



Monitorización de los niveles de inmisión de COVs en el aire ambiente de la Isla de Tenerife

D, Nolasco¹, N, M, Pérez¹, R, N, Lima¹, P, A, Hernández¹, J, M, L, Salazar¹, J, A, Navalón², B, Hernández³, N, Ortega³, y L, Pérez⁴

(1) División de Medio Ambiente - ITER

(2) Facultad de Químicas - **Universidad de Valencia**

(3) Facultad de Químicas - **Universidad de La Laguna**

(4) Facultad de Farmacia - **Universidad de La Laguna**

Los niveles de inmisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) son indicadores de la calidad del aire ambiente. Desde febrero de 2003 se realiza regularmente el seguimiento y medida de COVs en el aire ambiente de la Isla de Tenerife. La toma de muestras se realiza mediante el empleo de canisters de 400 cm³ en tres puntos de observación ubicados en la zona urbana-industrial de Santa Cruz de Tenerife, en el polígono industrial de Granadilla y en el casco urbano de La Orotava, respectivamente. El análisis de las muestras se realiza mediante GC/MS/MS. Los mayores niveles de inmisión de COVs han sido registrados en la zona urbano-industrial de Santa Cruz. En el caso particular del benceno, los valores promedios registrados en La Orotava y en Granadilla son inferiores al valor límite horario establecido por la Directiva 2000/69/CE, 5 µg/m³. Por el contrario, el valor promedio registrado en Santa Cruz, 6,6 µg/m³, es superior a este valor límite horario llegándose a registrar niveles de inmisión de 171,5 µg/m³ como consecuencia de la alta densidad de tráfico y la actividad industrial asociada a la refinería de petróleo.

1. Introducción

Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs) están generando cambios en la química atmosférica particularmente en la capacidad de oxidación de la troposfera (Hewitt, 1999). Estos contaminantes atmosféricos están también asociados a una multitud de problemas relacionados con la salud (WHO, 1987). La necesidad de monitorizar las concentraciones de COVs en la atmósfera se deriva principalmente de tres factores: (1) la toxicidad de estos contaminantes orgánicos (Ames et al., 1975; Nielsen et al., 1996; Claxton, 1992), (2) su función como precursores de partículas finas aéreas urbanas (Chameides et al., 1988; Andreae and Crutzen, 1997), y (3) su papel en la formación de ozono troposférico y otros oxidantes fotoquímicos a través de su interacción con los óxidos de nitrógeno (NOx) en presencia de luz (Derwent et al., 1996; Finlayson-Pitts and Pitts, 1997).

Los COVs no sólo comprenden un amplio espectro de especies, sino que además son producidos por una gran variedad de fuentes. Las más importantes son: (1) procesos de combustión, (2) producción, tratamiento, almacenamiento y distribución de combustibles fósiles, (3) aplicación de disolventes orgánicos volátiles, (4) procesos de producción industrial, y (5) fuentes naturales y procesos biológicos (Isidorov et al., 1985; Andreae and Crutzen, 1997). El objetivo de este estudio es conocer los niveles de inmisión de COVs en el aire ambiente de la Isla de Tenerife, evaluar sus variaciones temporales y dilucidar sobre el origen de estos contaminantes orgánicos.

2. Metodología

Desde febrero de 2003 y dentro del marco del proyecto TENAIR 2005 financiado por el Cabildo Insular de Tenerife se realiza regularmente un seguimiento y medida de los niveles de inmisión de COVs en el aire ambiente de la Isla de Tenerife. En la actualidad este programa de monitorización cuenta con tres puntos de observación localizados en (1) la zona urbana-industrial de Santa Cruz de Tenerife, (2) el Polígono Industrial de Granadilla, y (3) el casco urbano de La Orotava. La toma de muestras se realiza con canisters de acero inoxidable de 400 cm³ de capacidad que previamente han



sido evacuados al vacío. La identificación y cuantificación de COVs en las muestras se realiza mediante un GC/MS/MS modelo VARIAN Saturn 2000 basado en el método TO-14 (US-EPA, 1988; US-EPA, 1990).

3. Resultados y conclusiones

Los resultados preliminares obtenidos en este estudio se expresan en la Tabla 1 donde se presenta una caracterización estadística sobre los niveles de inmisión de COVs registrados en los tres puntos de observación. Los COVs detectados son agrupados principalmente en tres categorías: hidrocarburos aromáticos (*), hidrocarburos clorados (**), y compuestos orgánicos halogenados(***). El mayor número de observaciones en la zona urbana-industrial de Santa Cruz de Tenerife (111) en comparación con los otros dos puntos de seguimiento y medida se debe a una mayor detección de COVs por encima del límite de detección (0,100 ppbV) en la zona metropolitana.

Tabla 1.- Caracterización estadística de los puntos de seguimiento y medida de COVs en el aire ambiente de la Isla de Tenerife expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 1 atm y 20°C.

VOCs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Santa Cruz de Tenerife (n=111)				Granadilla de Abona (n=101)				La Orotava (n=75)			
	Max	Min	X	SD	Max	Min	X	SD	Max	Min	X	SD
Bromometano***	2,86	<0,39	0,01	0,22	2,77	<0,39	0,02	0,26	<0,39	<0,39	<0,39	<0,39
Benceno*	171,56	<0,32	6,63	16,21	7,06	<0,32	0,34	1,14	25,77	<0,32	1,35	3,28
Tolueno*	1787	<0,38	64,66	226,38	1402	<0,38	25,03	152,12	1392	<0,38	36,03	151,75
Clorobenceno***	14,72	<0,46	0,26	1,64	16,77	<0,46	0,21	1,62	4,64	<0,46	0,17	0,80
Etilbenceno*	49,50	<0,44	5,25	7,37	17,96	<0,44	2,73	4,16	16,70	<0,44	3,31	3,82
p+m-xileno*	127,8	<0,44	5,41	12,50	11,79	<0,44	1,56	2,36	26,39	<0,44	2,55	3,71
Estireno*	14,83	<0,43	0,16	1,30	3,83	<0,43	0,02	0,28	9,56	<0,43	0,08	0,92
o-xileno*	68,17	<0,44	4,54	9,55	11,79	<0,44	1,08	2,25	21,09	<0,44	1,62	3,20
1,3,5 trimetilbenceno*	45,79	<0,49	2,65	6,19	96,22	<0,49	3,40	13,59	32,78	<0,49	1,87	4,46
1,2,4 trimetilbenceno*	53,13	<0,49	3,97	6,95	95,27	<0,49	4,71	13,80	32,45	<0,49	2,31	4,75
1,3 diclorobenceno***	33,17	<0,61	0,60	3,40	16,70	<0,61	0,43	2,30	14,83	<0,61	0,35	1,93
1,4 diclorobenceno***	20,04	<0,61	0,53	2,89	30,62	<0,61	0,51	3,22	14,17	<0,61	0,31	1,74
1,2 diclorobenceno***	33,36	<0,61	0,72	3,83	30,62	<0,61	0,51	3,22	14,17	<0,61	0,37	1,96
1,2,4 triclorobenceno***	63,01	<0,75	1,73	8,05	44,07	<0,75	1,09	6,29	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75
1,3 butadieno	26,68	<0,21	1,02	3,23	14,71	<0,21	1,13	2,96	15,42	<0,21	1,08	2,67
Diclorotetrafluoroetano**	6,77	<0,71	0,23	1,10	5,21	<0,71	0,23	1,03	<0,71	<0,71	<0,71	<0,71
1,2 dicloroetano**	22,83	<0,40	0,13	1,74	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
1,2 dicloropropeno**	<0,46	<0,46	<0,46	<0,46	<0,46	<0,46	<0,46	<0,46	<0,46	<0,46	<0,46	<0,46
1,2 dibromoetano***	124,38	<0,69	0,96	9,67	34,50	<0,69	0,36	3,29	15,83	<0,69	0,14	1,53

Los COVs predominante detectados con concentraciones medias superiores a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el aire ambiente de la Isla de Tenerife fueron el benceno, tolueno, etilbenceno, y xilenos (BTEX) así como otros hidrocarburos aromáticos y el 1,3 butadieno. Entre los diferentes COVs identificados y cuantificados prestaremos una especial atención al benceno por ser un agente peligroso para la salud al tener propiedades carcinógenas y genotóxicas que inducen mutaciones y malformaciones congénitas (Ames et al., 1975; Claxton, 1992). Los mayores niveles de concentración de benceno en el aire ambiente de Tenerife se han detectado en la zona urbano-industrial de Santa Cruz de Tenerife donde se han llegado a alcanzar los $171,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de benceno con un valor promedio de $6,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos valores son superiores a los valores detectados en el aire ambiente de la zona urbana de la Orotava y del polígono industrial de Granadilla donde se han registrado valores máximos de 25,8 y 7,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valores promedios de 1,3 y 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Según la directiva 2000/69/CE, el valor límite horario de benceno en el aire ambiente para la protección de la salud humana es de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1atm, 20°C). Este valor límite horario es inferior al valor promedio registrado en la zona urbana-

industrial de Santa Cruz de Tenerife donde en un importante número de ocasiones se detectaron niveles de inmisión de benceno superiores a los $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por el contrario, la mayor parte de los registros en los puntos de observación de La Orotava y Granadilla de Abona reflejaron niveles de inmisión de benceno inferiores a el valor límite horario establecido por la directiva de la Unión Europea. Ocasionalmente tanto en La Orotava como en Granadilla se detectaron niveles de benceno en el aire ambiente superiores al valor límite horario muy probablemente como consecuencia de las condiciones meteorológicas así como la cantidad de tráfico de vehículos existentes en el momento de la toma de muestras (Fig.1).

Los valores obtenidos para el tolueno en el aire ambiente de Tenerife reflejaron también mayores niveles de inmisión en la zona urbano-industrial de Santa Cruz de Tenerife donde se registraron un máximo de $1787 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y un valor promedio de $64,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos valores son también superiores a aquellos registrados en La Orotava y Granadilla donde se detectaron máximos de tolueno de 1392 y $1402 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con valores promedios de 36 y $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Respecto a la concentración de xilenos en el aire ambiente de Tenerife se observa un comportamiento similar al benceno y tolueno ya que su máximo valor se detecta en la zona-urbana industrial de Santa Cruz de Tenerife, $195 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y

donde el valor promedio ha sido de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos resultados reflejan que la alta densidad de tráfico diaria que se registra en la zona metropolitana de Tenerife así como la actividad industrial asociada a la refinería de petróleo son las causas que contribuyen en general a una mayor concentración de VOCs en el aire ambiente. Entre las perspectivas de futuro se encuentra diferenciar la aportación de VOCs a la atmósfera por estas dos fuentes antropogénicas.

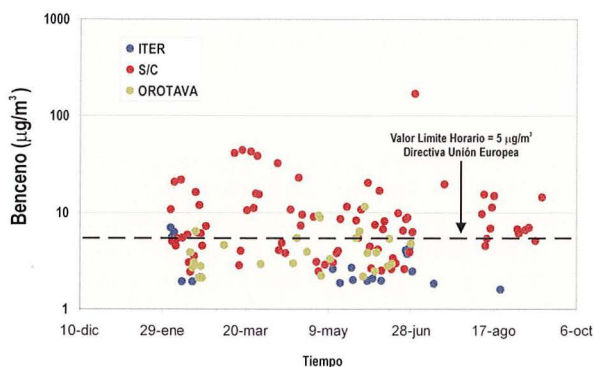


Figura 1.- Variaciones temporales del benceno en el aire ambiente del polígono industrial de Granadilla (azul), zona urbana-industrial de Santa Cruz de Tenerife (rojo) y zona urbana de La Orotava (verde).

4. Referencias

- Ames B.N., McCann J. and Yamasaki E. (1975), *Mutat. Res.*, **31**, 347
- Andreae M. O. and Crutzen P.J. (1997), *Science*, **276**, 1052-1058
- Chameides W.L., Lindsay R.W., Richardson J. and Kiang C.S. (1988), *Science*, **241**, 1473-1475
- Claxton L.D. (1992), *Mutat. Res.*, **276**, 61
- Derwent R.G., Jenkin M.E. and Saunders S.M. (1996) *Atmospheric Environment*, **30**, 181-199
- Finlayson-Pitts B.J. and Pitts J.N. (1997), *Science*, **276**, 1045-1051
- Hewit C.N. (1999), *Reactive Hydrocarbons in the Atmosphere*, 322 pp.
- Isidorov, V.A., Zenkevich I.G. and Ioffe B.V. (1985) *Atmospheric Environment*, **19**, 1-8
- Kley D. (1997), *Science*, **276**, 1043-1045
- Nielsen T., Jorgesen H.E., Larsen J.Chr. and Poulsen M. (1996), *Sci. Total. Environment*, **190**,41
- United States Environmental Protection Agency, US-EPA (1988)
- United States Environmental Protection Agency, US-EPA (1990)
- World Health Organization, WHO (1987), EURO Report and Studies 111.