto con los registros obtenidos de las concentraciones de CO y CO₂ en las áreas de estudio, logró determinar si en las zonas con altas o bajas concentraciones existía una abundancia significativa de líquenes, comparando el porcentaje de cobertura de líquenes con los promedios registrados de concentración de CO y CO₂. Cabe resaltar que se estableció la relación existente entre las concentraciones de CO y CO₂ y el efecto que podría tener en la abundancia de líquenes, excluyendo otros posibles factores que puedan afectar las especies.

Tabla 1

Valores de r de la correlación Pearson

Valor	Interpretación
$r = 1$	Correlación positiva perfecta
$0 < r < 1$	Correlación perfecta
$r = 0$	No existe relación lineal
$-1 < r < 0$	Correlación negativa
$r = -1$	Correlación negativa perfecta

Fuente: Autor

6. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las concentraciones de CO, CO₂, junto con temperatura y humedad fueron colectadas en plazas y bosque urbano en Cd. Victoria, Tamaulipas. En la Figura 8 se observan los valores de temperatura y humedad. La mayor temperatura promedio se registró en la plaza Abasolo con 29.9 °C y una humedad relativa de 46 %. La menor temperatura promedio se observó en el bosque urbano con 26 °C y una humedad relativa de 46% (Figura 8). Las temperaturas son típicas de la época primaveral en la que se realizó el muestreo. Los valores máximos y mínimos fueron 12.59 y 39.93 °C.

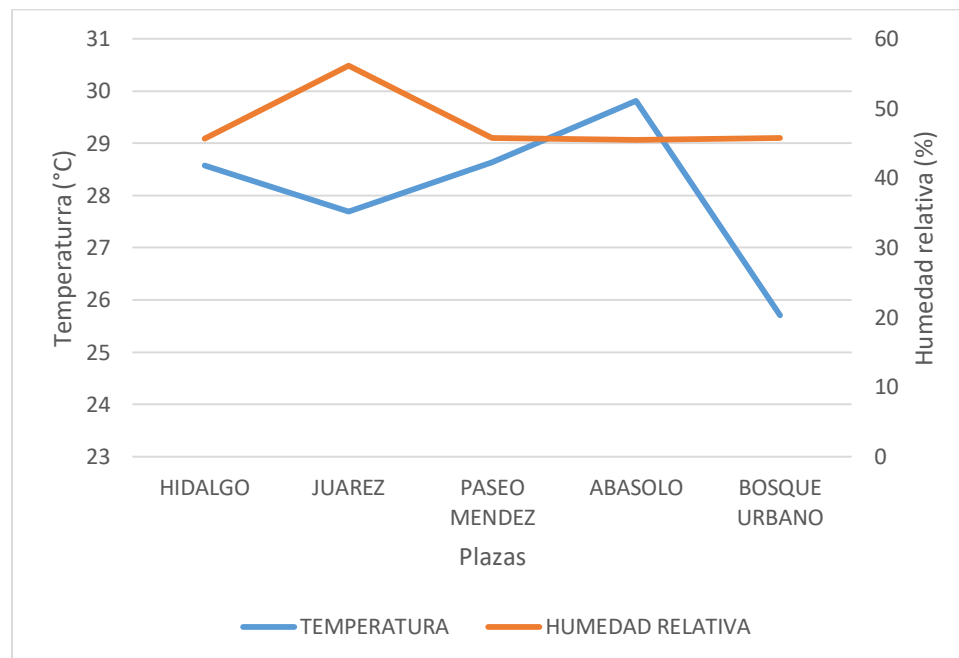


Figura 8. Relación de temperatura y humedad relativa de las plazas y bosque urbano

En la Figura 9 se observan las concentraciones obtenidas de dióxido de carbono (CO₂), las cuales nos indican que los valores se encuentran al límite del rango (300 a 400 ppm) de los niveles de CO₂ establecidos por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). Por otra parte, la norma ASHRAE 62.1-2016 menciona que las concentraciones de CO₂ en el aire

exterior oscilan entre 300 y 500 ppm, lo cual indica que los valores registrados se encuentran por debajo del límite inferior.

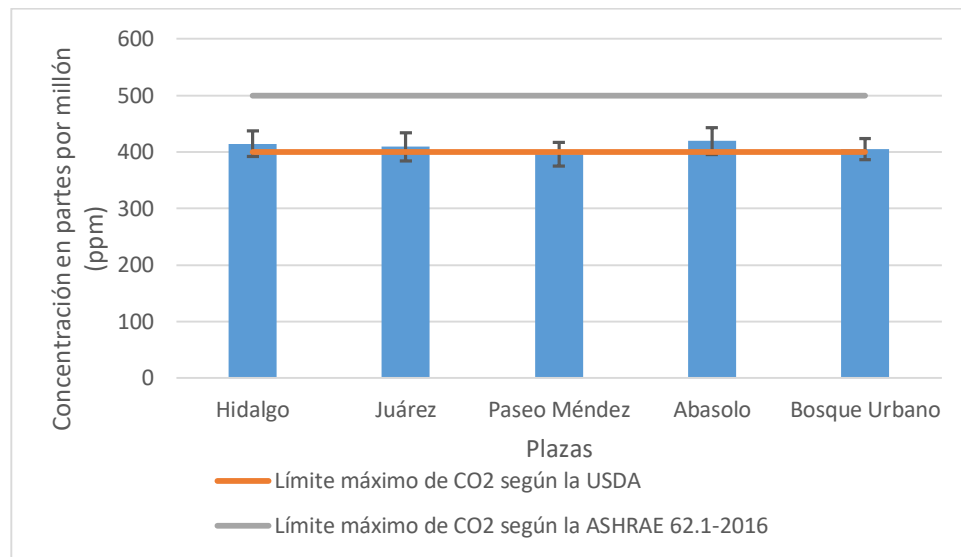


Figura 9. Media de las concentraciones de CO2 por plazas

Respecto a las concentraciones obtenidas de monóxido de carbono (CO) las concentraciones promedio sobrepasan el valor permisible que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993 que corresponde a 11 ppm (Figura 10).

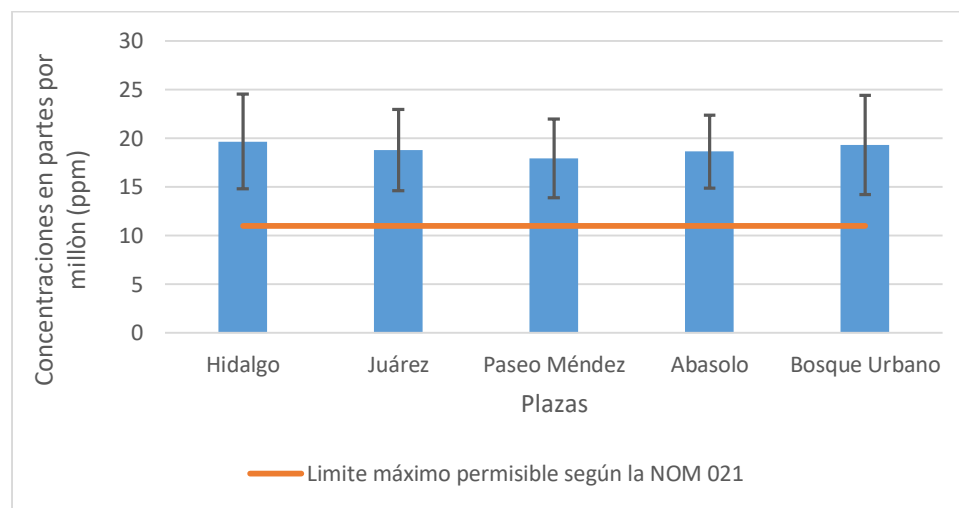


Figura 10. Media de las concentraciones de CO por plazas

El análisis de las concentraciones promedio por plaza nos muestra que no existe diferencia significativa de CO₂ entre cada una de ellas (Tabla 2) (ANOVA, $p=0.05$). Sin embargo, los promedios más altos de CO₂ se observaron en la plaza Abasolo con un valor de 419.24 ppm, seguida por la plaza Hidalgo con concentraciones promedio de 414.27 ppm y finalmente la plaza Juárez con valores de 409.08 ppm. Las tres plazas se caracterizan por tener una baja cubierta arbórea (33%) aproximadamente. Por otro lado, los promedios más bajos se registraron en la plaza Paseo Méndez (396.29 ppm) y Bosque urbano (404.63 ppm).

Paseo Méndez, considerada una plaza con un alto flujo vehicular constante durante el día y la más importante de la ciudad, obtuvo menores concentraciones que el bosque urbano donde se esperaba encontrar la concentración más baja, esto se puede atribuir a que la vegetación del bosque urbano está caracterizada por el matorral espinoso tamaulipeco, donde se encuentran familias como Euphorbiaceae, Turneraceae, Verbenaceae, entre otras (Domínguez *et al*, 2013), mientras que la vegetación del Paseo Méndez está caracterizada por las familias Arecaceae, Rubiaceae y Fabaceae principalmente, consideradas “plantas verdes” las cuales absorben mayor carbono para el proceso de la fotosíntesis, dado a la diferencia de superficie foliar entre un área y otra (Nájera, 1999), el tipo de vegetación del Paseo Méndez puede capturar más carbono.

A las familias del paseo Méndez se le atribuye una gran capacidad de captura de carbono dado que este fenómeno depende de la especie y familia de los individuos (Lima y Liniers, 2017), familias que no se encuentran presentes en el bosque urbano, el cual también presenta una vegetación poco madura, causado esto por los incendios forestales que se presentan allí, lo que denota una vegetación inmadura, característica importante para la captura de carbono (Lima y Liniers, 2017). De igual manera, los ecosistemas de ambas áreas son diferentes en cobertura y

tipo de vegetación, lo cual influye considerablemente en la captura de carbono (Figueroa, Etchevers, Velázquez y Acosta, 2005).

En 2011 las concentraciones para el CO₂ eran de 391 ppm para el estado de Tamaulipas (Gobierno constitucional del Estado de Tamaulipas, 2016), las cuales son similares a las registradas en Ciudad Victoria, donde estas sobrepasan de igual forma los niveles preindustriales establecidos por la IPCC en un rango de 30-40% (IPCC, 2013), se toma este registro de la Gobernación del Estado dado que es la última publicación de este ente sobre este tema.

Tabla 2

Análisis de varianza de las concentraciones de CO₂ por plazas de muestreo

Plaza	Media	Desviación estándar	N	Mínimo	Máximo	P>F
Hidalgo ^a	414,2780	22,59223	465	374,74	522,30	1,000
Juárez ^b	409,0884	25,35903	486	350,16	571,88	1,000
Paseo Méndez ^c	396,2899	21,22032	483	339,50	448,28	1,000
Abasolo ^d	419,2439	23,38675	477	373,29	497,14	1,000
Bosque urbano ^e	404,6354	18,74037	363	374,20	447,80	1,000

a, b, c, d, e: Subconjuntos de agrupación según el valor P>F tras la prueba Anova tipo III prueba Tukey, dado que no existe significancia estadística entre las plazas se genera un subconjunto para cada una de ellas. El valor P>F al ser superior a p=0.05 determina que no existe diferencia estadística entre los grupos.

El monóxido de carbono (CO) mostró diferencia estadística entre los tres grupos obtenidos pero no mostro diferencia estadística entre tres plazas (Juárez, Paseo Méndez, Abasolo) (Tabla 3) (ANOVA, p=0.05), las cuales se agruparon en concentraciones altas (a), medias (b) y bajas (c). Los valores más altos se obtuvieron para la plaza Hidalgo^a con concentraciones de 19.66 ppm mientras que en el siguiente nivel (medio) se agruparon la plaza Abasolo^b, Juárez^b y Paseo Méndez^b con concentraciones promedio de 18.63 ppm, 18.76 ppm y 17.92 ppm respectivamente, por último, el Bosque urbano^c con un promedio de 19.31 ppm. En la

plaza Paseo Méndez, a pesar de ser un área con alto tráfico, se puede observar el efecto e importancia de las áreas verdes, que permite retener la contaminación evitando la exposición de la población. Cabe destacar que se esperaba el mismo efecto del bosque urbano, sin embargo, el Paseo Méndez cuenta con especies arbóreas con gran capacidad de captación de carbono (*Sargentia greggii*, *Tilia houghii*, *Brosimum alicastrum*, *Mirandaceltis monoica*, entre otras) (Rodríguez, Jiménez, Meza, Aguirre y Razo, 2008), las cuales no se encuentran en el bosque urbano y podría justificar este fenómeno.

Tabla 3

Análisis de varianza de las concentraciones de CO por plazas de muestreo

Plaza	Media	DS	N	Mínimo	Máximo	Imeca	P>F
Hidalgo ^a	19,6604	4,86247	471	10,30	44,59	179.11	0,107
Juárez ^b	18,7675	4,17422	486	9,24	29,03	171.16	0,137
Paseo Méndez ^b	17,9243	4,05693	483	6,50	27,12	163.58	0,137
Abasolo ^b	18,6331	3,75193	477	9,24	30,72	169.91	0,137
Bosque urbano ^c	19,3112	5,07676	362	9,99	30,57	175.98	0,753

D.S.: Desviación estándar. - a, b, c: Subconjuntos de agrupación según el valor P>F tras la prueba Anova tipo III prueba Tukey, existe relación de datos entre las plazas b. El valor P>F al ser superior a p=0.05 determina que existe diferencia estadística entre los grupos pero no entre determinadas plazas.

El Índice Metropolitano de Calidad del Aire –IMECA- establece el nivel de riesgo de la calidad del aire respecto a un contaminante, para el CO, el IMECA establece para la categoría de MUY MALO (alerta roja) concentraciones entre 151-200 puntos. En este rango se encuentran todas las áreas de estudio, denotando el deterioro de la calidad del aire de estas zonas respecto al monóxido de carbono (Tabla 3), siendo las principales causas el alto tráfico vehicular y las cadenas montañosas que se encuentran al suroccidente de la ciudad, bloqueando los vientos que podrían ventilarla y lo cual causa un efecto de barrera sobre estas corrientes (Bedoya y Martínez, 2009).

En el Tabla 4 se observan las concentraciones promedio de CO₂ por plazas en los diferentes horarios de estudio, donde los valores registrados en la mañana en cada área estudio (exceptuando plaza Juárez) son los más elevados, debido a que durante esta jornada el flujo vehicular observado es el más denso del día.

Tabla 4

Análisis descriptivo de CO₂ por plazas respecto a horarios diferentes

	Hidalgo		Juárez		Paseo Méndez		Abasolo		Bosque Urbano	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Mañana	426.37	26.63	417.11	20.58	408.7	19.98	439.7	15.65	419.41	12.6
Medio día	410.19	15.1	389.31	14.06	380.76	19.46	410.05	17.17	390.88	14.08
Tarde	406.72	19.79	420.83	26.8	399.39	13.06	407.96	21.75	403.6	17.03

D.S.: Desviación estándar

El caso Juárez se debe a que el flujo vehicular de la tarde es igual de denso al de la mañana, debido a la ubicación de la plaza, por tal motivo, esta jornada presenta mayor promedio, seguida de la jornada de la mañana. Esto se observó durante las jornadas de toma de las muestras.

Con respecto al monóxido de carbono, se puede observar en el Tabla 5, que las más altas concentraciones se obtuvieron durante el periodo de la mañana (8:00 a 10:00 am), en donde las concentraciones están casi al doble de lo establecido por la Normatividad Oficial Mexicana (11 ppm). Sin embargo, es importante resaltar que a pesar de que a medio día y por la tarde las concentraciones son menores, estas también rebasan los límites máximos permisibles para una exposición de 8 horas establecida por la normatividad. Las concentraciones de CO y CO₂ están ligadas principalmente a la gran cantidad de vehicular que existen en la ciudad (Ciudad Victoria es la que tiene mayor número de vehículos registrados del Estado de Tamaulipas) (INEGI, 2018)

y al relieve que rodea una parte de la ciudad, dado que los vientos que podrían ventilarla vienen del norte y dicha cadena montañosa se encuentra en el suroccidente, bloqueándola y evitando una recirculación óptima del aire.

Tabla 5

Análisis descriptivo de CO por plazas respecto a horarios diferentes

	Hidalgo		Juárez		Paseo Méndez		Abasolo		Bosque Urbano	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Mañana	23.48	4.32	22.96	3.01	20.91	3.4	22.58	2.09	22.76	3.83
Medio día	18.01	3.84	15.51	3.19	15.19	4.38	17.49	2	17.4	3.94
Tarde	17.48	3.94	17.81	1.96	17.66	1.48	15.82	3.01	17.75	5.4

Si correlacionamos las concentraciones de los contaminantes (CO y CO₂), con los valores de temperatura y humedad relativa se puede observar que no existe una respuesta directa del efecto de la temperatura sobre las concentraciones de CO₂, observando una **R cuadrada** de 0.22. La correlación de Pearson registro un valor de -0.475, denotando una correlación negativa entre las variables, es decir, que se correlacionan en un sentido inverso (Figura 11), con esto, se demuestra que el comportamiento del gas (CO₂) no se ve afectado ni modificado por esta variable higrotérmica, lo cual no influye en las concentraciones presentes en el aire de las áreas de estudio.

La Figura 12 correlaciona el dióxido de carbono (CO₂) y la humedad relativa obteniendo una **R cuadrada** de 0.21 indicando una nula correlación entre estas dos variables, también la correlación Pearson registró 0.463 la cual denota una correlación positiva, es decir, se correlacionan en sentido directo, a valores altos de una le corresponden valores altos de otra, pero sigue siendo un valor lejano de 1, el cual demuestra una correlación perfecta entre las

variables, es decir, que existe una determinación absoluta entre las variables. Las correlaciones del CO₂ no demostraron algún comportamiento que logrará determinar su influencia sobre las concentraciones de este gas, por ende, su comportamiento está sujeto a otros factores ajenos a los estudiados.

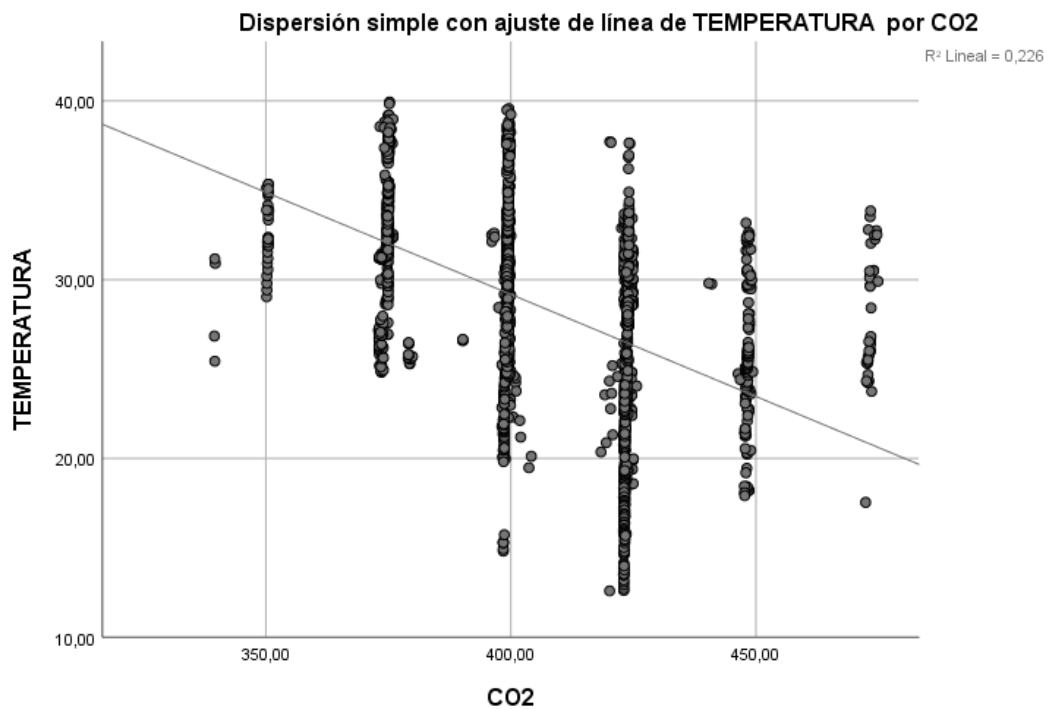


Figura 11. Correlación entre las variables de CO₂ (ppm) y temperatura (°C)

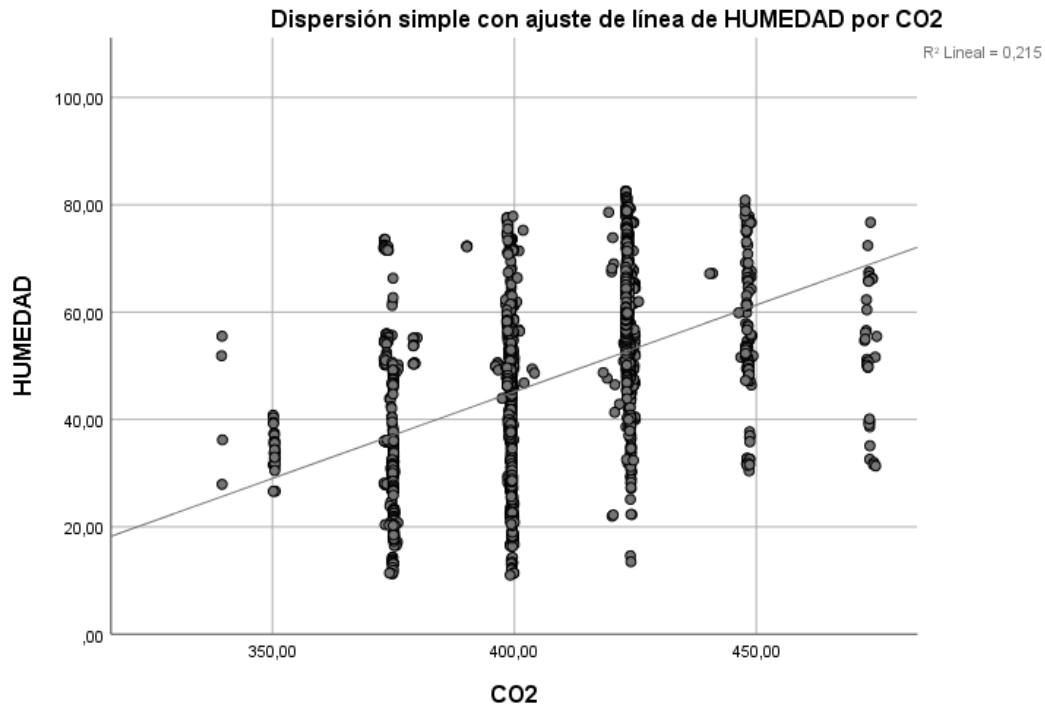


Figura 12. Correlación entre las variables de CO₂ (ppm) y humedad relativa (%)

Un mejor ajuste de los datos se puede observar al relacionar la variable temperatura con CO (Figura 13). En donde se observa una **R cuadrada** de 0.63, mientras que la correlación de Pearson marca un ajuste negativo de casi el 0.80, por lo que se puede decir que existe una relación entre estas dos variables de entre un 60 y 80 %.

Dicha correlación establece que la temperatura puede influenciar en las concentraciones del contaminantes (Arrieta, 2016), donde los valores de CO aumentan a la vez con la temperatura, lo cual afecta el comportamiento del gas, demostrando así que la temperatura influye en las concentraciones de CO, caso contrario a lo observado con el CO₂.

Sin embargo, la relación humedad relativa-CO, fue menos favorecedora obteniendo una **R cuadrada** de 0.40 y una correlación Pearson positiva de 0.617, valor que esta por debajo de lo aceptable 0.08 (Figura 14). No se encuentra correlación en ninguna usando la variable de la

humedad realtiva, denotando que este factor higrotérmico no influye en las concentraciones de CO y CO₂ presentes en cada determinada zona, por ende, esta variable no determina el comportamiento ni modifica la dispersión de los gases en las áreas de estudio.

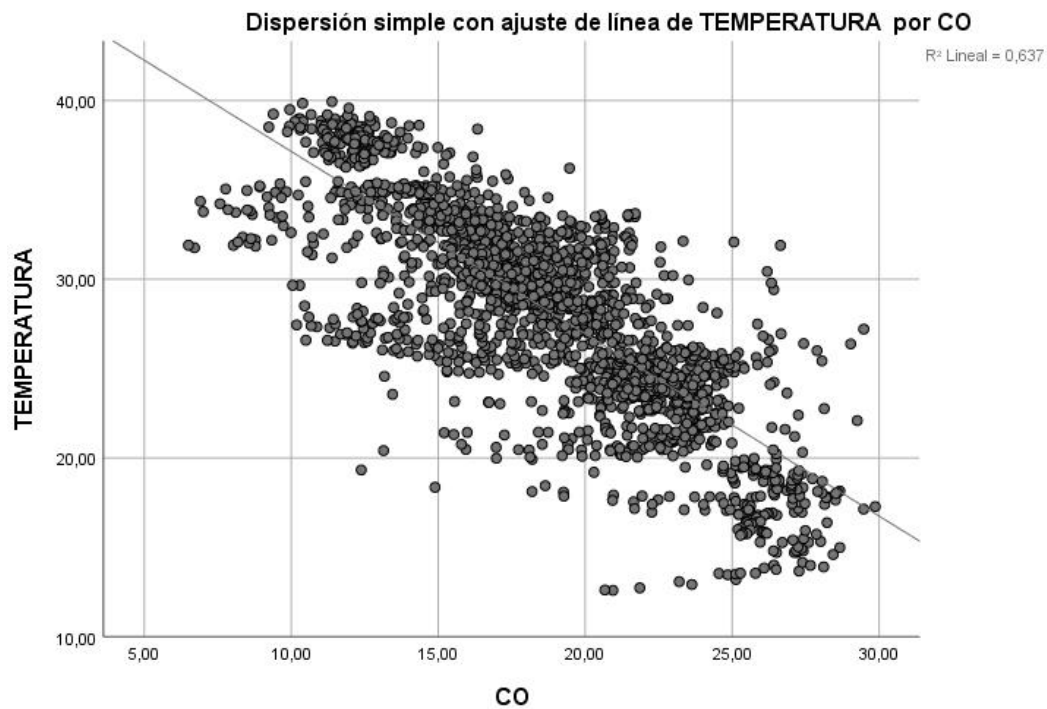


Figura 13. Correlación entre las variables de CO (ppm) y temperatura (°C)

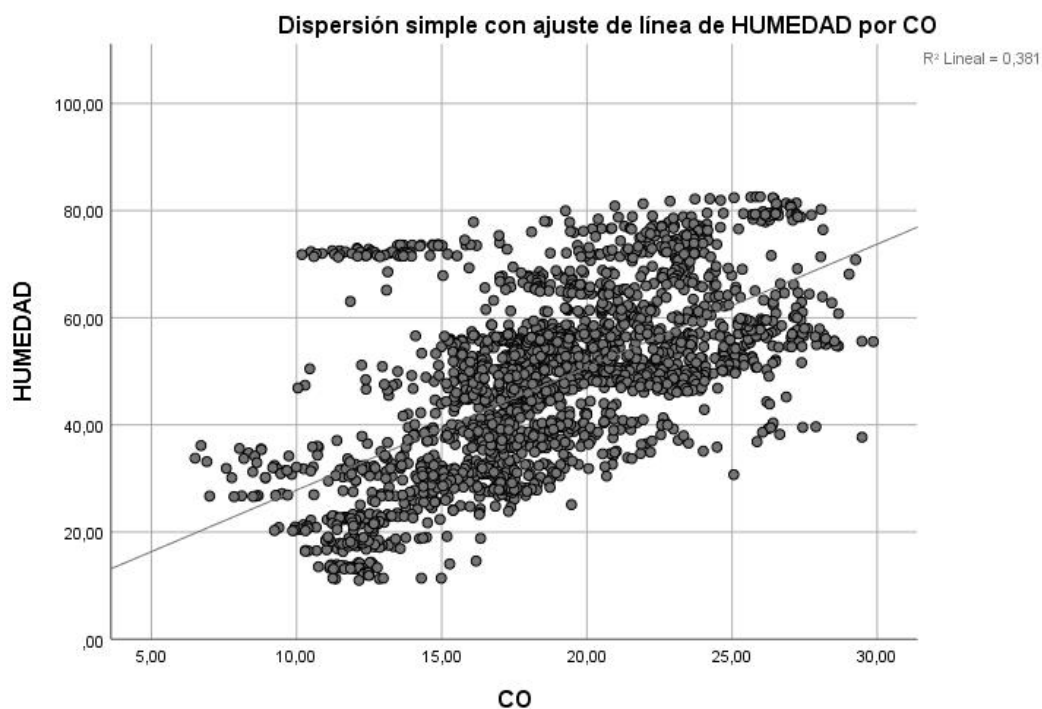


Figura 14. Correlación entre las variables de CO (ppm) y humedad relativa (%)

Los líquenes son especies indicadoras de contaminación de aire, estudios han utilizado líquenes para estimar los niveles de contaminación atmosférica creada principalmente por el dióxido de azufre (Lijteroff, Lima y Prieri, 2009), también para Giordani (2007), citado por Lijteroff, Lima y Prieri, (2009), el cual establece que el dióxido de azufre es el principal contaminante que afecta la distribución de líquenes en áreas urbanas, adicional a esto, también se conoce que ciertos niveles de monóxido de carbono puede ser responsable del decaimiento de los líquenes (Lijteroff, Lima y Prieri, 2009).

La relación entre los líquenes y monóxido de carbono (CO) y el dióxido de carbono (CO₂) no está determinada claramente, por ello, se busca ver la correlación entre la concentración de los contaminantes en los sitios de muestreo y la comunidad de líquenes encontrada. Para ello, Ruiz (2019), calculó el porcentaje de cobertura relativa de líquenes según su metodología establecida, identificó las especies de líquenes con mayor cobertura: *Dirinaria applanata*, *Flavopunctelia flaventior*, *Xanthoria parietina* y *Teloschistes exilis*.

El mayor porcentaje de cobertura se obtuvo para la zona núcleo del Bosque urbano con un 49 %, en este sitio de muestreo la concentración de CO fue de 19.31 ppm, mientras que, para la plaza Hidalgo, área con mayor concentración de CO no se encontraron líquenes (Tabla 6). Por lo tanto, podemos observar que la presencia de CO afecta a la población de líquenes, cabe resaltar que es posible que otros factores afecten a esta especie. Respecto al bosque urbano, está dividido en tres áreas (alterada, en conservación y núcleo), las dos primeras están cerca de dos vías concurridas de la ciudad, en estas áreas la abundancia de líquenes era menor a la zona núcleo, la cual se encuentra al interior del bosque.

Así mismo, el bosque está en un área elevada topográficamente y los vientos del norte influyen directamente arrastrando consigo los contaminantes de la ciudad, lo cual podría justificar las concentraciones altas de CO (Vanegas y Mazzeo, 2012), sumándole el tipo vegetación que predomina (matorral espinoso).

Con respecto al CO₂, la plaza Hidalgo, la segunda con mayor concentración, no presenta presencia de líquenes, mientras que las siguientes dos plazas con mayores valores registrados (Juárez y Abasolo) presentan segunda y cuarta cobertura de líquenes.

Tabla 6

Cobertura relativa de líquenes en áreas de muestreo

Plaza	Media de CO	Media de CO ₂	% de cobertura de líquenes
Hidalgo	19,6604	414,2780	0
Juárez	18,7675	409,0884	16,87
Paseo Méndez	17,9243	396,2899	25,52
Abasolo	18,6331	419,2439	28.33
Bosque urbano	19,3112	404,6354	49.3

Fuente: Ruiz, A., 2019

Cabe resaltar que uno de los taxones encontrados dentro de las áreas de estudio (*Teloschistes spp*) es considerado toxofóbico o muy sensible a la contaminación urbana (Lijteroff, Lima y Prieri, 2009), este presenta el menor porcentaje de cobertura en las áreas de estudio, mostrando así el posible efecto de los contaminantes, hay que señalar igual que, es posible que otros factores ambientales y la presencia de otros contaminantes pueden afectar la abundancia de este taxón y de los demás encontrados en las áreas de estudio (Gonzales, Luján, Navarro y Flores, 2016).

7. CONCLUSIONES

Las concentraciones de CO₂ en las áreas estudiadas están sobre los niveles establecidos según los organismos consultados (USDA, ASHRAE), lo cual denota que la calidad del aire en estas zonas es correcta, caso contrario a los resultados encontrados para el CO, el cual supera ampliamente el límite máximo permisible establecido por la normatividad ambiental mexicana, la cual establece un rango de 11 ppm, y el área con concentración más baja es plaza Paseo Méndez, con 17.92 ppm, siendo la calidad del aire MUY MALA, según la clasificación que establece el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire IMECA, resultado que genera una gran preocupación respecto a los niveles de monóxido de carbono (CO) a los que se encuentra expuesta la ciudad y sus habitantes.

Estas altas concentraciones pueden estar sujetas al gran parque automovilístico que tiene la ciudad (INEGI, 2009) y al factor topográfico en la que esta se encuentra, debido a que, además de las emisiones generadas por los automóviles, las corrientes de viento que ventilan la ciudad y

podrían depurar el aire sufren un efecto de barrera por la cadena montañosa que se encuentra en el suroccidente de la ciudad, evitando la dispersión de los gases.

Se denota como el tipo de vegetación en las áreas verdes urbanas y en un remanente de bosque urbano influye en la captura de carbono, rasgo que se evidenció entre las diferencias de las concentraciones registradas entre la plaza Paseo Méndez y el Bosque urbano, en el cual se esperaba las concentraciones más bajas para CO y CO₂. Paseo Méndez, la principal área verde urbana de la ciudad registró los valores más bajos de ambos contaminantes, mientras que el Bosque urbano, con una vegetación totalmente diferente a la del Paseo Méndez, registró la segunda concentración más alta de CO y la cuarta de CO₂. Así se demuestra que es importante establecer áreas verdes urbanas con una vegetación característica para el control de la calidad del aire.

Los parámetros higrotérmicos no presentan correlación con las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂), en ninguno de los dos casos estudiados obtuvo una R cuadrada idónea para determinar dicha correlación, esto podría estar sujeto a que la dispersión y comportamiento de este gas está sujeto a otras variables ambientales y abióticas. El monóxido de carbono (CO) presentó la correlación más significativa con la temperatura, demostrando así que, en este caso, este gas se ve afectado por esta variable climática. Con relación a la humedad relativa, esta correlación no fue lo suficientemente alta para ser considerada como un factor que puede influir en el comportamiento del gas. Por ende, solo se logró observar un comportamiento entre el CO y la temperatura.

El efecto del monóxido de carbono (CO) y el dióxido de carbono (CO₂) sobre los líquenes en las zonas estudiadas no es muy claro, se denota una cierta correlación entre el CO y la cobertura relativa de líquenes, donde en algunos casos se muestra como en ciertos niveles de

concentración disminuye la abundancia (plaza Hidalgo, Juárez, Abasolo), mientras que en el Bosque urbano este comportamiento no se denota claramente, dado que tiene una alta concentración y una alta cobertura de líquenes. De igual forma sucede con las concentraciones de CO₂, la cual no demuestra un efecto claro sobre la abundancia de líquenes, donde la plaza con mayor concentración tiene la segunda mejor cobertura de líquenes (Abasolo), mientras que la segunda con mayor valor registrado de CO₂ no presenta líquenes (Hidalgo).

Se puede concluir que, en este caso, el efecto de estos contaminantes sobre la abundancia de líquenes es indeterminado, dado que la cobertura registrada es concordante con las concentraciones obtenidas en algunas plazas (Hidalgo, Juárez y Abasolo con respecto al CO e Hidalgo y Juárez respecto al CO₂), pero no tiene relación frente a otras áreas estudiadas, Bosque urbano respecto al monóxido de carbono y Abasolo en relación con el dióxido de carbono. Hay que resaltar que la abundancia de este organismo puede estar siendo afectada por otros factores que no fueron objeto del presente estudio, como otros contaminantes presentes en el aire y otras variables higrotérmicas que no se consideraron.

Finalmente, se demuestra que las áreas verdes presentes dentro de las zonas urbanas son de gran importancia ambiental al igual que el tipo de cobertura vegetal que presentan, planteándose así como una herramienta que ayuda a mejorar las condiciones ambientales de las ciudades, principalmente en aquellas que presentan un conflicto sobre la calidad del aire generada principalmente por el tráfico vehicular. Se demostró que las áreas verdes urbanas en Ciudad Victoria podrían significar una mejora a la actual calidad del aire que esta presenta, pero no se debe limitar a este tipo de medidas, por ende, se puede concluir que este tipo de sumidero natural proporciona una ayuda pero no significa una solución.

8. RECOMENDACIONES

Es necesario establecer la importancia de una red de monitoreo de la calidad del aire para la ciudad, dado que las concentraciones de CO se encuentran muy elevadas y las de CO₂ están sobre el rango establecido, el cual puede sufrir un aumento si no se vigila más de cerca su comportamiento. Se debe reaccionar ante las elevadas concentraciones de CO, dado que estas pueden afectar la calidad de vida de la población y los ecosistemas circundantes. No se conoce acciones actuales de los organismos ambientales de la ciudad para mitigar la contaminación ni acciones correctivas que mejoren la actual calidad del aire.

Se requiere investigar más sobre la población de líquenes presentes en la ciudad para posterior a esto, realizar estudios más extensos y profundos sobre el comportamiento de estos ante el monóxido y dióxido de carbono, para que se pueda determinar la utilidad y viabilidad de estos organismos como bioindicadores de la calidad del aire respecto a estos contaminantes.

Se debe tener en cuenta un periodo más prolongado para este tipo de estudio, dado que se obtendría una mejor calidad de datos, también se obtendrían datos en las diferentes estaciones climáticas del año, para así determinar de forma más profunda el efecto final que tiene los factores higrotérmicos sobre los contaminantes.

REFERENCIAS

- Alejandro, J., Juárez, A., Xavier, N., Macías, A. (2017). Áreas Verdes Urbanas para Mitigar el Cambio Climático en Cd. Victoria.
- Alonso, E., Martínez, W., Rubio, J., Velasco, F., Chávez, H., Ávalos, M., Lara, C., Cervantes, E. (2007). Calidad del aire en cuatro ciudades de Michoacán, México: su efecto sobre materiales de construcción. *Revista de la construcción*, 6 (2), 66-74.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers –ASHRAE-. (2016). Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. *Recuperado de:* https://www.techstreet.com/ashrae/standards/ashrae-62-1-2016?product_id=1912838.
- Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Desarrollo Sostenible. (1998). *Manejo de áreas verdes urbanas*. Estados Unidos: Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., Williams, J.
- Bedoya, J., Martínez, E. (2009). Calidad el aire en el Valle de Aburrá, Antioquia-Colombia. *Revista Dyna*, 76(158), 7-15.
- Caballero, M., Lozano, S., Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista Digital Universitaria*, 8(10), 1-12.
- Corona, E., Rojas, R. (2009). Calidad del aire y su incorporación en la planeación urbana: Mexicali, Baja California, México. *Revista Estudios Fronterizos*, 10(20), 79-102.
- Departamento de Agricultura de Estados Unidos –USDA-. (s.f.). Carbon Dioxide Health Hazard Information Sheet. *Recuperado de:* <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/bf97edac-77be-4442-aea4-9d2615f376e0/Carbon-Dioxide.pdf?MOD=AJPERES>.

- Domínguez, T., Gonzáles, H., Ramírez, R., Estrada, A., Cantú, I., Gómez, M., Villarreal, J., Alvarado, M., Alanís, G. (2013). Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda. *Revista mexicana de ciencias forestales* 4(17), 106-122.
- Figuerola, C., Etchevers, J., Velázquez, A., Acosta, M. (2005). Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca. *Revista Terra Latinoamérica*, 23(1), 57-64.
- Fondo Monetario Internacional. (2018). *Panorama económico mundial*. Estados Unidos.
- Gobierno Constitucional del Estado de Tamaulipas. Secretaría General. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio ambiente -SEDUMA-. (2016). *Programa Estatal de Cambio Climático Tamaulipas 2015-2030*. Ciudad Victoria, México.
- Gonzales, N., Luján, M., Navarro, G., Flores, R. (2016). Aplicabilidad de líquenes bioindicadores como herramienta de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Cochabamba. *Revista Acta Nova* 7(4), 455-482.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambiental –IDEAM-. (2014). Cambio climático. *Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía -INEGI-. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Victoria, Tamaulipas.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía -INEGI-. (2009). Vehículos de motor registrados en circulación, Ciudad Victoria. México.

- Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC-. (2013). *Resumen para responsables de políticas Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Estados Unidos. Stocker, T., Qin, D., Plattner, G., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.
- Laguna, R., Pérez, J., Aguirre, O., Treviño, E. (2006). Estimación del carbono almacenado en un bosque de niebla en Tamaulipas, México. *Revista Ciencia UANL*, 9(2), 179-188.
- Lijteroff, R., Lima, L., Prieri, B. (2009). Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de San Luis, Argentina. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 25(2), 111-120.
- Lima, L., Liniers, L. (2017). *Captura de carbono mediante estimación de biomasa aérea y necromasa en la zona de aguajales del alto mayo, sector tingana Moyobamba-San Sartin 2017* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo. Perú.
- Morales, V., Piedra, L., Romero, M., Bermúdez, T. (2018). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1421-1435.
- Nájera, J. (1999). *Ecuaciones para estimar Biomasa, Volumen y Crecimiento en Biomasa y Captura de Carbono en diez especies típicas del Matorral Espinoso Tamaulipeco del nordeste de México*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León. México.
- Norma Ambiental NADF-009-AIRE-2006. (2006). *Establece los requisitos para elaborar el índice metropolitano de la calidad del aire*. Ciudad Victoria, México.

Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993. (1993). *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*. Ciudad Victoria, México.

Ortega, J., García, R. (2014). Medición de los niveles de contaminación de CO y CO₂, a través de un sistema electrónico basado en PLC's, para el monitoreo de la calidad del aire en la Universidad Católica de Cuenca, Sede Azogues. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 10(2), 217, 224.

Oyarzún, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 26(1), 16-25.

Pérez, S., López, I. (2015). Áreas verdes y arbolado en Mérida, Yucatán. Hacia una sostenibilidad urbana. *Revista Economía, sociedad y territorio*, 15(47), 01-33.

Pérez, V., Castañeda, J. (2012). La industria en el desarrollo económico de México. Observatorio de la Economía Latinoamericana, *Revista académica de economía*, 170.

Ríos, K. (2019). *Modelo de gestión integral de calidad, medio ambiente y seguridad para una dependencia de educación superior*. Tesis para maestría. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, México.

Rodríguez, R., Jiménez, J., Meza, J., Aguirre, O., Razo, R. (2008). Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 4(2), 215-222.

- Romero, M., Diego, F., Álvarez, M. (2006). Contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2).
- Ruiz, A. (2019). *Evaluación de la calidad del aire mediante el uso de líquenes en áreas verdes urbanas en Ciudad Victoria, México*. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, México.
- Saavedra, F. (2010). Crisis ambiental y cambio climático en la política global: un tema crecientemente complejo para américa latina. *Revista Universum*, 2(25), 57-77.
- Saynes, V., Etchevers, J., Paz, F., Alvarado, L. (2016). Emisiones de gases efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Revista Terra Latinoamericana*, 34(1), 83-96.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Tamaulipas. (2018). *Programa de Gestión para mejorar la calidad del aire del estado de Tamaulipas, 2018-2027*.
- Valverde, J. (2015). Estudio de la calidad del aire afectada por la actividad industrial en la urb. Primavera - distrito de El Agustino. *Revista del Instituto de Investigación RIIGEO*, 18(35), 115-119.
- Vanegas, L., Mazzeo, N. (2012). La velocidad del viento y la dispersión de contaminantes en la atmósfera. *Revista Universidad Tecnológica Nacional*, vol. 2.

ANEXOS

Anexo 1. Equipos de muestreo



Anexo 2. Áreas de estudio y desarrollo en campo del muestreo



Plaza Abasolo



Plaza Paseo Méndez



Plaza Juárez



Plaza Hidalgo



Bosque urbano

Anexo 3. Vista de los datos en Excel

1	PLAZA	DIA	HORA	CO	CO2	TEMPERATUR	HUMEDAD	PRESIÓN
2	1	1	1	24,13233185		23,57999992	75,17382813	98013,10156
3	1	1	1	23,99507332		23,75	74,47753906	98023,02344
4	1	1	1	24,17182732		23,78000069	74,4140625	98024,64063
5	1	1	1	24,47283173		24,04999924	73,70605469	98032,625
6	1	1	1	23,6456871		24,17000008	73,2734375	98035,07031
7	1	1	1	22,13547897		24,13999939	73,27832031	98036,53125
8	1	1	1	22,09039497	423,2688904	24,27000046	72,57128906	98043,04688
9	1	1	1	22,64640617	423,4129028	24,30999947	72,42675781	98050,82813
10	1	1	1	22,13755035	423,5568848	24,45999908	72,21777344	98043,23438
11	1	1	1	21,55966377	423,3169556	24,55999947	70,55273438	98053,125
12	1	1	1	20,12179375	423,3648376	24,45000076	70,66894531	98056,20313
13	1	1	1	19,94486237	400,9483337	24,22999954	71,42578125	98062,13281
14	1	1	1	20,36972618	423,4129028	24,22999954	71,83789063	98063,75
15	1	1	1	20,79818726	423,3169556	24,30999947	71,52734375	98064,92969
16	1	1	1	20,47001839	423,4129028	24,26000023	71,8515625	98070,875
17	1	1	1	19,90206718	423,2208252	24,12999916	71,95410156	98067,625
18	1	1	1	19,67650986	423,3169556	23,89999962	73,50488281	98070,01563
19	1	1	1	21,15746307	423,2688904	23,80999947	74,3515625	98077,4375
20	1	1	1	22,16096497	423,2208252	24,02000046	73,86816406	98083,64063
21	1	1	1	21,88248444	423,5568848	24,27000046	72,16210938	98088,71875
22	1	1	1	21,67061234	423,5088501	24,26000023	72,24902344	98096,17188
23	1	1	1	21,45872498	423,5568848	24,26000023	71,54199219	98090,66406

Vista de la información recopilada en Excel

1	Luz		CO		CO2		Temperatura		Humedad		Presion	
2	24	lux	18,8427124	ppm	423,5568848	ppm	30,40999985	C	46,72558594	%	97496,01563	Pa
3	24	lux	19,50436211	ppm	399,3642883	ppm	30,45000076	C	46,578125	%	97497,60938	Pa
4	24	lux	19,23206902	ppm	399,4121704	ppm	30,5	C	46,78808594	%	97507,20313	Pa
5	24	lux	18,74800873	ppm	399,5083008	ppm	30,62999916	C	46,44140625	%	97499,4375	Pa
6	24	lux	18,60405731	ppm	399,5083008	ppm	30,76000023	C	46,25195313	%	97506,375	Pa
7	24	lux	19,0336895	ppm	399,5083008	ppm	31,21999931	C	45,24707031	%	97501,34375	Pa
8	24	lux	18,73994064	ppm	399,5561523	ppm	31,56999969	C	44,49902344	%	97501,25781	Pa
9	24	lux	18,08900642	ppm	399,5561523	ppm	31,70999908	C	44,45703125	%	97500,96875	Pa
10	24	lux	16,48847771	ppm	399,5083008	ppm	31,68000031	C	44,97558594	%	97498,16406	Pa
11	24	lux	15,49999428	ppm	399,5561523	ppm	31,75	C	44,66503906	%	97499,0625	Pa
12	24	lux	15,46871281	ppm	399,5083008	ppm	31,63999939	C	44,77929688	%	97502,09375	Pa
13	24	lux	15,87825489	ppm	374,9315186	ppm	31,67000008	C	44,73632813	%	97492,98438	Pa
14	24	lux	15,43084908	ppm	399,5083008	ppm	31,69000053	C	44,5234375	%	97504,53125	Pa
15	24	lux	15,97150993	ppm	399,5083008	ppm	31,54999924	C	44,89550781	%	97507,1875	Pa
16	24	lux	15,93517685	ppm	399,5083008	ppm	31,42000008	C	45,01660156	%	97514,24219	Pa
17	24	lux	15,43130493	ppm	399,5083008	ppm	31,29999924	C	45,19628906	%	97520,10156	Pa
18	24	lux	15,80296612	ppm	399,5083008	ppm	31,20000076	C	44,93945313	%	97509,28125	Pa
19	24	lux	16,10869408	ppm	399,5083008	ppm	31,21999931	C	45,24707031	%	97515,25781	Pa
20	24	lux	16,43259048	ppm	399,5083008	ppm	31,35000038	C	44,62695313	%	97512,1875	Pa
21	24	lux	16,63113594	ppm	399,5083008	ppm	31,45999908	C	45,08886719	%	97526,20313	Pa
22	24	lux	16,48091125	ppm	399,5083008	ppm	31,40999985	C	44,59960938	%	97528,96875	Pa
23	24	lux	16,19861412	ppm	399,5083008	ppm	31,46999931	C	44,73828125	%	97527,82813	Pa

Datos recopilados la primera semana en el Bosque urbano

Anexo 4. Vista de los datos en SPSS

ANALISIS.sav [ConjuntoDatos2] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

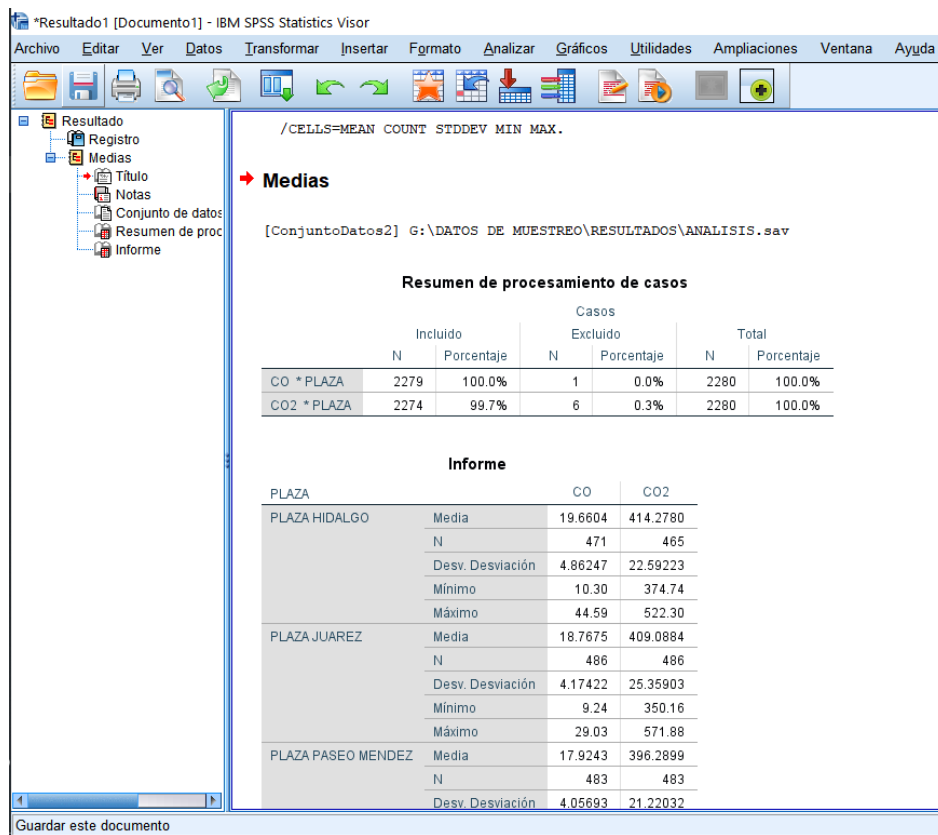
Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	PLAZA	DIA	HORA	CO	CO2	TEMPERATURA	HUMEDAD	PRESIÓN	var
1	1	1	1	24.13	.	23.58	75.17	98013.10	
2	1	1	1	24.00	.	23.75	74.48	98023.02	
3	1	1	1	24.17	.	23.78	74.41	98024.64	
4	1	1	1	24.47	.	24.05	73.71	98032.63	
5	1	1	1	23.65	.	24.17	73.27	98035.07	
6	1	1	1	22.14	.	24.14	73.28	98036.53	
7	1	1	1	22.09	423.27	24.27	72.57	98043.05	
8	1	1	1	22.65	423.41	24.31	72.43	98050.83	
9	1	1	1	22.14	423.56	24.46	72.22	98043.23	
10	1	1	1	21.56	423.32	24.56	70.55	98053.13	
11	1	1	1	20.12	423.36	24.45	70.67	98056.20	
12	1	1	1	19.94	400.95	24.23	71.43	98062.13	
13	1	1	1	20.37	423.41	24.23	71.84	98063.75	
14	1	1	1	20.80	423.32	24.31	71.53	98064.93	
15	1	1	1	20.47	423.41	24.26	71.85	98070.88	
16	1	1	1	19.90	423.22	24.13	71.95	98067.63	
17	1	1	1	19.68	423.32	23.90	73.50	98070.02	
18	1	1	1	21.16	423.27	23.81	74.35	98077.44	
19	1	1	1	22.16	423.22	24.02	73.87	98083.64	
20	1	1	1	21.88	423.56	24.27	72.16	98088.72	
21	1	1	1	21.67	423.51	24.26	72.25	98096.17	
22	1	1	1	21.46	423.56	24.26	71.54	98090.66	
23	1	1	1	20.74	423.46	24.24	70.48	98088.88	

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Vista de la base de datos en SPSS



Ejemplo de los resultados mostrados por el programa según la base de datos trabajada.