

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS ALDEHÍDOS EN EL AIRE EN DOS ZONAS DE COSTA RICA, DURANTE LA ÉPOCA SECA Y LA TRANSICIÓN A LA ÉPOCA LLUVIOSA, COSTA RICA

Brenda Salazar-López¹, [José Pablo Sibaja-Brenes](mailto:jose.sibaja.brenes@una.cr)¹, José Carlos Mora-Barrantes¹, Gerardo Rodríguez-Rodríguez, Juan Valdés-González¹

1 jose.sibaja.brenes@una.cr, Laboratorio de Química de la Atmósfera (LAQAT) de la Universidad Nacional, 86-3000, Heredia, Costa Rica

2 Laboratorio de Fitoquímica (LAFIT), Universidad Nacional, 86-3000, Heredia, Costa Rica

Resumen

Se determinó la concentración de seis aldehídos en muestras de aire, durante abril-junio 2015 en la Reserva Biológica Monteverde (RBM) y en Heredia, Costa Rica. El formaldehído, el acetaldehído, el propanal, el butanal, el hexanal y el heptanal se tomaron con cartuchos de adsorción recubiertos con una disolución de la 2,4-dinitrofenilhidrazina (2,4-DNFH) y se analizaron por HPLC con un detector ultravioleta visible. Las concentraciones promedio de cada aldehído en Heredia se encontraron entre 12,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 72,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la época seca y entre 7,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 62,30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la transición a la época lluviosa; mientras que en la RBM las concentraciones encontradas estuvieron entre 1,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 22,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la época seca y entre 0,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 4,68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la transición a la época lluviosa, esto debido al efecto de dilución de contaminantes que hacen las lluvias y que la actividad fotoquímica es mayor en la época seca que en la transición a la época lluviosa.

Introducción

Los aldehídos son componentes importantes de la química de la atmósfera que tienen fuentes tanto biogénicas como antropogénicas, y a su vez fuentes primarias y secundarias (Hellén et al, 2004). La principal fuente antropogénica es a través de la combustión incompleta de los derivados del petróleo que se genera en las fuentes móviles y las fuentes estacionarias (Gong et al., 2010; Pinto & Solci, 2007). Por otro lado, se ha encontrado que algunos árboles de coníferas emiten acetaldehído (Hellén et al, 2004). Además, son formados indirectamente por las reacciones fotoquímicas que sufren los compuestos orgánicos volátiles (COVs) emitidos de fuentes tanto antropogénicas como biogénicas (Possanzini et al., 2007). Los aldehídos tienen un papel fundamental en la química de la atmósfera, al ser precursores del ozono troposférico, de los nitratos de peroxiacilos y de los radicales libres, que son las especies que rigen la mayoría de las reacciones fotoquímicas que se dan en la atmósfera (Pinto & Solci, 2007; Huang et al., 2008). Una vez que los aldehídos se encuentran en la atmósfera, pueden tener efectos perjudiciales para la salud humana como la irritación en la piel, en los ojos y en las membranas nasofaríngeas (Pinto et al., 2014), además, el formaldehído y el acetaldehído poseen propiedades cancerígenas y mutagénicas (Pinto & Solci, 2007). Dado a la importancia de este tipo de sustancias es que este estudio tuvo como objetivo determinar la concentración del formaldehído, el acetaldehído, el propanal, el butanal, el hexanal y el heptanal, en el aire de la Reserva Biológica Monteverde y del Campus Omar Dengo de la Universidad Nacional, durante la época seca y transición a la época lluviosa.

Metodología

Las muestras fueron recolectadas en dos zonas de muestreo: Monteverde (RBM) (10°18'07,0" Norte y 84°47'40,3" Oeste) y Heredia (10°00'01,2" Norte y 84°06'32,4" Oeste), Costa Rica, de Abril del 2015 a Junio del 2015.

En Heredia, se tomaron muestras desde el 9 de abril hasta el 17 de junio del 2015, recolectando un total de 65 muestras. En la RBM, se tomaron muestras semanales desde el 18 de abril al 19 de junio del 2015, recolectando un total de 50 muestras. El sistema de muestreo se colocó a 1,50 metros de altura. Los aldehídos fueron recolectados utilizando cartuchos de adsorción recubiertos con una disolución de la 2,4-DNFH. El tiempo de muestreo fue de 4 horas, para un total de 12 horas de muestreo cada día.

Las muestras de hidrazonas fueron extraídas de los cartuchos utilizando 2 mL de acetonitrilo. Las muestras se analizaron en un HPLC LC-10AD Shimadzu con un detector ultravioleta-visible. La separación fue llevada a cabo en una columna C18 (150 mm, 4,6 mm). La fase móvil fue acetonitrilo-agua (60:40) a un flujo de 1,2 mL/min. La linealidad obtenida fue de $r^2 \geq 0,9998$. El porcentaje de desvío relativo (%DER) fue menor al 5 %. El límite de detección y cuantificación del método de análisis para cada aldehído se encontró en el ámbito de 0,010 mg/L a 0,039 mg/L y 0,020 mg/L a 0,078 mg/L, respectivamente.

Resultados y discusión

La suma del total de los aldehídos medidos en la zona de Heredia fue de 207,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que en la zona de la RBM la suma total de aldehídos fue de 27,89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, esto corresponde aproximadamente a un 86 % más bajas las concentraciones en la RBM que en Heredia. Según una prueba estadística de Tuckey, se encontró que para los aldehídos muestreados, todos los valores fueron significativamente diferentes entre las dos épocas y entre los dos lugares de muestreo, con la excepción del butanal en la época de transición. Esta diferencia en las concentraciones de las dos zonas implica que el origen de los compuestos carbonílicos en cada sitio fue diferente, ya que los sitios de estudio se localizaron en distintos tipos de áreas, representando una zona boscosa rural que constituye un bloque de bosque continuo de 80 000 hectáreas (RBM) (Bermúdez et al., 2005) y una zona urbana de alto flujo vehicular, altamente influenciada por las actividades del ser humano (Heredia) (Herrera et al., 2012).

Según la figura 1 los tres aldehídos de mayor concentración en la zona de Heredia fueron el acetaldehído (32 %), el propanal (25 %) y el hexanal (21%), mientras que en la zona de la RBM, fueron el propanal (45 %), el butanal (21%) y el acetaldehído (19 %). Se encontró que el acetaldehído y el propanal aportaron un 57 % del total de los aldehídos en Heredia. Por su parte, en la RBM, el propanal y el butanal constituyeron un 66 % de total de los aldehídos.

En la zona de Heredia hubo una alta concentración de los aldehídos muestreados, muy posiblemente debido a que hay una mayor cantidad de compuestos orgánicos volátiles que se encuentran en una atmósfera urbana, los cuales, en presencia de la radiación, reaccionan mediante oxidaciones para generar a los compuestos carbonílicos.

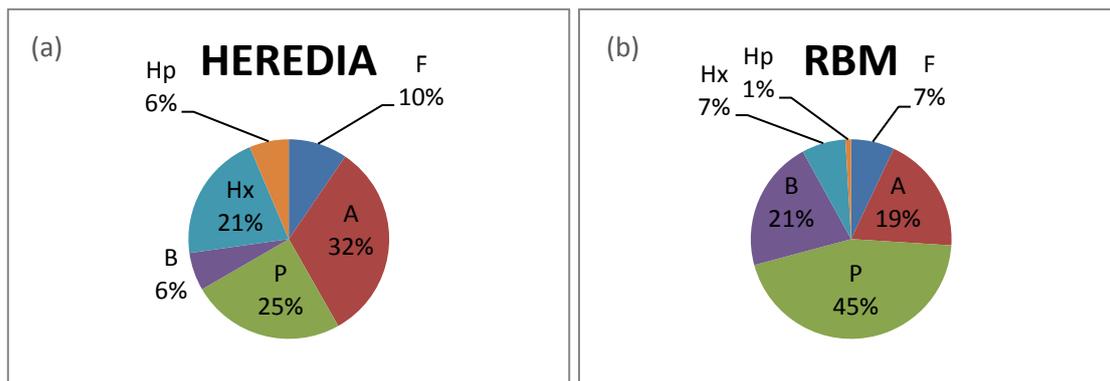


Figura 1. Composición porcentual de carbonilos en (a) Heredia y (b) la RBM.

F: formaldehído, A: acetaldehído, P: propanal, B: butanal, Hx: hexanal, Hp: heptanal.

Para determinar las posibles fuentes de origen de las emisiones de los aldehídos y si existió una relación de las concentraciones obtenidas con las condiciones meteorológicas, se llevó a cabo un análisis de correlación de Pearson. Se encontró que las concentraciones del propanal, el formaldehído y del acetaldehído tuvieron una correlación con la radiación solar, con valores de 0,85, 0,65 y 0,67, respectivamente. Estos valores sugieren que el contribuidor dominante de estos aldehídos fue de origen secundario, producto de las reacciones fotoquímicas que ocurren en el aire con los hidrocarburos presentes, ya que según establece Gong *et al* (2010), la radiación solar es uno de los factores clave que controlan los procesos fotoquímicos (Singh *et al.*, 2004).

Conclusiones

Las concentraciones de los aldehídos en el segundo periodo en ambas zonas fueron más bajas debido a la presencia de las lluvias que tienen un papel fundamental en la remoción de los aldehídos solubles en agua. La concentración total de los aldehídos hallados en la RBM fue 9 veces menor a la encontrada en Heredia, debido a que este sitio urbano es un lugar altamente influenciado por la flota vehicular y por los procesos industriales, mientras que en la zona de la RBM se encuentran 80000 hectáreas de bosque continuo. La mayoría de los aldehídos estuvieron correlacionados entre sí, sugiriendo fuentes comunes de emisión.

Bibliografía

- Bermúdez, F., Hernández, C. & Castro, J.J. (2005). Plan de manejo de la Reserva Biológica Monteverde. Centro Científico Tropical. Puntarenas, Costa Rica, p 1.
- Gong, J.C, Zhu, T., Hu, M., Zhang, L.W, Cheng, H., Zhang, L., Tong, J. & Zhang, J. (2010). Ambient concentrations of aldehydes in relation to Beijing Olympic air pollution control measures. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*10, 19737-19761.
- Hellén, H., Hakola, H., Reissell, A. & Ruuskanen, T.M. (2004). Carbonyl compounds in boreal coniferous forest air in Hyytiälä, Southern Finland. *Atmos. Chem. Phys.* 4, 1771-1780.
- Herrera, J., Rojas, J.F. & Rodríguez, S. (2012). Determination of carbonyls and their sources in three of the metropolitan area of Costa Rica, Central America. *Environ. Monit. Assess.*184, 53-61.
- Huang, J., Feng, Y., Li, J., Xiong, B., Feng, J., Wen, S., Sheng, G., Fu, J. & Wu, M. (2008). Characteristics of carbonyl compounds in ambient air of Shanghai, China. *J. Atmos. Chem.* 61, 1-20.

XXXI Congreso Argentino de Química

25 al 28 de Octubre de 2016 Asociación Química Argentina

Sánchez de Bustamante 1749 – Ciudad de Buenos Aires – Argentina

The Journal of The Argentine Chemical Society Vol. 103 (1-2) January – December 2016 ISSN: 1852 -1207

Anales de la Asociación Química Argentina AAQAE 095 - 196

- Pinto, J., Droprinchinski, L., da Silva, C.R., Cal, F., Rodríguez, I. & Solci, M.C. (2014). Carbonyl concentrations from sites affected by emission from different fuels and vehicles. *Atm. Pollution Res.* 5, 1-7.
- Pinto, J. & Solci, M.C. (2007). Comparison of Rural and Urban Atmospheric Aldehydes in Londrina, Brazil, *J Braz. Chem. Soc.* 18, 928-936.
- Possanzini, M., Tagliacozzo, G. & Cecinato, A. (2007). Ambient Levels and Sources of Lower Carbonyls at Montelibretti, Rome (Italy). *Water Air Soil Pollut.* 183, 447-454.
- Singh, H.B., Salas, L.J., Chatfield, R.B., Czech, E., Fried, A., Walega, J., Evans, M.J., Field, B.D., Jacob, D.J., Blake, D., Heikes, B., Talbot, R., Sachse, G., Crawford J.H., Avery, M.A., Sandholm, S. & Fuelberg, H. (2004). Analysis of the atmospheric distribution, sources, and sinks of oxygenated volatile organic chemicals based on measurements over Pacific during TRACE-P. *J. Geophys. Res.* 109, 1-20.