ISBN 970-27-1045-6

DIAGNÓSTICO DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN UNA AREA CRÍTICA DEL CENTRO DE LA CIUDAD GUADALAJARA

Ana Elizbeth Nuñez Galaviz. Martha Georgina Orozco Medina (1)., Javier García Velasco, Rosalba Toriz Vázquez, Josefina Casas Solis,

(1) Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, México. Km. 15.5, Carretera a Nogales. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México. C.P. 45110, Teléfono y Fax: 36 82 03 84. morozco@cucba.udg.mx

Antecedentes

La contaminación del aire forma parte ya de la vida moderna. Es la consecuencia de la manera como se construyen nuestras ciudades, es también entre otras causas, el residuo de los métodos de producción de mercancías, o bien de la transportación de estos productos. Técnicamente la principal causa es la combustión, cuando esta ocurre de manera correcta solo existe producción de calor, luz, dióxido de azufre y vapor de agua, sin embargo, las impurezas del combustible o temperaturas demasiado altas o demasiado bajas son causa de la formación de productos secundarios, tales como monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, cenizas finas e hidrocarburos no quemados que son los principales contaminantes del aire (Wark, 1997).

En el aire además de la contaminación por agentes químicos existe la causada por agentes físicos como lo es el ruido y agentes biológicos como lo son virus, bacterias, hongos, mohos y polen.

Haciendo un poco de historia, se tiene entre otras referencias que en el siglo XIII, el rey Eduardo I de Inglaterra prohibió la quema de ciertos carbones altamente contaminantes en Londres originando las primeras ordenanzas de control de la contaminación (CEPAL, 2001 en González-Becerra, 2006). Durante el reinado de Ricardo II y mas tarde durante el reinado de Enrique V se tomaron medidas en Inglaterra para reglamentar y restringir el uso del carbón (Wark, 1997).

El problema de la contaminación del aire aumento en el siglo XVIII con el nacimiento de la Revolución Industrial. La quema de combustibles fósiles, por las fabricas fue el principal problema (Dadrio, 2001 en González-Becerra, 2006).

En diciembre de 1930, una región altamente industrializada del valle del Meuse, en Bélgica, se cubrió durante 3 días de una espesa niebla, por lo que cientos de personas enfermaron y 60 murieron. En enero de 1931, una espesa niebla cubrió el área de

Manchester y Salford en Inglaterra, durante 9 días, en donde murieron 592 personas. En 1956 en Londres se produjeron 1000 muertes más debido a una extensa niebla, ese año el Parlamento promulgó una Ley de Aire Puro y Gran Bretaña inicio un programa para reducir la combustión de carbón bituminoso (Wark, 1997).

Pasó algún tiempo a fin de que se organizaran estrategias formales de atención al problema del aire, por lo que La Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (REDPANAIRE) inicio sus operaciones en junio de 1967, comenzó con ocho estaciones y hacia fines de 1973 contaba con 88 estaciones distribuidas en 26 ciudades de 14 países. En 1980, la REDPANAIRE descontinuó sus actividades y pasó a formar parte del Programa Global de Monitoreo de la Calidad del Aire, establecido en 1976 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como parte del Sistema Mundial de Monitoreo del Medio Ambiente (GEMS por sus siglas en ingles) (Korc., 1999).

En 1973 la Secretaría de Salubridad y Asistencia, con participación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, elaboró un proyecto en el que se pretendía un estudio completo de contaminación atmosférica, lo que incluía un inventario de fuentes de emisiones, monitoreo de contaminantes atmosféricos, control de la caridad del aire entre otros. Este proyecto se realizó en un periodo de abril de 1975 a febrero de 1977 en México DF, Monterrey, NL., y Guadalajara, Jal., creando una red manual de 48 estaciones en total y utilizando una metodología adecuada. Sin embargo, el estudio se llevó con muchas deficiencias y dificultades (López-Coronado, 2004).

En noviembre de 1993, se instaló otra red automática con 8 estaciones en Guadalajara, en donde cada una de las estaciones fue equipada para medir los contaminantes: ozono (O_3), partículas suspendidas fracción respirable (PM_{10}), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_X), bióxido de nitrógeno (NO_2), bióxido de azufre (SO_2), y cuatro parámetros meteorológicos: temperatura (t, °C), humedad relativa (RH, %), velocidad (v, m/s) y dirección (d, grad) del viento, generando la información que permite realizar un análisis completo de la problemática de contaminación atmosférica (López-Coronado, 2004).

A partir de los años 90's los diferentes niveles de gobierno que intervienen en la Zona Metropolitana de Guadalajara iniciaron iniciativas y esfuerzos para mejorar la calidad del aire. En 1991 la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología estableció el Programa Regional de Administración de la Calidad del Aire en Zonas Criticas, con el cual se integró el primer inventario de fuentes emisoras fijas de juridisdicción federal y móviles, además de identificarse las fuentes contaminantes de tipo natural. El 5 de junio de 1993 el Gobierno del Estado de Jalisco dio a conocer el Plan Estatal de Protección al Ambiente en el que se consolidó el Programa Regional de Administración de la Calidad del Aire en Zonas Criticas. En 1997se inició el Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara cuyo propósito general es proteger la salud de la población que habita la zona metropolitana de la capital del Estado, abatiendo para ello de manara gradual y permanente los niveles de contaminación atmosférica (Gobierno del Estado de Jalisco, 1997).

En el ámbito Internacional, se han realizado estudios relacionados con la calidad del aire, impulsados por la preocupación creciente sobre la salud ambiental y pública además del deterioro de la calidad de vida que esto conlleva para la población expuesta. Como algunas referencias tenemos que en España, aunque con un cierto retraso, se publica una monografía titulada "Calidad del aire de España" la cual presenta una visión detallada de la calidad del aire de las diferentes comunidades del país (Fernández, 1999); En la ciudad de La Plata, en Argentina, se realizó una propuesta de Evaluación de Impacto Ambiental Vial basándose en que la revolución técnica de los últimos 50 años han ido como consecuencia un importante daño ambiental, por lo que llevaron a cabo un análisis de la contaminación urbana para identificar los principales contaminantes con el objetivo de realizar una propuesta para organizar acciones y un sistema de monitoreo (Rivera, 2006). En el aspecto del Medio Ambiente la Unión Europea es muy estricta, todos los estados miembros de ésta, deben cumplir con todas las leyes y programas establecidos por la directiva como por ejemplo El programa "Aire Limpio para Europa" de la UE – conocido por su forma abreviada, CAFE – se inició en 2001 y constituye el centro de todos los esfuerzos para reducir la contaminación. Otro es el Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente, que se extiende hasta 2012, que exigía la preparación de una "estrategia temática" que unificase las medidas existentes y esbozase un enfoque integrado a largo plazo para abordar el problema. Esta estrategia establece los objetivos medioambientales y de salud relacionados con la contaminación atmosférica y las medidas necesarias para alcanzarlos, e identifica las responsabilidades de los diferentes sectores (Medio Ambiente…, 2005)

En nuestro país también se han realizado estudios ambientales con el propósito de primero conocer los niveles de contaminación que existen en nuestras ciudades y después para proponer medidas de prevención y control de estas. En la ciudad de México, en noviembre y diciembre de 1994 Greenpeace-México utilizando una estación de monitoreo móvil de Alemania realizó un estudio para medir la contaminación del aire al nivel que respiramos, esto es, a 1.20 metros de altura, ya que las estaciones gubernamentales lo miden de 3.70 a 6.50 m; lo que se encontró es que todos los niveles de contaminantes que se midieron resultaron de 2, 3 o hasta 9 veces mayores que las permitidas por las normas Alemanas, por lo que el gobierno al ver la gravedad del problema implemento el doble y triple hoy no circula (Pacheco-Ochoa, 1996). Siendo otra de las ciudades mas importantes de México, la ciudad de Monterrey también ha sido sitio de estudios con respecto a la calidad del aire, en el periodo comprendido entre 1993 y 1996 se realizó un análisis de los datos que obtiene la red de monitoreo atmosférico de esta ciudad; de manera general se puede afirmar que en 1994 se registraron el mayor número de violaciones a la normas de calidad del aire, mientras que en los años 1995 y 1996 se observó un notable descenso. Dentro de este mismo estudio se analizó de igual forma la contaminación por ruido que en las últimas dos décadas ha aumentado considerablemente, por lo que se concluyó que los niveles de contaminación por ruido esta por encima de los señalados el reglamento correspondiente, así mismo se determinó que el 80% de las viviendas presentan en su interior un nivel de ruido que sobrepasa el nivel máximo recomendado para obtener un confort acústico satisfactorio para el descanso y la comunicación (INE, 2005)

Aquí en Guadalajara se han registrado varias contingencias atmosféricas, algunas causadas por incendios forestales en el Bosque de la Primavera, otras tantas en época de frió a causa de las emisiones vehiculares la presencia de inversiones térmicas. Por lo que las autoridades han implementado el programa llamado Plan de Contingencia Atmosférica que consta de cuatro fases: La Fase Preventiva se activa cuando el IMECA rebasa los 150 puntos por dos horas consecutivas, en una ó más estaciones; La Fase I se decreta cuando el IMECA aumenta hasta los 250 puntos durante una hora, en una ó más estaciones; La Fase II cuando el IMECA rebasa los 300 puntos durante una hora, en una ó más estaciones; y por último la Fase III se pone en marcha cuando el IMECA sobrepasa los 350 puntos durante una hora, en una ó más estaciones (SEMADES, 2006).

El 24 de Abril del 2005, comenzó en el municipio de Tala, el incendio más reciente y fuerte del Bosque con una duración de 3 días, provocando que en la Zona Metropolitana de Guadalajara subiera el índice IMECA hasta 300 puntos por lo que las autoridades declararon contingencia atmosférica fase 2, en la que se aplican varias medidas. Una de ellas es obligar a las industrias altamente contaminantes a que reduzcan su ritmo de trabajo, a fin de bajar en un 50 por ciento las emisiones de gases, restringir el uso de automóviles oficiales y llamar a la población a no realizar actividades al aire libre. La magnitud del incendio fue tal que la nube de humo se propagó 200 kilómetros cuadrados cubriendo la totalidad de la Zona Metropolitana de Guadalajara, incluso, afectó a otros estados como Guanajuato (Viayra, 2005). A partir de esta fecha se han registrado una mayor cantidad de contingencias, por ejemplo, en enero el nivel de puntos IMECAS estuvo fluctuando por arriba de los 150 puntos considerados como aceptables, debido a que durante esta época invernal por las condiciones climáticas y geográficas propias de la ciudad permiten la concentración de los contaminantes producidos por el parque automotriz y las industrias, en el mes de Mayo se presentó un incendio en el vertedero de los Laureles registrando 276 puntos IMECAS en la ZMG (SEMADES, 2006).

En un embotellamiento de tráfico, por ejemplo, la concentración de algunos contaminantes como el monóxido de carbono, el benceno y las partículas que salen por los tubos de escape, puede ser de cinco a diez veces mayor en el interior del automóvil que fuera.

Los efectos sobre la salud de esta contaminación interior son especialmente importantes porque pasamos del 70 al 90% de nuestro tiempo en lugares cerrados. Los más afectados son los niños, las personas mayores y las que sufren enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Contaminación…, 2006).

El ruido siempre ha sido un importante problema ambiental para el hombre, un número enorme de automóviles regularmente transita por las ciudades y el campo; en ciudades y carreteras, se movilizan de noche y de día, camiones con cargas pesadas con deficiente control del ruido de los motores y de los escapes; los aviones y trenes contribuyen también al escenario del ruido ambiental; en la industria la maquinaria genera altos niveles de ruido; por otra parte los centros de diversión y los vehículos de placer impiden el relajamiento en el tiempo de descanso (Mage, 1995) causando con esto trastornos en la salud de la población en general.

De manera complementaria y como aporte a otro importante contaminante ambiental podemos referir que en el estado de Jalisco se han realizado distintos trabajos con respecto al Ruido, entre estos se encuentran el que se llevó a cabo en el Centro Histórico de Zapopan (Orozco-Medina, 2004) y el realizado en Centros Escolares de la Zona Centro de Guadalajara (Maldonado-Guzmán, 2005), coincidiendo ambos en que los niveles de presión sonora son mas altos que los establecidos por los establecidos por la OMS y que estos son causados principalmente por los vehículos que transitan por estas zonas.

En particular para el municipio de Guadalajara y de acuerdo al número de verificaciones realizadas por el Departamento de Inspección al Medio Ambiente de la Dirección de Prevención y Control Ambiental (Dirección General de Medio Ambiente y Ecología, H. Ayuntamiento de Guadalajara) durante el año 2001, informaron que los problemas que afectan mayormente la calidad del ambiente local, son el manejo inadecuado de los residuos, falta de cultura en el cuidado y usos del agua, así como la contaminación de la misma, además del ruido ambiental (Orozco-Medina, 2001).

Otro problema de calidad ambiental del aire se refiere a la contaminación microbiana, al respecto estudios recientes de bacterias en la atmósfera han estado dirigidos a la necesidad de determinar las especies, fuente, concentración y/o transmisión potencial de patógenos. La dispersión de aerosoles o patógenos como las especies de *Escherichia, Sallmonella, Neisserie, Bacillus, Francisella, Bukholderia, Clostridium, Brucilla* y *Yesrsinia*, generan importantes problemas de salud y ecológicos (Kuske, 2006).

Recientemente se realizó un estudio sobre la Calidad Bacteriológica en el Aire del Centro Histórico de la Ciudad de Guadalajara dando como resultado la presencia de microorganismos patógenos como *Corynebacterium, Escherichia, Klebsiella, Proteus, Sataphylococcus* y *Streptococcus* que deterioran la salud de la población (González-Becerra, 2006).

La contaminación del aire no se acaba al entrar en un espacio cerrado, a veces, los contaminantes penetran desde el exterior, y ocasionalmente, los materiales tóxicos que se generan en el interior de los espacios cerrados no se diluyen con aire más limpio del exterior (INE, 2002).

Algunos sectores de la ciudadanía se han preocupado por estar informados acerca del medio ambiente, por lo que desde la década de los 70's comenzaron a surgir organizaciones no gubernamentales (ONG's) que se encargaban de asuntos ambientales participando en foros de consulta publica; durante la década de los 80's lograron establecer convenios de concertación social y ciudadana entre las ONG´s y los departamentos gubernamentales, y de esta forma hasta la fecha estas organizaciones siguen presentes en foros y reuniones sobre gestión ambiental.

La participación ciudadana en la Gestión Ambiental se ha caracterizado por problemas estructurales de organización, desinformación, así como por limitaciones financieras para sustentarse. Por estas razones, los gobiernos locales han puesto en marcha

programas enfocados a la capacitación, destinados a informar a la ciudadanía del problema de contaminación ambiental.

La composición social de México en materia de ingreso, nivel educativo, exposición a la contaminación y participación en diversos sectores productivos o de servicios, determina en gran medida la percepción sobre la gravedad de la contaminación atmosférica. En términos generales, se puede dividir en dos categorías las formas de percepción: Percepción por efectos en la salud, es decir los que son afectados y Percepción en cuanto a la afectación de la calidad de vida.

Aunque las autoridades encargadas sobre la gestión ambiental difunden información continuamente, dirigida a la población, por medio de periódicos, televisión, radio, correo electrónico, fax, para dar a conocer la calidad del aire se observa que todavía existe una gran desinformación que se ve reflejada en la falta de una conciencia ambiental de la ciudadanía que motive su actuación. Por esto se podría decir que la población en general mantiene un bajo nivel de participación en acciones ecológicas y proyectos destinados a combatir la emisión de contaminantes. El problema de contaminación atmosférica se conoce aunque la percepción social del mismo no motiva a la población a cambiar los hábitos, costumbres y consumos que originan el problema (Lacy, 2000)

Objetivos

→ Analizar las Condiciones de calidad ambiental en una zona crítica por tráfico vehicular del Centro Histórico de Guadalajara.

- Determinar la concentración de CO en la zona seleccionada.
- Conocer las condiciones ambientales presentes con relación a los agentes físicos (luz, humedad, temperatura)
- Determinar los niveles de presión sonora para analizar las condiciones acústicas.
- Identificar los agentes microbiológicos presentes.

→ Estudiar la percepción de la población acerca del problema de calidad ambiental de la zona al que están expuestos.

Justificación

Actualmente se tiene más conciencia acerca de la contaminación del aire así como de los efectos nocivos para la salud, por lo que se han tomado medidas de monitoreo, prevención y control de los principales contaminantes químicos que se encuentran en el medio ambiente exterior, por el contrario en ambientes interiores no se han establecido estas medidas, siendo este un foco de alarma ya que se ha demostrado que generalmente las concentraciones de contaminantes al interior de espacios cerrados ocasionan mayores daños a la salud humana que los que presentan espacios abiertos (INE, 2002).

Los principales contaminantes que se encuentran en la atmósfera son producidos por los vehículos automotores, como lo son CO, NO_x, SO_X, O_3, Plomo, Hidrocarburos, PM_{10} (Mage, 1995), pero debido a que se emiten en zonas con amplia circulación de aire no permanecen estancados y no producen grandes efectos a la salud, sin embargo en sitios cerrados o semicerrados, como lo son algunos pasos a desnivel, estacionamientos o locales comerciales, propician las condiciones para que estos contaminantes permanezcan en el mismo lugar por mas tiempo causando daño a los individuos que se encuentran expuestos por periodos prolongados, aunado a esto, en el medio ambiente se encuentran también microorganismos que en ciertas ocasiones pueden ser patógenos para el organismo humano (Prescott, 2004).

Desde finales de los 80´s se denunciaban pública y periodísticamente los problemas de contaminación atmosférica a gran escala en nuestra ciudad, a la fecha se tienen muchos logros y avances aunque lamentablemente aún insuficientes, por lo que haciendo un recuento general se puede decir que la respuesta acertada y efectiva a dichos problemas dista de remediar y mucho menos prevenir eficazmente tal problema.

Aunque la concientización y la difusión de información en materia de contaminación atmosférica y salud son identificadas por las autoridades competentes como temas prioritarios se requiere contar con mas apoyo de la ciudadanía para implementar medidas en caso de contingencia atmosférica y en general para ir generando una cultura de prevención y disminución de la contaminación del aire. Además es indispensable el diseñar y promover una estrategia que permita que fluya la información de una manera articulada y ágil para conseguir que los diversos sectores involucrados se enteren y participen en las recomendaciones preventivas y correctivas en caso de presentarse contingencia atmosférica (Jiménez, 2005).

En el año 2005, en el mes de Abril en la Zona Metropolitana de Guadalajara, se vivió una contingencia atmosférica que derivó en una serie de intentos de gobierno por atender y resolver el problema de la contaminación del aire, por esta razón cuando aumentan los valores IMECAS por eventos como incendios o inversiones térmicas se aplica el llamado Plan de Contingencia Atmosférica en sus distintas fases, así mismo se ha implementado el Programa de Verificación Controlada con el que se pretende bajar los niveles de contaminación que se presentan en la Zona.

La ciudad de México es una de las cinco ciudades del mundo más congestionadas y con mayor contaminación ambiental debido a que posee cerca de 4 millones de automóviles privados registrados que contribuyen al 90% de la congestión vehicular y el 50% de las emisiones relacionadas con el transporte, de acuerdo con el INE (2004) existe una perdida de 2.5 millones de días de trabajo relacionadas con la contaminación y 4000 muertes prematuras (EMBARQ, 2006)

No tan fuera de esta realidad en el estado de Jalisco el parque vehicular registrado en el año 2001 por SEMADES era aproximadamente 774,271 unidades, de las cuales 16,777 unidades estaban destinadas para prestar servicios públicos y 757,494 para uso privado. Del total de vehículos registrados 41% corresponde a modelos de los últimos diez años y el 59% restante se encuentran con una antigüedad que supera los diez años lo cual es significativo desde el punto de vista de emisiones de contaminantes (Figueroa-Montaño, 2005). Para este año hasta el mes de Julio se tienen registrados en todo el estado 2, 286,710 vehículos, de los cuales 777, 546 son privados y 5, 488 pertenecen al transporte público (SVyT, 2006). Como se puede observar el parque vehicular del estado ha aumentado estrepitosamente en tan solo cinco años, este hecho es preocupante porque esto es motivo de que en la ciudad haya mas congestionamientos causando mayores emisiones y por consecuencia un mayor deterioro del aire.

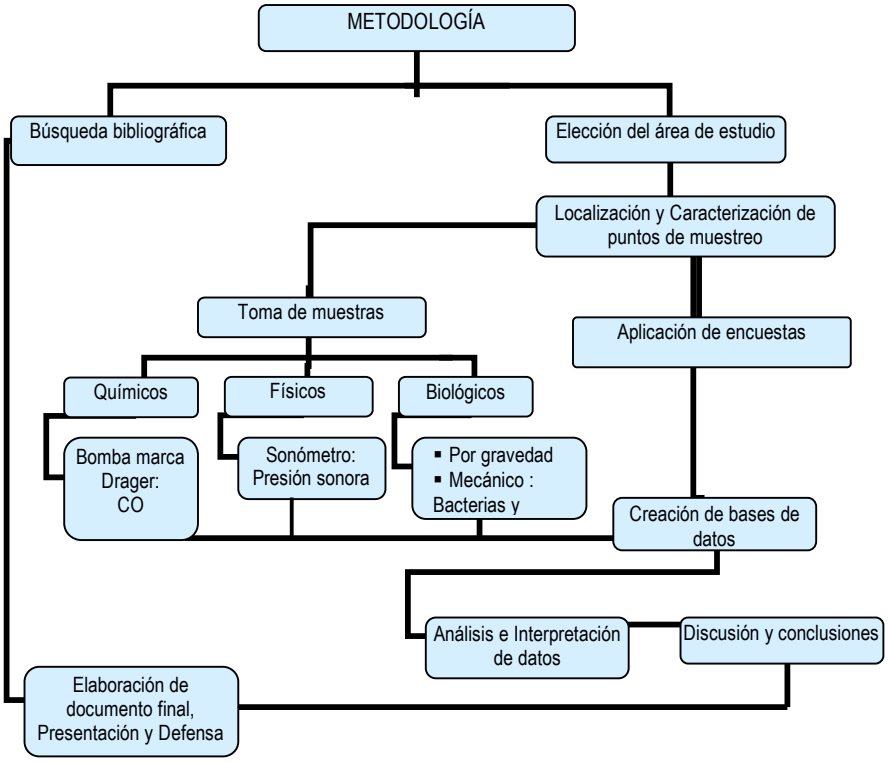
El centro histórico de Guadalajara es la zona más concurrida de la ciudad por diversos motivos, como lo son el turismo y el comercio, ya que concentra la mayor cantidad de establecimientos tanto comerciales como culturales, por esto las principales calles de esta zona cuentan con un aforo vehicular bastante significativo, aumentando en las llamadas "horas pico"; la avenida Hidalgo en su cruce con Federalismo ha tenido una afluencia vehicular de hasta 3363 vehículos a las 2 de la tarde, siendo este uno de los puntos de la zona centro con mayor congestionamiento vehicular; según los datos proporcionados por la Secretaría de Vialidad y Trasporte el cruce de la Calzada Independencia y Av. Hidalgo (misma que Republica) presenta también un alto aforo vehicular teniendo como mínimo el paso de 300 vehículos por hora en el sentido N-S y 187 vehículos de S-N, y como máximo 3007 de N-S y 2553 de S-N, convirtiendo a esta zona en uno de los cruces con mayor problemática tanto en el sentido vial como en el de contaminación atmosférica.

Aunado a los datos ya expuestos, la infraestructura que existe en el la zona centro de la ciudad, como lo son los pasos a desnivel que se han construido para agilizar el trafico vehicular o los edificios que cuentan con varios pisos y además tomando en cuenta que el parque vehicular que circula por estas vías pasa demasiado tiempo detenido produciendo mayor cantidad de emisiones a la atmósfera, provocan que en estos sitios se concentren mas los contaminantes dando una mayor oportunidad a que la población que por algún motivo se encuentra en la zona esté mas expuesta a estos.

El presente estudio pretende conocer lo más fidedignamente posible las condiciones ambientales reales que existen en esta zona del centro de la ciudad de Guadalajara, considerando que tiene una gran movilización tanto vehicular como humana para analizar

la relación que se presenta entre estas condiciones y los efectos que provoca en la salud humana.

Metodología



Tipo de estudio: Observacional descriptivo longitudinal

Área de estudio: Calzada Independencia entre las avenidas Hidalgo y Javier Mina en la Zona Centro de Guadalajara.

Fig 1. Mapa de ubicación del área de estudio (Guía Roji, 2006)

Tipo de muestreo: Para tener una cobertura anual de la condición a estudiar, el monitoreo será estacional y se llevará a cabo a lo largo de una semana. Se eligió el muestreo al azar simple para elegir el numero y localización de los puntos de monitoreo, por considerarlo la base de todos los muestreos probabilísticas de muestreo y su confiabilidad se debe a que todos los miembros de una población presentan las misma probabilidad de ser seleccionados, ya que presentan características homogéneas para el muestreo, y se considero el ideal por ser una población pequeña. (García de Alba, 1995). Para realizar el estudio de percepción social se realizara un muestreo no probabilístico de tipo accidental o de conveniencia.

Monitoreo ambiental

En el muestreo que se va a realizar en el área de estudio seleccionada serán monitoreados los compuestos CO como agente químico, se registrarán los niveles de presión sonora, la

iluminación y factores meteorológicos, como agentes físicos y bacterias como agentes biológicos.

Monitoreo para agentes químicos y físicos

El monitoreo que se realizara será en un transecto en línea por triplicado (a los dos lados de la avenida y al centro de esta), el área de estudio comprende una longitud aproximada de 195m, los puntos de monitoreo son cada 13 metros para tratar de cubrir todo el transecto y tener representatividad del área de estudio, por lo que se establecerán 15 puntos de monitoreo, 5 a cada lado de la avenida y 5 mas al centro. En atención a lo referido sobre el muestreo al azar simple y buscando la representatividad de la información generada se obtendrán datos a lo largo de una semana que se seleccionó como representativa de la época de cada estación, quedando de la siguiente manera:

Monitoreo	Septiembre				Noviembre				Enero				Marzo			
x semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Cada semana serán monitoreados los 15 puntos de manera aleatoria simple (García de Alba, 1995; Morillo, 2006), atendiendo al siguiente procedimiento: primero se dividió la zona en 15 puntos de monitoreo entre 5 días de la semana dando como resultado 3 puntos de monitoreo por día. El número de registros que se obtendrán serán 120 a lo largo de todo el estudio, los tres puntos seleccionados por día se monitorearan por la mañana (8 hrs.), al medio día (13 hrs.) y por la tarde (18 hrs.) (Modificado de Gallardo-Valdez, 2005).

	3° Septiembre							3° Noviembre						
	L	M	I	J	V	S	D	L	M	I	J	V	S	D
	7	2	1	4		5		3	6	2	1			5
	8	6	5	12		11		4	7	10	11			9
	9	10	15	14		13		8	14	15	12			13

	3° Enero							3° Marzo						
	L	M	I	J	V	S	D	L	M	I	J	V	S	D
	5	1	4	2		11		3	5	4	1			9
	9	3	6	7		12		10	7	8	2			11
	10	14	8	15		13		14	12	15	6			13

Muestreo para agentes microbiológicos

Al igual que en el muestreo para agentes químicos y físicos se realizará en la misma área de estudio, con la diferencia que se manejarán 3 puntos de muestreo, a cada extremo del transecto y al centro del mismo, se nombraran como A, B y C

El muestreo se llevará a cabo dentro de la misma semana que se monitoreará los demás agentes, teniendo como resultado 36 muestreos durante todo el estudio, 9 muestreos por semana debido a que se realizarán 3 repeticiones por punto.

Variables

- CO
- Ruido
- Microorganismos
- Temperatura
- Humedad

AGENTE	VARIABLES		
Químicos	CO	Datos de la RAMA	
Físicos	Nivel de presión sonora (mínimos, máximos, nivel sonoro continuo equivalente, frecuencia)	Datos de la estación meteorológica portátil (T°C, GPS, Dirección y velocidad del viento, msnm)	Datos meteorológicos de la RAMA
Microbiológicos	Método mecánico	Método por gravedad	

Equipo

- Detector multigases digital portátil marca Drager modelo PAC III

Para la detección de los gases CO se utilizara un cartucho electroquímico de la misma marca con una sensibilidad de 0-2000 ppm.

- Sonómetro Integrador de presición marca CESVA modelo SC-160

- Analizador de aire Millipore mair

Técnicas

Agentes químicos

Una vez encendido el detector se elevara hasta una altura del piso de entre 1.30 y 1.50m (altura a la cual la mayoría de la población respira).

Se tomará la lectura del aparato después de 2 minutos de haberse colocado, con el objetivo de que se estabilicen las lecturas en función de las condiciones ambientales de entorno (Gallardo-Valdez, 2005).

Agentes físicos

Nivel de presión sonora

El sonómetro se colocará aproximadamente entre 1.30 y 1.50m sobre el nivel del suelo con el brazo extendido para evitar flexiones con el cuerpo y evitando reflexiones en las fachadas de edificios y autos próximos.

Se tomará lectura por espacio de 5 minutos (Orozco-Medina, 2004).

Estación meteorológica portátil

Agentes microbiológicos

Método mecánico (conforme al manual)

1. Colocar una caja de petri con agar soya tripticaseína en el cabezal del analizador de aire, destapar la caja y asegurar la rejilla microperforada.

2. Presionar START para que la bomba absorba la cantidad de aire previamente seleccionada (100 litros para no saturar la caja y poder realizar el análisis de las bacterias).

3. Este procedimiento se realizará por aproximadamente 3 minutos.

4. Se trasladarán al laboratorio en hieleras y se pondrán a incubar a 37° C durante 48 horas para realizar la identificación de las bacterias (González-Becerra, 2006).

Método por gravedad

1. Se expondrán al aire libre en cada punto de muestreo, por duplicado, cajas abiertas con agar de soya tripticaseína a una altura de entre 1.30 y 1.50m durante 5 minutos.

2. Se trasladarán al laboratorio en hieleras y se les dará el mismo tratamiento que en el método mecánico (González-Becerra, 2006).

Percepcion social

Aplicación de la encuesta

Para contar con un registro sobre la percepción que la población tiene acerca de la contaminación ambiental que se presenta en el área de estudio se aplicará una encuesta adaptada por (Núñez-Galaviz y Orozco-Medina, 2006), basada en Hernández, *et. al.*, (2006) que es una modificación de Ramírez (2003), la cual contiene 20 preguntas sobre la identificación de los problemas ambientales que se presentan en el sitio.

Anexo 1

Fecha		Hora		Encuestador	

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Sexo	Hombre										
	Mujer										
2. Edad	Menores de 15										
	15 a 17										
	18 a 24										
	24 a 44										
	45 a 54										
3. Tiempo que pasa en el sitio	Menos de una hora										
	De 1 a 4 horas										
	De 4 a 6 horas										
	De 6 a 8 horas										
4. Nivel educativo	Sin escolaridad										
	Primaria										
	Secundaria										
	Preparatoria										
	Licenciatura o más										
5. Motivo por el que se encuentra aquí	Trabajo formal										
	Trabajo informal										
	Visita										
	Vivienda										
6. Empleo	Ama de casa										
	Obrero										
	Profesionista										
	Estudiante										
	Por su cuenta										
	Otro										
7. Seguro médico	Sin seguro										
	IMSS										
	ISSSTE										
	SSA										
	Otros										
8. ¿Qué problemas identifica en la comunidad?	Vandalismo										
	Robos										
	Graffiti										
	Agua contaminada										
	Basura										
	Ruido										
	Prostitución										
	Otros										
	No se										
9. De los siguientes problemas ambientales, ¿Cuáles consideras los 3 más importantes de la localidad?	Gases de los autos										
	Basura en las calles										
	Polvo										
	Ruidos										
	Productos tóxicos										
	Humo de fabricas										
	Quema de basura/llantas										
	Contaminación de agua										
	Vandalismo										
	Desechos de las fabricas										
	Olores										
10. ¿Qué efectos a la	Enfermedades en las vías respiratorias										

salud considera ud. Que tiene la calidad del aire?	Alteraciones en las defensas (sistema inmune)										
	Enfermedades cardiovasculares (presión alta, corazón)										
	Irritación en los ojos										
	Malestar general, fatiga										
	No se										
11. Considera que la calidad del aire en la ZMG es un problema	Si										
	No										
	No se										
12. Que importancia le da a esta problema	Mucha										
	Poca										
	Regular										
	Nada										
13. ¿Conoce alguna medida que implemente el gobierno para atender los problemas ambientales?	Si										
	No										
14. ¿Cuáles medidas conoce ud?	Red Automática de Monitoreo Atmosférico										
	Programa de afinación controlada										
	Multas										
	Ecoguardias										
	Verificación vehicular										
15. ¿Conoce el significado de IMECA?	Si										
	No										
	Cual										
16. ¿Qué opina del programa de afinación controlada?	Excelente										
	Bueno										
	Regular										
	Malo										
	Pésimo										
	Desconozco/ no tengo elementos para opinar										
17. ¿La afinación controlada contribuye a mejorar la calidad del aire de la ZMG?	Mucho										
	Poco										
	Algo										
	Nada										
	No se										
18. ¿Qué propone para mejorar la calidad de aire de la ZMG? (puede contestar mas de una)	Programa integral de gobierno										
	Educar en todos los niveles										
	Hoy no circula										
	Mejorar transporte público										
	Más rutas, tren eléctrico, trolebús, mejorar vialidad										
19. ¿Qué le parece la calidad del aire en esta localidad?	Excelente										
	Buena										
	Regular										
	mala										
20. ¿Qué le solicitaría a las autoridades para resolver el problema?	Aumento en la eficacia vial y de semaforización										

	Disminución de trafico de autobuses										
	Disminución de trafico de automóviles										
	Otras										
21. ¿Qué afecciones personales por la contaminación ha presentado?	Irritación de ojos y garganta										
	Enfermedades respiratorias										
	Dolor de cabeza										
	Malestar general										
	Fatiga										
	Otros										

Resultados

Zona de muestreo; en la que se observa el flujo vehicular y las condiciones que pueden provocar incremento de los niveles de contaminación del aire en la zona.

A continuación se presentan los resultados de los muestreos efectuados en la zona de estudio con base a la metodología propuesta, que integra los datos de CO, en ppm de Ruido en dB (A), y solo como información complementaria de referencia humedad, viento y temperatura:

Hoja de registro

FECHA 14- SEP-2006
PILOTO 1

PUNTO	CO ppm		RUIDO dB (A)			HUM. %	T°C	VIENTO m/s	HORA
	MAX	2 min	MAX	MIN	LEQ				
1	14	10	99.4	69	83.9	60.1	24.7	0.5	10:10
5	17	13	109	87	78	60	25.2	0	10:20
10	12	8	101.1	78.6	81	56.8	25.5	0.3	10:29
15	13	9	115.4	79.6	81	56.5	24.7	1.8	10:38

FECHA 21/SEP/2006
PILOTO 2

PUNTO	COppm		NOx	RUIDO dB(A)			HUM %.	T°C	VIENTO m/s	HORA
	MAX	MIN		MAX	MIN	LEQ				
1	6	6	-0.6	90.9	73.8	88	64.2	22.8	0.5	9:10
5	23	12	-0.4	92.3	69.8	69.8	66.5	22.1	2.2	9:30
10	6	6	-0.3	88.3	69.1	82.5	64.6	23.9	1.2	9:50
15	13	7	-0.3	90.7	71.9	79.5	60.8	24.4	0	10:03

FECHA 25/sep/2006

PUNTO	COppm		RUIDO dB(A)			HUM. %	T°	VIENTO m/s
	MAX	2 min	MAX	MIN	LEQ			
7	7	5	92.4	64.2	85.4	62.6	21.6	0.4
8	20	9	92.7	66.8	76.2	61.8	21.5	1.2
9	19	4	92.1	66.5	71.6	58.3	22.6	0.6
7	3	0	88.9	69.2	80.2	45	28.9	1.2
8	11	2	88.6	67	75.6	44.3	27	0.8
9	17	8	87.5	67.1	78.4	46.4	26.7	1.7
9	19	12	88.9	66.1	76	44.4	29.1	1.2
8	5	5	93.2	66.2	72.2	44.1	27.7	1.1
7	13	12	86.9	69.3	86.9	46.6	27.3	0.3

FECHA_ 26/sep/2006

PUNTO	COppm		RUIDO dB(A)			HUM. %	T°	VIENTO m/s	HORA
	MAX	2 min	MAX	MIN	5 min				
10	14	9	87.8	64.4	75.5	59.9	22.7	0.4	8:12
6	9	4	102.5	60.5	78.1	58.7	23.2	0.5	8:21
2	14	6	93.5	72.9	87.9	58.3	23.2	0.6	8:34
2	12	10	92.7	70.8	73.9	50.7	26.9	0.5	13:19
6	19	6	91.5	70	74.4	50	26.3	0.8	13:27
10	7	0	84.6	68.2	78.6	46.6	28.2	0.4	13:39
2	23	17	91.3	73.6	82.5	48.9	27.7	0	18:01
6	30	19	88.5	71.6	71.6	47.1	28.9	0	18:17
10	49	8	84.9	71.3	78.1	46.3	28.3	0.6	18:25

FECHA 27/sep/2006

PUNTO	COppm		RUIDO (dBA)			HUM. %	Tº	VIENTO m/s
	MAX	2 min	MAX	MIN	5 min			
15	16	14	87.4	70.1	87.1	58.4	21.9	0.4
5	9	4	89.9	70.5	84.6	56.4	22	0.9
1	9	0	92.4	72.8	81.6	57.6	21.3	0.6
1	5	0	92.2	73.3	78.3	49.6	24.9	0
5	8	0	89	74	78	44.9	25.2	0.5
15	15	6	90.7	72.6	75.1	40.7	28.6	0.7
1	14	6	95.6	70	72.4	36	29.5	0.3
5	16	11	96.3	73.1	73.1	37.9	29.4	0.5
15	48	8	89.1	68.8	79.6	34.6	30.9	0

FECHA 28/sep/2006

PUNTO	CO ppm		RUIDO dB(A)			HUM. %	Tº	VIENTO m/s	HORA
	MAX	2 min	MAX	MIN	5 min				
12	25	14	92.9	66.9	83.8	63.6	22.8	0.5	8:04
4	15	7	90.3	69.7	84.1	64.9	22.4	0.7	8:13
14	19	0	84.2	68.4	79.7	43.5	22.2	0	8:24
14	21	20	85.1	67.7	74.9	42.8	30.8	0.5	13:21
4	17	6	91.1	69.6	79.8	42.8	30.5	0.4	13:34
12	13	0	85.4	68.8	80.6	41.1	31.5	0.8	13:44
4	11	9	92.4	73.4	83	35	29.2	1	18:00
12	13	8	101.4	68.9	86.5	37.5	29	1.5	18:09
14	3	0	91.9	69.8	77.9	39	27	1.6	18:19

FECHA 30/sep/2006

PUNTO	CO ppm		RUIDO dB(A)			HUM. %	Tº	VIENTO m/s	HORA
	MAX	2 min	MAX	MIN	5 min				
13	12	7	90.9	67.8	81.3	68.1	20.3	0.4	8:20
3	16	14	89.8	71	81.8	70.1	20.5	0.3	8:30
11	11	0	93	62.8	62.8	67	20.3	0.4	8:41
11	0	0	85.1	66.7	80.9	65.3	22.9	0	13:06
3	32	21	94.1	74.1	77.1	59.2	24.9	0.8	13:17
13	17	10	90.6	72.8	79.8	57.7	25.5	0	13:26
11	6	3	87	68.5	70.4	59.2	24.5	0.4	18:08
3	22	16	92.6	72.1	74.5	56.7	25.3	0.6	18:17
13	25	8	84.9	70.4	81.1	55.4	25.9	0	18:27

Observaciones

A la una de la tarde se presento mayor tráfico que en toda la demás semana.
El punto numero 11 es el punto que presenta árboles alrededor aproximadamente a un metro de distancia.

FECHA 4/OCT/2006

PUNTO	VIENTO m/s	T °C	HUMEDAD %	HORA
A	1.5	22.3	55.7	9:32
B	0.4	24.2	53.8	9:20
C	1.1	21.9	57	9:12

Preliminares de muestreo microbiologico

De las nueve cajas obtenidas del muestreo se obtuvieron después de 24 hrs. de incubación 57 colonias diferentes que se aislaron en caldo de cultivo ICC.
Una vez realizada el aislamiento primario las 9 cajas del muestreo se dejaron a temperatura ambiente para observar crecimiento de hongos.
24 hrs. después del aislamiento primario se procedió a la resiembra en cajas de petri con AST y se pusieron en incubación 24 hrs. mas, concluidas estas se realizo la Tensión de Gram. para cada una de las colonias. Se esta en fase de identificación.

Comentarios de los resultados

En atención a la información generada se pueden hacer las siguientes conclusiones preliminares, con excepción de tres registros en Nivel Sonoro continuo equivalente todos excedieron las recomendaciones de la OMS, para este tipo de espacios que es de 70 dB (A), aunque ya se advierte de posible daño al oído, o la NOM 081 ECOL, establece para fuentes fijas (con sus excepciones para este caso) no exceder los 68 dB(A) en horario diurno. Para monóxido de Carbono la norma NOM 021 SSA-1 1993, de calidad del aire a nivel nacional marca 11ppm en un lapso de 1 hora, (se trabajaran los ajustes pertinentes para adaptarse a la norma por el lapso de medición), por lo que también se observa fuera de norma.

Se continuará trabajando en los muestreos y en las encuestas y seguramente será un proyecto que signifique la propuesta para extender el método que diagnostique las condiciones de calidad ambiental en los puntos críticos de la ciudad y proponga una serie de recomendaciones de mejora.

Literatura citada

- Contaminación interior, Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente, Libro electrónico, http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/10CAtm1/310ConIn.htm, Consultada en Agosto de 2006.
- EMBARQ, Consulta Septiembre, 2006, Ciudad de México en Movimiento, http://embarq.wri.org/documentupload/EMBARQ_MexCity_spanish.pdf#search=%22contaminacion%20aire%20pdf%22
- FERNÁNDEZ-PATIER, R. y F. Ballester-Díez, 1999, OBJETIVO 21, MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE, Informe SESPAS, Sevilla, España.
- FIGUEROA-MONTAÑO, A., 2005, INVESTIGACION DE LOSPATRONES METEOROLÓGICOS Y LOS PATRONES DE CONTAMINACION ATMOSFERICA DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, Trabajo de Titulación en la modalidad de Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias de la Tierra, CUCEI, Universidad de Guadalajara.
- GALLARDO-VALDEZ, J., 2005, ESTUDIO AMBIENTAL DEL ACIDO SULFHIDRICO COMO CONTAMINANTE DEL AIRE EN LAS COMUNIDADES DE JUANACATLAN Y EL SALTO, JALISCO, 2004-2005, Trabajo de Titulación en la modalidad de Tesis para obtener el Titulo de Maestro en Ciencias, CUCS-CUCBA, Universidad de Guadalajara.
- GARCÍA DE ALBA, J.E., 1995, Estadística para el equipo del área de la salud, Ed. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal. México.
- Gobierno del Estado de Jalisco, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y Secretaría de Salud, 1997, Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara 1997-2001, SEMARNAP, México
- GONZALEZ-BECERRA, A.X., 2006, CALIDAD BACTERIOLOGICA EN EL AIRE DEL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA, JALISCO, MEXICO, Trabajo de Titulación en la modalidad de Tesis para obtener el titulo de Licenciado en Biología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.
- HERNÁNDEZ-PEREZ, G., V. Herrera-Torres, R.A. Payán-Rentaría, L.E., Peña-García, 2006, PERCEPCION DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR HABITANTES DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, Trabajo para la asignatura de Procesos de Contaminación y Degradación Ambiental, Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, CUCS y CUCBA, Universidad de Guadalajara.
- Instituto Nacional de Ecología, 2002, CONTAMINACION DEL AIRE EN INTRAMUROS, http://www.ine.gob.mx/dgicurg/calaire/temas_interes/intramuros.html, Delegación Coyoacán, México D.F.
- Instituto Nacional de Ecología, 2005, DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY, www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/234/cap4.html, Delegación Coyoacán, México D.F.

- JIMENEZ-GONZALEZ, A.A., 30 de Noviembre de 2005, ESTRATEGIAS Y PARTICIPACIÓN INTERINSTITUCIONAL EN ATENCIÓN A LA CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, Protocolo de Tesis de Licenciatura en Biología, CUCBA, Universidad de Guadalajara
- KORC, M.E., 1999, MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN AMERICA LATINA, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana - Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, Lima, Perú, http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/monitlac/monitlac.pdf
- KUSKE, C.R., 2006, CURRENT AND EMERGING TECHNOLOGIES FOR THE STUDY OF BACTERIA IN THE OUTDOOR AIR, *Current Opinion in Biotechnology,* http://www.sciencedirect.com
- LACY, R., M. LOPEZ y J.A. ORTEGA, 2000, CONCIENCIA CIUDADANA Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA: ESTADO DE SITUACIÓN (MÉXICO), CAPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/6/5776/lcr1987.pdf
- LOPEZ-CORONADO, G.A. y J.J. Guerrero-Nuño, 2004, ECOLOGIA URBANA EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, Editorial Ágata y Universidad de Guadalajara, México, págs. 46-48.
- MAGE, D.T. y O. Zali, 1995, CONTAMINACION ATMOSFERICA CAUSADA POR VEHICULOS AUTOMOTORES, CONSECUENCIAS SANITARIAS Y MEDIDAS PARA COMBATIRLA, Organización Mundial de la Salud y ECOTOX, Metepec, Edo. México, México.
- MALDONADO-GUZMÁN, J.J., 2005, ANALISIS DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN CENTROS ESCOLARES DE LA ZONA CENTRO DE GUADALAJARA (2005), Tesis para obtener el Título de Licenciado en Biología, CUCBA, Universidad de Guadalajara
- Medio Ambiente para los Europeos, Junio de 2005,Contaminación Atmosférica, Es hora de limpiar el aire, http://ec.europa.eu/environment/news/efe/20/article_2434_es.htm
- MORILLO, J., 2006 (Consulta), TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS, http://www.personal.us.es/jmorillo/medicion5/resumen%20muestreo %20gases.pdf#search=%22resumen%20muestreo%20gases.pdf%22
- OROZCO-MEDINA, M.G., 2001, DIAGNOSTICO DE RUIDO AMBIENTAL EN PUNTOS CRITICOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, Universidad de Guadalajara.
- OROZCO-MEDINA, M.G., 2004, EL RUIDO EN EL CENTRO HISTORICO DE ZAPOPAN, Identificación y análisis, Ed. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal. México.
- PACHECO-OCHOA, C.E., 1996, LA CONTAMINACION DEL AIRE DE LA CIUDAD DE MÉXICO, ***Revista de Cultura Ecológica "ArcoRedes"***, año 3, No. 15, http://www.laneta.apc.org/emis/docs/aire_df.htm
- PRESCOTT, L.M., 2004, MICROBIOLOGÍA, Ed. Mc-Graw Hill Interamericana, Madrid, España

- REBOLLEDO-GARCIA, M.A., 2002, Estudio de calidad del aire interior y su influencia sobre quejas/síntomas relacionados en el "síndrome del edificio enfermo" entre ocupantes del Edificio Cultural y Administrativo de la Universidad de Guadalajara, 2001, Tesis Profesional para obtener el titulo de Maestro en Ciencias, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara.
- RIVERA, J. y A., Guerry, Consulta Septiembre, 2006, "Propuesta de Evaluación de Impacto Ambiental Vial para la Ciudad de La Plata", Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
- Secretaria de Vialidad y Transporte, PARQUE VEHICULAR REGISTRADO EN EL ESTADO DE JALISCO EN EL AÑO 2006, Dirección General de Infraestructura Vial, Jefatura de Plantación Vial, Oficina de Computo y Análisis Estadístico, Jalisco.
- SEMADES, Consulta Agosto, 2006, Incendio en el vertedero de los Laureles genera Contingencia Atmosférica en Miravalle, http://semades.jalisco.gob.mx/site/boletines/ comunicado08dos052006.htm
- SEMADES, Consulta Agosto 2006, Plan de Contingencia Atmosférica, http://semades.jalisco.gob.mx/site/contingencia/PdfDocumentos/Plan_Contingencia_Atmosferica.pdf#search=%22contingencia%20atmosferica%22
- VIAYRA-RAMÍREZ, M, 2005, Asfixia Guadalajara incendio forestal en mas de 1000 has., La Crónica de Hoy, http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_nota=178639
- WARK, F. y C.F. Warner, 1997, CONTAMINACION DEL AIRE, Origen y Control, Ed. Limusa, 4° reimpresión, México, D.F.