

Conservation Society (WCS) por su apoyo logístico, en equipo e identificación de especímenes.

Al Dr. Jonathan Campbell y MSc. Erick Smith de la Universidad de Texas en Arlington, quienes dieron su apoyo técnico e identificación de especímenes de anfibios y reptiles.

Al Dr. Timothy McCarthy, del Carnegie Museum, quien ayudó en la identificación de especímenes de roedores y murciélagos y en la aportación de equipo.

A las municipalidades, alcaldes y alcaldes auxiliares de las aldeas Tay Coy, Todos Santos Cuchumatán, San Rafael La Independencia y Yalambojoch, por haber permitido el acceso a las áreas estudiadas.

## V. REFERENCIAS

1. Valdéz, Marroquín de, Rosales AC, Rarr C. Evaluación y Conocimiento del Patrimonio Natural Faunístico en Peligro de Extinción de Guatemala. Fase I Informe Final. Guatemala: CDC, CECON, DIOI. 1996. 33pp.
2. Campbell JA, Ford LA Phylogenetic relationships of the colubrid snakes of the genus *Adelphicos* in the highlands of Middle America. Occasional papers, University of Kansas 1982; 100:1-22
3. Vannini JP. A new species of beaded lizard at the Motagua Valley of Guatemala. Journal of Herpetology 1988; 22 (4): 457-468.
4. Campbell JA The University of Texas Arlington 1991. (com. pers.)
5. Smith E. Universidad de Texas en Arlington 1996 (com. pers.)
6. Reid F. Royal Ontario museum, Canada 1990. (com. pers.)
7. Engstrom *et al.* New records of two small mammals. Guatemala The Southwestern Naturalist 1993; 38(1): 8-82.
8. Valdéz, *et al.* Evaluación y Conocimiento del Patrimonio Natural Faunístico en Peligro de Extinción de Guatemala. Fase I. Informe Final. Guatemala. CDC, CECON, IIQB, DIGI, USAC. 1997.61 PP.
9. Valdéz, *et al.* Evaluación y Conocimiento del Patrimonio Natural Faunístico en Peligro de Extinción de Guatemala. Informe Final. Guatemala: CDC, CECON, DIGI, USAC 1988 30pp
10. ASIES. Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible 1996.34 PP.

## ARTICULOS CIENTIFICOS INVITADOS (PROFESIONALES)

### LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA A LA VANGUARDIA EN EL MONITOREO DEL AIRE EN GUATEMALA

Thelma Alvarado<sup>1</sup>  
Ana Yolanda Chávez<sup>2</sup>

#### I. INTRODUCCION

De acuerdo con los resultados del estudio que desde 1994 realiza la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con la colaboración de la Fundación Suiza de Cooperación al Desarrollo Técnico, Swisscontact, la contaminación de la atmósfera, en especial la ocasionada por las emisiones de los vehículos automotores, es muy alta en algunos de los sitios de muestreo ubicados en la Ciudad de Guatemala.

La contaminación se ha agravado por la explosión

demográfica en las últimas dos décadas, provocada por el modelo macrocefálico de crecimiento económico que ha caracterizado las políticas de gobierno que ubican los centros de producción y de servicio en la metrópoli, lo que ha llevado a un crecimiento acelerado en el número de unidades automotores, el cual se estima que en la actualidad es superior a las 500,000 unidades. Se ha demostrado que existe una relación estrecha entre el deterioro de la calidad del aire, el incremento del flujo automotor y de las emisiones al aire, en especial en el centro urbano donde la circulación de vehículos es más densa y la movilidad del aire se reduce por la gran cantidad de edificios.

Las emisiones de los automotores y de las otras fuentes de contaminación, a la vez que enrarece el aire, vienen a acumularse en las vías respiratorias de los habitantes de la ciudad, lo que se va convirtiendo a

<sup>1</sup>Licenciada en Química, Departamento Análisis Inorgánico. Escuela de Química. Fac. CCQQYF, USAC.

<sup>2</sup>Licenciada en Química, Departamento de Química General. Escuela de Química. Fac. CCQQ Y F, USAC.

través del tiempo en la causa principal de deterioros de estas vías. Los efectos que sobre la salud humana provocan estos contaminantes van desde mareos muy leves, irritación en los ojos y nariz, hasta la muerte, dependiendo los mismos del tiempo de exposición, clase y cantidad del contaminante en el medio.

La contaminación a su vez, provoca un incremento en la acidificación del ambiente, lo que incide en un deterioro del patrimonio cultural metropolitano, de los recursos naturales y por ende, de la economía del país.

## II. METODOLOGIA

A continuación se presenta un resumen del equipo y metodología empleada para el muestreo de cada contaminante. La cual ha sido estandarizada durante estos años de trabajo.

PARAMETRO	EQUIPO MUESTREO	METODOLOGIA	TIEMPO MUESTREO
TPS	Medidor alto Volumen	Gravimetría	24 horas
PM <sub>10</sub>	Medidor alto Volumen, orificio Crítico	Gravimetría	24 horas
Dióxido de nitrógeno	Tubos medidores pasivos	Espectrofotometría colorimétrica UV/vis	30 días
Ozono	Tubos medidores Pasivos	Espectrofotometría colorimétrica UV/vis	7 días
Benceno, tolueno, xileno	Tubos medidores pasivos	Cromatografía gaseosa	30 días
Monóxido de carbono	Contenedores especiales	Infrarrojo	Medición puntual

## III. RESULTADOS

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media -EFPEM- durante estos años de trabajo. Los informes completos de 1995 a 1998 se encuentran disponibles en el Centro de Documentación y Biblioteca de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia para consultas al respecto.

**TABLA No. 1**  
**RESULTADOS MATERIAL PARTICULADO EN SUSPENSION ESCUELA DE FORMACION DE PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA -EFPEM- AÑOS 1995-1998**

Mes	1998	1997	1996	1995
Enero	319	437	347	553
Febrero	343	425	432	258
Marzo	204	368	404	269
Abril	440	289	412	392
Mayo	490	391	291	530
Junio	327	372	368	352
Julio		331	261	244
Agosto		334	291	275
Septiembre		399	288	183
Octubre		609	263	501
Noviembre		291	284	368
Diciembre		196	340	345

Fuente: Lic. T. Gallardo. Lab. Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

Límite permisible: 240 g/m<sup>3</sup> (24 horas); 75 g/m<sup>3</sup> promedio anual.

**TABLA No. 2**  
**RESULTADOS PM<sub>10</sub> ESCUELA DE FORMACION DE PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA -EFPEM- AÑOS 1995-1998**

Mes	1998	1997	1996
Enero	121	130	n.m.
Febrero	106	113	n.m.
Marzo	67	66	n.m.
Abril	149	115	n.m.
Mayo	116	153	n.m.
Junio	111	115	n.m.
Julio		88	131
Agosto		117	179
Septiembre		126	172
Octubre		134	169
Noviembre		127	147
Diciembre		49	116

n.m.= No muestreado. La detección de este contaminante dió inicio en julio de 1996.

Fuente: Lic. T. de Gallardo. Lab. Monitoreo del Aire. E. de Química. Facultad CCQQyF, USAC.

Límite permisible: 150 g/m<sup>3</sup> (24 horas); 50 g/m<sup>3</sup> promedio anual.

**TABLA No. 3**  
**RESULTADOS DIOXIDO DE NITROGENO**  
**ESCUELA DE FORMACION DE PROFESORES DE**  
**ENSEÑANZA MEDIA -EFPEM-**  
**AÑOS 1995-998**

Mes	1998	1997	1996	1995
Enero	59	69	103	N.M.
Febrero	81	109	72	35
Marzo	48	108	52	70
Abril	51	101	48	35
Mayo	67	137	62	47
Junio	55	84	42	52
Julio		109	79	85
Agosto		35	58	62
Septiembre		99	45	45
Octubre		60	58	52
Noviembre		58	49	N.M.
Diciembre		49	47	70

N.M.= No muestreado.

Fuente: Lic. T. de Gallardo. Lab. Monitoreo del Aire.  
E. de Química. Facultad CCQQyF, USAC.

Límite permisible: 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (1 hora); 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
(promedio anual).

**TABLA No. 4**  
**RESULTADOS OZONO**  
**ESCUELA DE FORMACION DE PROFESORES**  
**DE ENSEÑANZA MEDIA -EFPEM-**  
**AÑOS 1995-1998**

Mes	1998	1997	1996	1995
Enero	N.M.	42	86	63
Febrero	N.M.	44	56	58
Marzo	N.M.	48	66	115
Abril	N.M.	38	65	78
Mayo	N.M.	79	64	79
Junio	N.M.	57	43	76
Julio		46	35	72
Agosto		40	44	70
Septiembre		65	48	73
Octubre		N.M.	43	86
Noviembre		N.M.	66	71
Diciembre		N.M.	58	107

N.M.= No muestreado.

Fuente: Lic. T. de Gallardo. Lab. Monitoreo del Aire.  
E. de Química. Facultad CCQQyF, USAC.

Límite permisible: 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (8 horas); 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
(promedio anual).

#### IV. CONCLUSIONES

Las conclusiones generales que se presentan a continuación son válidas para el trabajo realizado a lo largo de estos cinco años en todos los sitios de muestreo y no sólo para los resultados presentados en este artículo, ya que por razones de espacio no es posible incluirlos todos.

##### Para TPS:

De los contaminantes estudiados, TPS presenta los valores más altos para la Ciudad de Guatemala.

En general, los valores más altos para este contaminante se presentan en los meses de enero a junio.

Las estaciones más contaminadas son: PNT, EFPEM Y CSJ, ya que estas estaciones son las que sobrepasan con más frecuencia los límites establecidos por OMS.

##### Para $\text{PM}_{10}$ :

$\text{PM}_{10}$  es el segundo contaminante mayoritario de los estudiados en esta investigación.

En general, los valores más altos se presentan durante los meses de enero a junio, especialmente en el mes de mayo.

Al igual que para TPS, las estaciones más contaminadas son PNT, EFPEM Y CSJ.

##### Para dióxido de nitrógeno:

En general, los valores más altos se presentan durante los meses de febrero a mayo.

Los valores demuestran la presencia de este contaminante en todos los sitios de muestreo. A pesar de encontrarse estos valores por debajo de la normativa correspondiente, no debe descuidarse el hecho de que esté presente, por lo que se deben tomar las medidas preventivas para evitar que este contaminante sea un problema agudo en el futuro.

##### Para ozono:

En general, los valores más altos se presentan en los meses de noviembre a mayo.

Al igual que para el dióxido de nitrógeno, debe tomarse las medidas preventivas necesarias a fin de evitar que este contaminante provoque mayores problemas en el futuro.

##### Para Plomo:

Con respecto a plomo en el aire, el promedio anual de las mediciones realizadas, se encuentran muy por debajo de la norma correspondiente (1.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), lo que

nos indica que el aire se encuentra limpio en cuanto a plomo proveniente de las actividades automotoras. Las trazas que se encuentran probablemente se deben a otro tipo de fuentes, como las industriales.

Los análisis de plomo efectuados a gasolina de las diferentes marcas que se expenden en la ciudad, también nos indican que se encuentra libre de este contaminante, pues en ninguno de ellos fue detectado.

Material particulado en suspensión TPS-, partículas menores de 10 micras (PM10) y polvos de precipitación son los contaminantes que poseen los valores más altos y que en reiteradas ocasiones a lo largo del trabajo se han encontrado por encima de la normativa correspondiente en la Ciudad de Guatemala.

#### **LOGROS MAS IMPORTANTES**

El monitoreo constante de la calidad del aire, iniciando desde febrero de 1994, es un primer paso que servirá para ayudar a establecer los logros que se alcancen con las medidas de control de emisiones implementadas por el gobierno, así como a implementar en el futuro programas que eviten el deterioro del medio ambiente y por lo tanto ayuden a no perjudicar la salud de nuestra comunidad, así como su patrimonio ecológico e histórico.

Toma de conciencia por parte de la población y de las autoridades gubernamentales de la importancia de respirar un aire puro.

#### **V. RECOMENDACIONES**

Continuar con el programa de monitoreo de emisiones automotores en la Ciudad de Guatemala, a efecto de tener un banco de datos de varios años que den una visión del impacto de las medidas de control

sobre el ambiente de nuestra ciudad.

Que el programa de monitoreo de emisiones automotores sea permanente en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Que la USAC establezca convenios con otras instituciones a fin de que este programa pueda mantenerse en forma permanente y ampliarse en un futuro.

Divulgar periódicamente los resultados obtenidos en diversos medios de comunicación, para que las autoridades correspondientes puedan tomar las medidas de previsión y correctivas que permitan en un futuro cercano minimizar el deterioro de la calidad del aire en nuestra ciudad.

#### **VI. REFERENCIAS**

1. Alfaro, Rosario. Alvarado de Gallardo, Thelma. Manual de Laboratorio para determinar emisores vehiculares en el ambiente. Swisscontact/Proeco. San Salvador, El Salvador. Agosto, 1998.
2. Alvarado de Gallardo, Thelma. Informes Anuales del Proyecto Monitoreo de la Calidad del Aire en la Ciudad de Guatemala. USAC/Swisscontact 1994-1998.