

CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES: I GASES

M.C. Francisco José Flores Tena/Programa de Investigaciones Biológicas

20

INTRODUCCION

El crecimiento acelerado de las ciudades es un fenómeno que se observa frecuentemente en países donde el desarrollo de los sectores secundario (industria) y terciario (servicios) y la tasa de natalidad están incrementados. En nuestro país la producción del sector primario y el nivel de vida del campesino han caído sensiblemente, por lo que existe una gran migración del medio rural al medio urbano, esto ocasiona diversos problemas ya que no es posible planear un desarrollo urbano adecuado por la premura en el tiempo.

En el caso particular de la Ciudad de Aguascalientes la población se duplicó en diez años. Este crecimiento ha tenido varios efectos, entre ellos destacan los impactos sobre el medio.

En los países industrializados se han llevado a cabo numerosos estudios sobre los efectos de los diversos contaminantes en el medio y muy especialmente en la salud humana; en México se han realizado pocos estudios al respecto, sin embargo el número de ellos está aumentando en esta década.

La falta de estudios sistemáticos sobre la presencia de contaminantes en la atmósfera de la Ciudad de Aguascalientes, el aumento significativo de vehículos automotores, con el consecuente aumento en la emisión de gases tóxicos, y su impacto en la salud humana motivaron la realización de este estudio.

METODOLOGIA

Durante un año se determinaron en doce puntos de la ciudad (Figura 1) la concentración de los siguientes gases contaminantes: Monóxido de Carbono, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno, Oxidos de Nitrógeno y Ozono. Cada mes se realizaron dos muestreos en cada punto, las muestras de aire se tomaron a dos metros de altura de la superficie del suelo. Las determinaciones se realizaron mediante el método químico utilizando un muestreador de flujo pequeño y diversas técnicas químicas (Warner, 1981) y mediante monitores GC para cada gas (método electroquímico), excepto para el Ozono.

Los muestreos se realizaron entre las 10 y las 15 horas en todas las estaciones; durante el invierno se realizaron otras determinaciones adicionales entre las 8 y las 9:30 horas, en la estación Convención se realizaron 6 muestreos de las 6 a las 21 hrs. para conocer la concentración de Monóxido de Carbono a lo largo del día. Asimismo se realizaron determinaciones de este gas en sitios especiales de la ciudad como el estacionamiento del Parián y los pasos a desnivel de la Plaza Patria y de López Mateos en varias ocasiones durante el año.

Con el objeto de evaluar la calidad del agua de lluvia que precipitó sobre la ciudad, se determinó el pH, contenido de sulfatos, contenido de nitratos y la conductividad en 48 muestras provenientes de tres puntos diferentes.

Para conocer y explicar la dinámica de los contaminantes se recabaron datos de dirección y velocidad de los vientos dominantes en las fechas de muestreos.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos por ambos métodos fueron similares cuando coincidió la sensibilidad de los métodos.

La concentración de los Oxidos de Nitrógeno estuvo por debajo de la sensibilidad de ambos métodos (0.14 ppm) en todos los puntos muestreados, mientras que la concentración de Ozono fue sensible al método químico sólo en tres ocasiones registrando siempre un valor de 0.05 ppm. Las concentraciones promedio para cada mes de Monóxido de Carbono y Dióxido de Azufre se presentan en las tablas 1 y 2; el número de veces que se rebasaron los límites para Monóxido de Carbono y Dióxido de Azufre (11 ppm y 0.13 ppm) y las estaciones en las cuales se registraron se presenta en la tabla 3.

Los resultados de las determinaciones realizadas durante el invierno y en los sitios especiales se muestran en la tabla 4. La concentración de Monóxido de Carbono a lo largo del día en la estación Convención se presenta en la Figura 2. En la Figura 3 se observa la dinámica del Monóxido de Carbono y del Dióxido de Azufre a lo largo del año. Finalmente, los resultados de los análisis químicos del agua de lluvia se suman en la tabla 5.

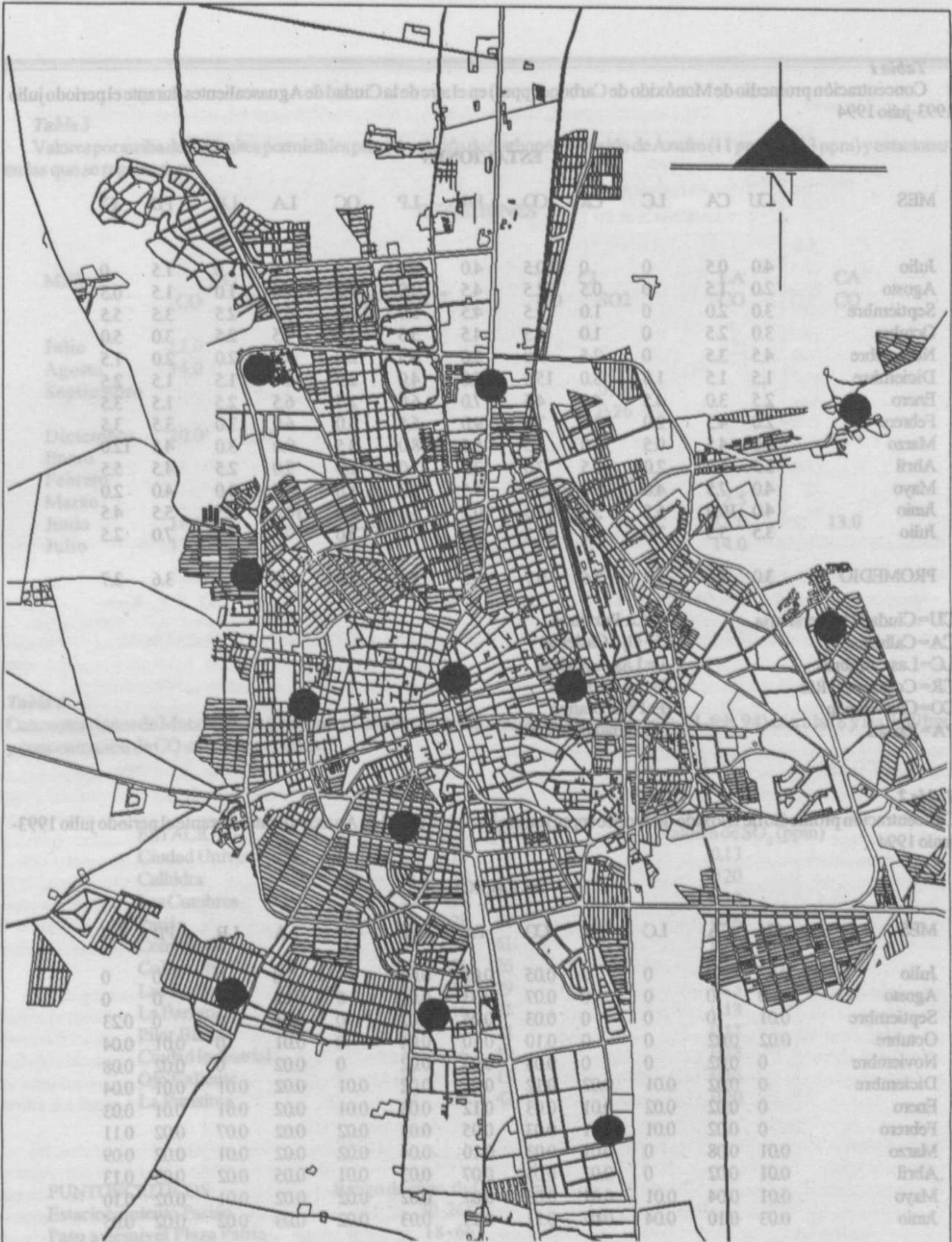


Figura 1 Localización de las doce estaciones de muestreo en la Ciudad de Aguascalientes.

Tabla 1
Concentración promedio de Monóxido de Carbono (ppm) en el aire de la Ciudad de Aguascalientes durante el período julio 1993-julio 1994

MES	ESTACIONES											
	CU	CA	LC	CR	CO	PA	LP	OC	LA	LB	PB	CI
Julio	4.0	0.5	0	0	10.5	4.0	5.0	0	3.5	0	1.5	0
Agosto	2.0	1.5	0	0.5	12.5	4.5	3.0	1.0	7.0	1.0	1.5	0.5
Septiembre	3.0	2.0	0	1.0	9.5	4.5	6.0	1.0	6.5	2.5	3.5	5.5
Octubre	3.0	2.5	0	1.0	8.5	4.5	5.5	1.5	4.5	2.5	3.0	5.0
Noviembre	4.5	3.5	0	2.5	9.0	5.0	4.5	2.0	6.5	2.0	2.0	1.5
Diciembre	1.5	1.5	1.0	3.0	15.0	6.0	4.0	2.5	6.5	1.5	1.5	2.5
Enero	2.5	3.0	4.5	4.0	4.5	7.0	6.0	2.5	6.5	2.5	1.5	3.5
Febrero	2.0	4.5	2.0	2.5	7.5	4.0	6.5	3.0	6.0	3.0	3.5	3.5
Marzo	2.0	4.5	0.5	3.0	6.5	5.5	8.0	3.5	9.0	3.0	4.5	12.0
Abril	2.5	5.0	2.0	2.5	7.0	7.5	7.0	2.0	9.0	2.5	4.5	5.5
Mayo	4.0	7.5	4.0	3.0	10.5	7.5	5.0	1.0	4.5	2.0	4.0	2.0
Junio	4.0	10.0	5.5	5.5	13.5	10.5	5.0	3.5	10.0	4.5	5.5	4.5
Julio	3.5	5.5	3.0	5.0	11.5	8.0	9.0	3.0	10.5	4.5	7.0	2.5
PROMEDIO	3.0	4.0	1.7	2.6	9.7	6.0	5.7	2.0	6.9	2.4	3.6	3.7

CU= Ciudad Universitaria
 CA= Calhídra
 LC= Las Cumbres
 CR= Colinas del Río
 CO= Convención
 PA= Parián
 LP= La Purísima
 OC= Ojo Caliente
 LA= Las Américas
 LB= La Barranca
 PB= Pilar Blanco
 CI= Ciudad Industrial

Tabla 2
Concentración promedio de Dióxido de Azufre (ppm) en el aire de la Ciudad de Aguascalientes durante el período julio 1993-junio 1994

MES	ESTACIONES											
	CU	CA	LC	CR	CO	PA	LP	OC	LA	LB	PB	CI
Julio	0.02	0	0	0	0.05	0.01	0.02	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0.07	0.03	0.01	0	0.02	0	0	0
Septiembre	0.01	0	0	0	0.03	0.05	0.02	0	0.01	0	0	0.23
Octubre	0.02	0.02	0	0	0.10	0.10	0.04	0	0.01	0	0.01	0.04
Noviembre	0	0.02	0	0	0.03	0.03	0.02	0	0.02	0	0.02	0.08
Diciembre	0	0.02	0.01	0.02	0.12	0.07	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.04
Enero	0	0.02	0.02	0.01	0.03	0.12	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03
Febrero	0	0.02	0.01	0.01	0.03	0.05	0.03	0.02	0.02	0.07	0.02	0.11
Marzo	0.01	0.08	0	0.01	0.03	0.10	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	0.09
Abril	0.01	0.02	0	0.01	0.03	0.07	0.03	0.01	0.05	0.02	0.03	0.13
Mayo	0.01	0.04	0.01	0.01	0.03	0.07	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.10
Junio	0.03	0.10	0.04	0.07	0.11	0.13	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05
PROMEDIO	CU=0.010	CA=0.028	LC=0.007	CR=0.012	CO=0.055	PA=0.083	LP=0.026	OC=0.010	LA=0.020	LB=0.013	PB=0.013	CI=0.075

Tabla 3

Valores por arriba de los límites permisibles para Monóxido de Carbono y Dióxido de Azufre (11 ppm y 0.13 ppm) y estaciones en las que se registraron

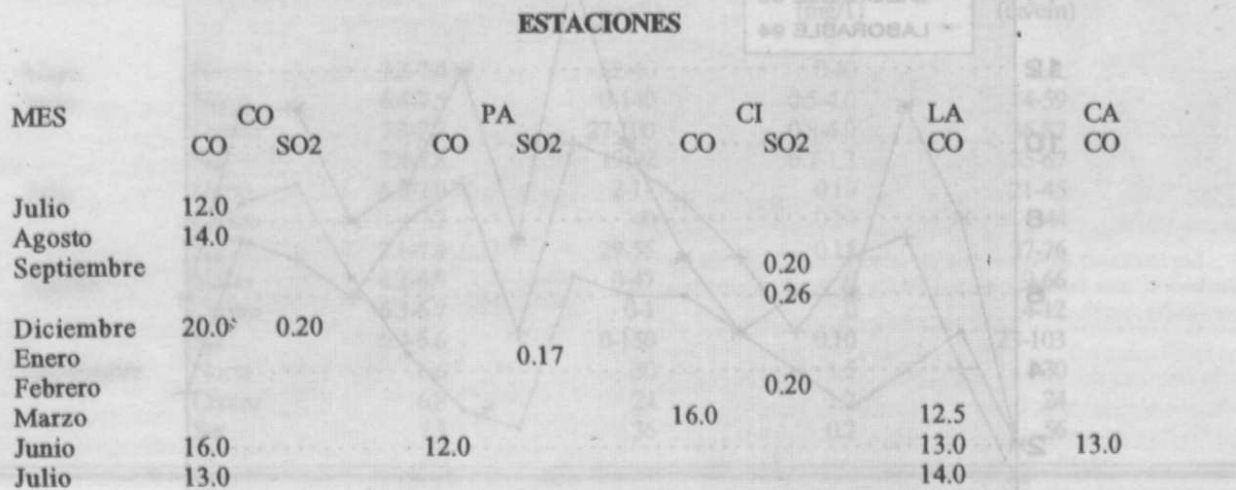


Tabla 4

Concentraciones de Monóxido de Carbono y Dióxido de Azufre durante el invierno (dic. 93-feb. 94) entre las 8 y las 9:30 hrs. y concentración de CO en puntos críticos

ESTACION	Valores de CO (ppm)			Valores de SO ₂ (ppm)
	11	15	18	
Ciudad Universitaria	11	15	18	0.13
Calhidra	33	28	34	0.20
Las Cumbres	10	12	16	0.13
Parián	29	28	44	0.26
Convención	24	34	61	0.20
Colinas del Río	18	21	26	0.13
Las Américas	16	19	29	0.13
La Barranca	12	16	21	0.13
Pilar Blanco	14	25	28	0.13
Ciudad Industrial	12	16	19	0.13
Ojo Caliente	11	12	15	0.13
La Purísima	30	37	42	0.20

PUNTOS CRITICOS	Rango de conc. de CO (ppm)
Estacionamiento Parián	30-268
Paso a desnivel Plaza Patria	18-66
Paso a desnivel López Mateos	15-39

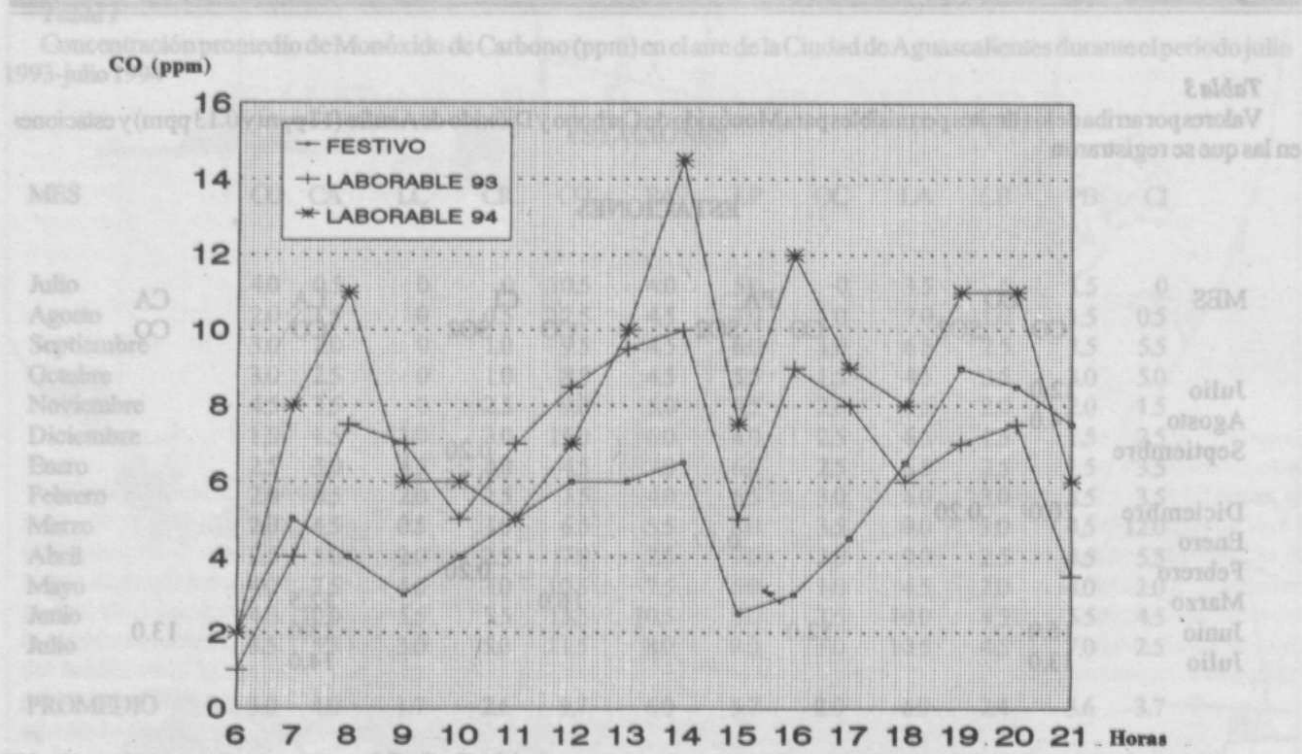


Figura 2.- DINAMICA DEL CO DURANTE EL DIA EN LA ESTACION CONVENCION.

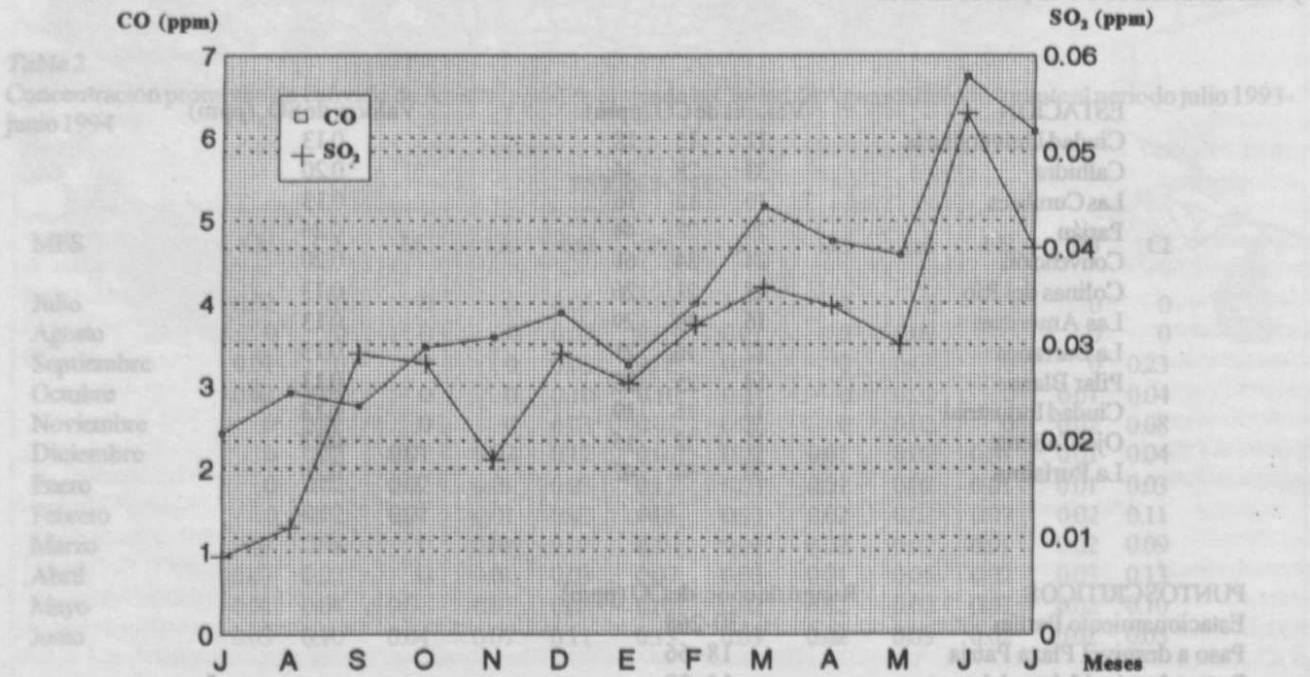


Figura 3.- CONCENTRACION PROMEDIO DE CO Y SO₂ EN EL AIRE DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES (JULIO 1993-JULIO 1994).

Tabla 5

Características químicas del agua de lluvia en la ciudad de Aguascalientes durante 1993

MES	ZONA	pH	SO ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	Conductividad (us/cm)
Mayo	Norte	7.2-7.4	22-40	0.40	n.d.
Junio	Norte	6.4-7.5	0-140	0.5-4.0	14-59
	Centro	7.3-7.7	27-100	0.8-4.0	36-87
	Sur	7.4-7.8	19-72	0.7-1.3	35-67
Julio	Norte	6.5-7.0	2-11	0.10	21-45
	Centro	7.2	40	0.10	44
	Sur	7.1-7.4	29-55	0.15	37-76
Agosto	Norte	6.2-6.9	0-47	0	9-66
	Centro	6.3-6.7	0-1	0	4-12
	Sur	6.4-6.6	0-150	0.10	23-103
Septiembre	Norte	6.6	30	1.5	30
	Centro	6.8	24	1.2	24
	Sur	7.3	36	0.2	56

25

DISCUSION

El Monóxido de Carbono (CO) es uno de los contaminantes atmosféricos que recibe más atención porque es el que se emite en mayor cantidad, es un contaminante típicamente urbano que proviene de la combustión incompleta de los carburantes que se utilizan en los diferentes vehículos motorizados, tan abundantes en las grandes ciudades. De los resultados obtenidos en este estudio, resumidos en la Tabla 1, se concluye que sólo en la estación Convención se rebasa con cierta frecuencia el valor límite permisible de 11 ppm, esto se debe principalmente al congestionamiento de tráfico por la falta de sincronía en los semáforos. La concentración de CO varía a lo largo del día, sigue un patrón que se corresponde con el flujo vehicular, las horas críticas en días laborables son entre las 7 y las 8 de la mañana, a las 2 de la tarde y entre las 7 y las 8 de la noche, los domingos las concentraciones máximas se registran entre las 7 y las 9 de la noche (Figura 2).

Por lo que respecta al Dióxido de Azufre (SO₂) el valor límite permisible (0.13 ppm) fue rebasado como promedio mensual exclusivamente en la estación Ciudad Industrial debido a las emisiones de Fundidora Raleigh, sin embargo en las estaciones Convención y Parián se registraron valores por arriba del límite en una ocasión.

De un total de 312 determinaciones de CO sólo en once ocasiones se rebasó el límite permisible, mientras que de 288 determinaciones de SO₂ el límite fue rebasado en cinco ocasiones, lo que representó un 3.5% y un 1.7%, respectivamente. La tasa de emisiones y sobre todo la inestabilidad de la atmósfera hacen posible que los gases contaminantes se dispersen rápidamente casi todo el año, las concentraciones más altas se observaron en días con estabilidad atmosférica.

De manera general se puede decir que el aire de la ciudad de Aguascalientes no está contaminado, sin embargo es pertinente señalar dos hechos importantes, el primero es que existen épocas del año y lugares críticos donde la concentración de CO y SO₂ rebasan los valores límite (Tabla 4). El segundo se refiere al aumento en la concentración tanto de CO como de SO₂ en la atmósfera urbana (Figura 3), este aumento es atribuible al incremento en el consumo de combustible, según datos proporcionados por la Superintendencia local de ventas de Pemex en el estado durante 1993 el consumo de combustibles fue de 1240 ton/día, las cuales producen aproximadamente 166 toneladas de CO, 20 toneladas de HC y 3.5 toneladas de SO₂ por día, este consumo representó un 15% de aumento con respecto al consumo del año anterior. De continuar esta tendencia en pocos años tendremos una atmósfera contaminada, no en la magnitud de otras ciudades del país debido principalmente a la topografía local que facilita la circulación de los vientos.

La implantación de la verificación vehicular es una buena medida desde el punto de vista de educación ambiental, sin embargo los vehículos que más transitan por la ciudad son los que generalmente contaminan más a pesar de haber sido verificados, desafortunadamente este tipo de anomalías son difíciles de corregir en nuestro país.

Con respecto a las fuentes fijas, la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente está llevando a cabo actualmente un inventario de dichas fuentes con el objeto de regular el flujo y la calidad de las emisiones; a grosso modo se puede decir que existen pocas fuentes fijas emisoras de gases y partículas contaminantes en el área urbana.

Ya que los gases SO₂, NO y NO₂ se transforman en ácidos y sus sales derivadas en la atmósfera y después precipitan, en



Las emisiones de ciertas industrias modifican la calidad del aire localmente; esta industria emite Dióxido de Azufre y partículas en cantidades significativas.

esta etapa se determinó el pH y el contenido de sulfatos y nitratos en el agua de lluvia, los resultados obtenidos indican que la lluvia no es ácida y aunque la presencia de sulfatos y nitratos es significativa, es muy probable que estas sales provengan del suelo (por la erosión eólica) y no de reacciones entre los gases provenientes de emisiones antropogénicas y otros compuestos de la atmósfera.

Aunque los resultados obtenidos indican que el aire de la ciudad está limpio, generalmente, debemos asumir la responsabilidad de que esta situación continúe a través de los años, para lo cual es necesario reducir el incremento en el crecimiento del parque vehicular, darle mantenimiento a nuestros vehículos, sincronizar los semáforos en las vías con mayor flujo vehicular, incrementar la forestación urbana con especies adecuadas, regular las emisiones de las industrias establecidas y no permitir el asentamiento de industrias que contaminen la atmósfera provocando con ello el deterioro del ambiente y poniendo en peligro la salud pública, ya sea por la cantidad y/o calidad de sus emisiones.



Los congestionamientos de tráfico, debido a la mala sincronía de los semáforos, producen la acumulación de gases tóxicos como el Monóxido de Carbono.

Todos, ciudadanos y autoridades, tenemos la obligación de mantener un ambiente limpio, el adecuado para llevar a cabo nuestras diversas actividades, además tenemos la obligación moral de dejar a las generaciones futuras un ambiente lo menos deteriorado posible.

BIBLIOGRAFIA

APAHA, AWWA, WPCF. 1981. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 15th. ed. American Public Health Association. Washington, D.C. 1134 pp.

Bauer, L.I. de 1990. The Valley of Mexico: Summary of observational studies on its air quality and effects on vegetation. Environmental Pollution 65: 109-118.

Bravo, A.H., E. Sosa & R. Torres. 1991. Ozono y lluvia ácida en la Ciudad de México. Ciencias 22: 33-40.

Díaz, M.G. 1991. La contaminación atmosférica y sus principales daños a la salud humana. Gaceta Médica de México 127 (3): 211-213.

Faiz, A. 1993. Automotive emissions in developing countries relative implications for global warming, acidification and urban air quality. Tranpn. Res. A. 27-A (3): 167-186.

Faiz, A. & J.A. de Lardere. 1993. Automotive air pollution in developing countries: outlook and control strategies. The Science of Total Environment 134: 325-334.

Folinsbee, L.J. 1992. Human health effects of air pollution. Environmental Health Perspectives 100: 45-56.

Garfias, J. & R. González. 1992. Air quality in Mexico City. in SCIENCE OF GLOBAL CHANGE: The impact of human activities on the environment. Eds. D.A. Dunette & R.J. Obrien. American Chemical Society. pp: 149-161.

Monzón de Cáceres, A. 1994. Traffic control systems to alleviate congestion and air pollution. The Science of Total Environment 146/147: 45-50.

Rivero, S.O., G. Ponciano & T. Fortoul. 1993. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Fondo de Cultura Económica. México. 228 pp.

Romieu, I., H. Weitzenfeld & J. Finkelman. 1991. Urban air pollution in Latin America and the Caribbean. J. Air Waste Manage. Assoc. 41 (4): 1166-1171.

Suárez, B.G. 1991. Análisis de la calidad atmosférica en la Ciudad de México. Investigación Científica y Tecnológica 13 (173): 36-40.

Warner, P.O. 1981. Análisis de los contaminantes del aire. Paraninfo. Madrid. 366 pp.