

## Evaluación del transporte de contaminantes atmosféricos persistentes a escala local y sinóptico en el diseño de la red mexicana de monitoreo de dioxinas y furanos

### Resumen

Claudia Márquez

Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental, México D.F., México, [cmarquez@ine.gob.mx](mailto:cmarquez@ine.gob.mx)

Carlos Cario

Servicio Meteorológico Nacional, México D.F., México, [carlos.cario@cna.gob.mx](mailto:carlos.cario@cna.gob.mx)

Ernesto Caetano

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México D.F., México, [caetano@servidor.unam.mx](mailto:caetano@servidor.unam.mx)

Ignacio Galindo

Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente, Universidad de Colima, Colima, México, [igalindo@uacol.mx](mailto:igalindo@uacol.mx)

Juan Cervantes

Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, [jcervantes@uv.mx](mailto:jcervantes@uv.mx)

Ernesto Reyes

Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F., México, [ervimx@yahoo.com.mx](mailto:ervimx@yahoo.com.mx)

Henry Wöhnschimmel

Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental, México D.F., México, [henrywo@ine.gob.mx](mailto:henrywo@ine.gob.mx)

Salvador Blanco

Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental, México D.F., México, [sblanco@ine.gob.mx](mailto:sblanco@ine.gob.mx)

Beatriz Cárdenas

Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental, México D.F., México, [bcardenas@ine.gob.mx](mailto:bcardenas@ine.gob.mx)

### Antecedentes

Las dioxinas y furanos son compuestos orgánicos persistentes (COPs), que por sus efectos en la salud humana han sido el enfoque del Convenio de Estocolmo, con el objetivo de reducir las emisiones de los COPs no intencionales (COPNIs). Posterior a la emisión, estos compuestos se pueden depositar en un sitio receptor y acumularse en el tejido de animales, y de esta forma no solo impactar al ecosistema sino también entrar a la cadena trófica del ser humano (Su et al., 2002; Fung et al., 2005; Welsch-Pausch and McLachlan, 1998). En el humano pueden provocar cáncer (OMS, 2000), y han sido identificados como potenciales factores para efectos reproductivos en hombres (Dhooge et al., 2006) y diabetes (Remillard & Bunce, 2002). Por su baja reactividad se pueden transportar por muy largas distancias a nivel interregional (Commoner et al., 2000).

El Plan de Acción Regional de América del Norte (PARAN) para Dioxinas y Furanos de la Comisión Ambiental de América del Norte (CCA), así como el Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Compuestos Orgánicos Persistentes, prevé entre otras acciones, el establecimiento de una red mexicana de monitoreo de dioxinas y furanos en aire ambiente, para complementar la información generada por las redes de Estados Unidos y Canadá, y para conocer los niveles de estos contaminantes a mediano plazo como una herramienta para el diagnóstico, diseño de políticas y planes y su evaluación en la reducción y eliminación de éstos. Entre los objetivos de esta red se encuentra, entre otros, generar información para evaluar el transporte a escala regional a partir de modelación.

**Comentario [Henry1]:** Les recuerdo que el resumen está limitado a una cuartilla. Por lo anterior, resalto con gris lo que sugiero cortar en esta versión e insertar posteriormente en la versión extensa.

**Comentario [INE2]:** sugiero incluir una descripción más extensa sobre la naturaleza y fuente de estos compuestos, importante que aparezca el término Compuestos orgánicos persistentes no intencionales (COPNIs), Convenio de Estocolmo y CCA. Ver sitio web del convenio de Estocolmo o citar documentos del PNUMA. Se debe hacer una breve mención de que el componente mexicano será parte a su vez de la red de norteamérica.

La primera fase de esta red de monitoreo iniciará su operación a principios del 2008 y estará conformada por 7 sitios de monitoreo distribuidos en la república mexicana. Esta red será la primera en su tipo al determinar COPNIs que son transportados a escala regional y sinóptica por lo que en su diseño se deben considerar estos aspectos.

### Objetivos

El presente trabajo tiene como objetivo analizar los patrones de vientos sinópticos y superficiales en los 10 sitios potenciales para conformar la red mexicana de dioxinas y furanos, con el fin de determinar los sitios más representativos para el transporte interregional de estos contaminantes e identificar los sitios con impacto de efectos meteorológicos locales.

### Metodologías utilizadas

Se analizaron los vientos en superficie a partir de datos de estaciones automáticas, pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional así como a diferentes instituciones de investigación. Se determinaron los patrones de vientos sinópticos a diferentes alturas (superficie, 850 mbar, 500 mbar y 250 mbar), mediante mapas generados por el modelo MM5, que simuló la circulación atmosférica de vientos a mesoescala para los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre de 2005 y 2006. Así mismo, se utilizó el modelo de trayectorias HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectories) para analizar las retro trayectorias de masas de aire en cada uno de los 10 sitios propuestos dentro de la República Mexicana.

**Comentario [Henry3]:** Claudi a: cómo se dice backward trajectory en español? Cuál es la base de datos?

### Resultados

Los vientos de superficie permitieron reconocer los sitios con una influencia muy local, como es el efecto de mar-tierra y de valle-montaña. Estos sitios se consideran menos representativos para evaluar el transporte interregional, ya que dominan efectos como la recirculación del aire y la canalización del viento de regiones específicas y locales. Mediante los mapas sinópticos se pudo describir la tendencia de la dirección de la cual un sitio recibe el impacto por contaminantes de transporte interregional, en el caso de los sitios sin efectos muy locales. Finalmente, el análisis de trayectorias permitió conocer el origen de las parcelas de aire presentes en los sitios potenciales para el monitoreo de dioxinas y furanos, para los horarios y meses analizados. Se evaluaron escenarios de distintas épocas climáticas cuya información permitirán obtener un diseño de red con representatividad a escala nacional sobre las posibles influencias transcontinentales y los efectos locales.

### Conclusiones

Con base en el análisis descrito, se proporcionaron elementos para seleccionar de los sitios propuestos para la red Mexicana de dioxinas y furanos en aire ambiente los sitios que más adecuados para estudiar el transporte interregional de este tipo de contaminantes orgánicos persistentes. La metodología desarrollada contribuye en general a un mejor diseño de redes de monitoreo de contaminantes atmosféricos que siguen este tipo de patrones de transporte, resultando en mayor representatividad espacial y el eficiente uso de recursos.

**Comentario [INE4]:** creo que lo novedoso además de analizar los sitios de esta red, es que se está proponiendo que esta metodología sea utilizada en el diseño de redes de contaminantes atmosféricos que se transportan a grandes escalas, esto por lo menos en las redes que tenemos en México no se ha considerado aún ya que generalmente los expertos en estos temas no participan en el diseño.

### Bibliografía

Commoner, B., Woods Bartlett, P., Eisl, H., Couchot, K. (2000). Long-range Air Transport of Dioxin from North American Sources to Ecologically Vulnerable Receptors in Nunavut, Arctic Canada. Final Report to the North American Commission for Environmental Cooperation, September 2000.

Dhooge, W., Van Larebeke, N., Koppen, G., Nelen, V., Schoeters, G., Vlietinck, R., Kaufman, J.-M., and Frank Comhaire (2006) Serum Dioxin-like Activity Is Associated with Reproductive Parameters in Young Men from the General Flemish Population. Environmental Health Perspectives 114 (11), pp. 1670-1676

Fung, C.N., Zheng, G.J., Connell, D.W., Zhang, X., Wong, H.L., Giesy, J.P., Fang, Z. and Lam, P.K.S. (2005) Risks posed by trace organic contaminants in coastal sediments in the Pearl River Delta, China. *Marine Pollution Bulletin* 50 (10), pp. 1036-1049

Organización Mundial de la Salud (OMS), 2000: *Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition*. Copenhagen, 2000.

Remillard, R.B.J. and Bunce, N.J. (2002) Linking Dioxins to Diabetes: Epidemiology and Biologic Plausibility. *Environmental Health Perspectives* 110 (9), pp. 853-858.

Su, S.H., Pearlman, L.C., Rothrock, J.A., Iannuzzi, T.J., Finley, B.L. (2002) Potential Long-Term Ecological Impacts Caused by Disturbance of Contaminated Sediments: A Case Study. *Environmental Management* 29 (2), pp. 234-249.

Welsch-Pausch, K. and McLachlan, M. S. (1998) Fate of airborne polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in an agricultural ecosystem. *Environmental Pollution* 102 (1), pp. 129-137

**Nombres completos de los autores:**

M.C. Claudia Márquez Estrada  
Met. Carlos Rosalio Cario Ramírez  
Dr. Ernesto Caetano Neto  
Dr. Ignacio Guillermo Galindo Estrada  
Dr. Juan Cervantes Pérez  
Ing. Ernesto Reyes Villegas  
M.C. Henry Wöhrnschimmel  
Bíol. Salvador Blanco Jiménez  
Dra. Beatriz Cárdenas González