



CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA MESETA CENTRAL DE COSTA RICA

Zaidett Barrientos Llosa*

Recibido: 17-04-2010 Aceptado: 23-05-2010

RESUMEN

La Meseta Central de Costa Rica cubre tan solo 3,8% del territorio nacional, pero alberga 70% de la flota vehicular, 60% de la población y 85% de la industria. Además, posee características topográficas y climáticas que afectan los procesos de contaminación atmosférica, uno es el hecho de que los vientos entren por el norte en El Paso de la Palma y salgan por el noroeste. De la contaminación atmosférica, 75% se debe al uso de combustibles, pero hay aspectos poco comprendidos, por ejemplo la participación de los tanques sépticos (usados por 70% de las personas) en la generación de gases con efecto invernadero. También es importante determinar cuáles son los puntos de inmisión y las consecuencias que sufre el ambiente. El estudio puede fortalecerse mediante el uso de bioindicadores de contaminación. Algunas de las prácticas que disminuirían la contaminación son: mejorar el transporte urbano y agilizar el flujo vehicular, arborizar la ciudad y dar un mejor tratamiento a los desechos líquidos y sólidos.

PALABRAS CLAVE: • Ambiente • Contaminantes • Tanques sépticos • Bioindicadores

ABSTRACT

Costa Rica's central plateau covers 3,8% of the country, but houses 70% of the vehicle fleet, 60% of the population and 85% of the domestic industry. It also has topographic and climatic characteristics that affect air pollution processes (e.g. wind enters through the Paso de la Palma and leaves through the northwest). Most air pollution (75%) is due to fuel use. Other aspects require further analysis, for example greenhouse gas generation by septic tanks (used by 70% of people). It is also important to identify immission points and the consequences on the environment. The study of pollution can be strengthened through the use of bioindicators. Some of the practices that would reduce pollution are: improvement of urban transportation and traffic flow, flora restoration of the city and better treatment of liquid and solid wastes.

KEY WORDS: • Environment • Pollutants • Septic tanks • Bioindicators

La Meseta Central de Costa Rica tiene características demográficas, económicas, climáticas y topográficas interesantes que repercuten en los patrones de contaminación atmosférica de la zona. Para hacer un análisis de esta problemática ambiental hay que tomar en cuenta: la ubicación de las ciudades, la topografía, el patrón de viento y lluvia y por supuesto los contaminantes emitidos, sus efectos, las fuentes de emisión y los sitios de inmisión.

La Meseta Central de Costa Rica es una región de tan solo 1967 km² (MIDEPLAN, 2008). Pero aunque solo equivale a 3,8% de la extensión del país, en ella se encuentran sus cuatro principales ciudades (San José, Heredia, Cartago y Alajuela). Estas ciudades han ido creciendo tanto en número de habitantes como en extensión y actualmente forman casi una unidad, pues los pueblos vecinos han sido incorporados a las ciudades. Por otra parte, se debe considerar que la

*Investigadora. Laboratorio de Ecología Urbana, Vicerrectoría de Investigación, UNED; zbarrientos@uned.ac.cr

región tiene un clima tropical premontano, con dos estaciones: seca (de diciembre a abril) y lluviosa (de mayo a noviembre). Además, hay dos formaciones montañosas que la rodean. La Cordillera Volcánica Central al norte y este con una depresión conocida como el Paso de la Palma y los cerros de Escazú y Ochomogo al sur. No existe una barrera montañosa al oeste (Fig. 1). Esta zona es ventosa, especialmente durante la época seca, época en la que el país recibe los vientos alisios del Atlántico que vienen del sureste y van al noroeste. Dentro de la Meseta Central los vientos siguen un patrón curvo pues entran a través del Paso de la Palma en el norte y salen por el oeste (Fig. 1), donde no hay barreras montañosas, para continuar su rumbo hacia el noroeste. Tomando en cuenta este patrón de vientos se puede hipotetizar el ciclo de vida de los contaminantes atmosféricos.

La contaminación atmosférica de la región se viene estudiando desde 1971 (Alfaro, 2001). Se ha encontrado que en la Meseta Central habita el 60% de la población nacional y el 70% de la flota vehicular del país (Alfaro, 2001), que para el 2008 era de 1 200 000 vehículos y la tasa de crecimiento anual de 8,5% (Villegas, 2008). El aumento en la flota vehicular se presenta principalmente por un incremento en los vehículos de uso particular (Liao, 2008). La flota vehicular se considera la principal fuente de contaminación

atmosférica pues genera 75% de la contaminación (Alfaro, 2001; MIDEPLAN, 2008).

La segunda fuente de generación de contaminación atmosférica es la industria nacional, que produce 23% (Alfaro, 2001; MIDEPLAN, 2008), pues utiliza energía generada con bunker y diesel (UNEP, 2002). En la Meseta Central se concentra 85% y se encuentra ubicada principalmente en el centro y oeste de la región (Valdez, 2002). Afortunadamente, en esta región no son importantes ni la industria metalúrgica ni la industria cementera, ya que estas generan mayor contaminación atmosférica.

Una tercera fuente de contaminación que no ha sido bien estudiada hasta la fecha, pero que podría estar originando un aporte considerable en la generación de material particulado (PM_{10}), son los negocios de venta de comida a las brasas. Se ha encontrado que estos negocios pueden tener efectos perjudiciales en las personas debido a que el material particulado que liberan se desplaza hasta a 1400 m de distancia (Morales, 2003).

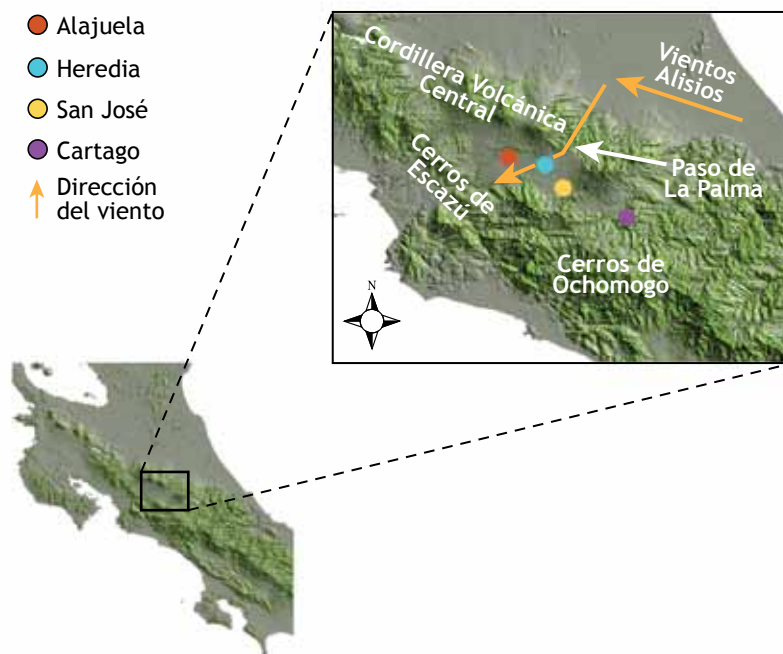


FIGURA 1. Dirección del viento, topografía y ubicación de las principales ciudades en la Gran Área Metropolitana, Costa Rica.

La combustión de energía fósil que, como se mencionó, es la principal fuente de contaminación atmosférica de la Meseta Central, produce contaminantes como: dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), ozono (O_3), óxidos de azufre (SO_x) y material particulado (PM_{10}). El plomo (Pb) no es un problema grave en Costa Rica desde 1995, cuando la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) eliminó su uso (Muñoz, 2002; Decreto Ejecutivo 19088, 1989). El agua no es considerada un contaminante, pero también es parte de los residuos generados por la combustión de combustibles fósiles y contribuye con el aumento del efecto invernadero. En cuanto al material particulado (PM_{10}) y la concentración de CO_2 se ha encontrado que varios puntos la Meseta Central superan la cantidad máxima establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y que la concentración se puede igualar con ciudades como Río de Janeiro (Ortiz, 2008). Además, la tendencia a lo largo de varios años es a que se eleve la concentración de esas sustancias (Ortiz, 2008). Se estima que Costa Rica en el 2006 emitió un promedio de 1,79 toneladas métricas de CO_2 *per cápita*, lo cual es bastante menos que el promedio mundial que ronda las 4,37 toneladas métricas por año *per cápita* (United Nations Statistics Division, 2009). No obstante, aproximadamente 70% se emite en la Meseta Central que es una región muy reducida en extensión, como ya se mencionó.

Desde el punto de vista del efecto invernadero, se debe analizar la generación de dióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O) y metano (CH_4). Como se apuntaba anteriormente, la combustión de productos de petróleo genera dióxido de carbono y agua. En relación con el metano, las principales fuentes de generación suelen asociarse con el medio rural ya que es producto de la descomposición bacteriana anaeróbica y por lo tanto se presenta en: la fermentación entérica del ganado, la generación de biogás de las excretas de animales de granja (Servian et ál., 2009), el cultivo de arroz inundado y en la descomposición de rastrojo y bosques talados (UNEP, 2002).

En el caso de la Meseta Central de Costa Rica, en el pasado hubo ganadería lechera en las zonas altas de la región, pero ha sido eliminada para urbanizar los terrenos. No obstante, este hecho no libra a la región de estar generando metano, el cual tiene un efecto invernadero superior al dióxido de carbono. Actualmente, en la Meseta Central hay dos procesos que generan metano: los rellenos



La combustión de energía fósil es la principal fuente de contaminación atmosférica de la Meseta Central.

Fotografía de Martín Villalta Quirós.

sanitarios y el uso de tanques sépticos. Los rellenos sanitarios producen el metano por la descomposición anaeróbica de los desechos sólidos. Hay cinco rellenos sanitarios importantes en la zona: Río Azul, La Carpio, Los Mangos, Los Pinos y Huaso (conocido como Aserrí; los tres primeros reciben más de 700 toneladas de desechos sólidos por día, Elizondo y Astorga (s.f.)). A veces, el metano generado en los rellenos sanitarios es procesado y se utiliza como combustible; en otras ocasiones, el metano es quemado en el mismo lugar de generación con el fin de producir CO_2 y agua que tienen un efecto invernadero menor al del metano.

Por otra parte, los tanques sépticos son el sistema de procesamiento de aguas residuales que utiliza 70% de las personas en la región (Campus, 2004), este es un proceso anaeróbico que genera metano y dióxido de carbono. No obstante, no fue posible encontrar estudios que cuantifiquen la cantidad de metano y dióxido de carbono en la región por esta fuente. Para Costa Rica en general, se calculó que en 1996 se generaron 41,4 gigagramos de metano, no obstante este cálculo no incluyó al metano producido por los tanques sépticos urbanos (UNEP, 2002, Gobierno de Costa Rica, 1996).

Los principales puntos de inmisión de la contaminación atmosférica se ubican en el suroeste y oeste de la Meseta Central. Durante la época seca, los contaminantes atmosféricos son arrastrados por el viento a



esa zona de inmisión de contaminación. Estos puntos, además del CO₂, también reciben la deposición seca y el material particulado, debido a la fuerza de los vientos alisios la región afectada puede ser muy amplia, pero se requiere de estudios que determinen su amplitud. Durante los meses de junio a noviembre, que es la época lluviosa, el viento sopla en dirección contraria, es decir, del oeste, pero con una intensidad mucho menor que la de los vientos alisios, por lo que es probable que no tengan un efecto fuerte en el desplazamiento de la contaminación atmosférica.

En Costa Rica se han tomado medidas para disminuir la contaminación atmosférica. Se

establecieron decretos que obligaron a la disminución paulatina y eliminación de plomo y azufre en la gasolina (Costa Rica 1989; Desanti - Montero, 2006; Planeta Azul, 2007). También ha sido de gran ayuda el hecho de que desde 1995 los vehículos que ingresan al país deben cumplir con la normativa

de emisión de gases (Costa Rica, 1999). Además, se creó un programa para la revisión periódica del estado de los vehículos "Ecomarchamo" transformado luego en la Revisión Técnica Vehicular (Riteve) que funciona desde 2002 (Riteve, s.f.). También se han firmado convenios entre varias entidades públicas que buscan la disminución de la contaminación atmosférica (Planeta Azul, 2008). Para la protección del ozono también se han propuesto metas entre 2010 y 2030 para la eliminación total de contaminantes que en los protocolos de Kyoto y Montreal se establecieron como reductores de ozono y por consiguiente contribuyentes del efecto invernadero, por ejemplo: hidrofluorocarbonos HFC, clorofluorocarbonos (CFCs) y bromuro de metilo (BrMe, UNEP, 2002).

No obstante, a pesar de los esfuerzos, el problema se mantiene, por lo tanto es necesario: crear más mecanismos legales; tener mejores auditorías del cumplimiento de la normativa; investigar más sobre las emisiones e inmisiones; además de generar y poner en práctica soluciones al problema.

La investigación en contaminación atmosférica requiere de equipo caro, por lo tanto se ha realizado en pocos lugares de la meseta, principalmente en las ciudades de Heredia y de San José (UNA/DICYT, 2009).

Sin embargo, la calidad global del aire puede ser estudiada midiendo la cobertura de líquenes de los árboles de la región. De hecho, este sistema se ha utilizado en la Meseta Central desde 1976, con lo que se convierte en una de las regiones del mundo con estudios a más largo plazo (Méndez et ál., 1999). Actualmente, investigadores y estudiantes de la UNED están utilizando este sistema para analizar el efecto del viento en la contaminación atmosférica de la Meseta Central y los patrones de contaminación en una amplia zona de la provincia de Heredia dentro de la Meseta.

Para finalizar se mencionan algunas ideas que podrían ayudar a disminuir la contaminación atmosférica de la región:

- Mejorar el flujo vehicular por medio de un planeamiento vial, con bloques de circulación largos que no pasen por el centro de las ciudades y pueblos.
- Mejorar el transporte urbano con rutas que no pasen obligatoriamente por el centro de las ciudades y pueblos, pero que realmente lleven a los usuarios al destino que necesitan.
- Continuar con programas de control periódico de emisiones.
- Mejorar los cruces peatonales y construir puentes peatonales amigables con los peatones y que formen parte de bulevares peatonales arbolados.
- Ampliar, mejorar y crear un sistema de bulevares, ciclo vías y parques urbanos.
- Arborizar las zonas urbanas y proteger las zonas verdes urbanas.
- Velar porque la industria y el comercio tengan procesos amigables con el ambiente.
- Corroborar que se instalen ciclones y filtros de alto rendimiento en industrias y comercios de comida a las brasas.
- Continuar con la tendencia de descentralización de servicios gubernamentales.
- Mejorar la regulación de uso y mantenimiento de tanques sépticos.
- Diseñar una red de plantas de tratamiento para todas las aguas servidas de la región y que tenga un responsable claro de su mantenimiento.
- Eliminar los botaderos y sustituirlos por rellenos sanitarios bien diseñados y funcionales, en los que se recicle y procese mejor cada tipo de desecho.
- Promover la educación ambiental y valores menos consumistas.

REFERENCIAS

- ALFARO, R. (2001). Contaminación del aire en la capital. *Ambiencio* 93. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/93/alfaro.htm>.
- CAMPUS. 2004. Situación del agua en Costa Rica. Resumen ejecutivo. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.una.ac.cr/campus/ediciones/otros/agua.pdf>.
- DECRETO EJECUTIVO 19088. (1989, junio). La Gaceta: diario oficial (135), San José, C.R; Julio 17. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.dse.go.cr/es/02ServiciosInfo/Legislacion/PDF/Hidrocarburos/RECOPE/DE-19088ObligaRECOPE.pdf>.
- DECRETO EJECUTIVO 23831. (1999). La Gaceta: diario oficial (236), San José, C.R. -MOPT-MIRENEM-S. Alcance no.97-A., San José (CR); Dic. 6. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.reglatec.go.cr/decretos/28280.pdf>.
- DESANTI-MONTERO, J. L. (2006). Reducción de azufre en diesel. *La Nación*, San José (CR); Oct. 27. Recuperado el 1 mayo de 2010, http://www.nacion.com/ln_ee/2006/octubre/27/opinion874612.html.
- ELIZONDO, K.; ASTORGA, Y. (s.f.). Diagnóstico del cierre técnico del relleno sanitario Río Azul. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.una.ac.cr/redibec-cisda/ponencias/Retos/Katthya.pdf>.
- GOBIERNO DE COSTA RICA. (1996). Inventario nacional de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero en Costa Rica año 1996. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://cglobal.imn.ac.cr/Pdf/gases/Inventario%20de%20GEI%20en%201996.pdf>.
- LIAO, A. (2008). Monitoreo de la contaminación ambiental en Costa Rica. Simposio internacional sobre monitoreo atmosférico. México, D.F. setiembre 2008. Recuperado el 1 mayo de 2010, http://www2.ine.gob.mx/dgcenica/descargas/pres_sem_mon_atm_08_al.pdf.
- MÉNDEZ, V.H.; RIVAS, M.; MONGE-NÁJERA, J. (1999). Líquenes como bioindicadores de contaminación: 20 años de monitoreo y aplicación con estudiantes. Primer Congreso Interuniversitario de Biodiversidad, Universidad de Costa Rica, 31 mayo-4 junio.
- MIDEPLAN. (2008). Política de sostenibilidad ambiental. Boletín del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2 (3): 1-20. Recuperado el 1 mayo de 2010, http://www.mideplan.go.cr/component?option,com_docman/task,doc_view/gid,144/
- MORALES VARGAS, R. (2003). Contaminación del aire y efectos tóxicos por partículas respirables (PM10) en el humo de madera en comercios de alimentos, San José - Costa Rica. *Revista costarricense de Salud Pública* 12 (22): 16-28 [citado 07 Septiembre 2009]. Recuperado el 1 mayo de 2010, http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-14292003000200003&script=sci_arttext. ISSN 1409-1429.
- MUÑOZ, N. (2002). Tierramérica: aire libre de plomo. *La Nación*, San José (CR); Oct. 4: Sección Viva. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.nacion.com/viva/2002/octubre/04/var4.html>
- ORTIZ, L. (2008). La GAM necesita un respiro. *Campus*. Noviembre 2008. Recuperado el 1 mayo de 2010, http://www.una.ac.cr/campus/ediciones/2008/noviembre/2008noviembre_pag05.html
- PLANETA AZUL. (2007). En riesgo salud de costarricense por contaminación del aire. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.planetaazul.com.mx/www/2007/02/17/en-riesgo-salud-de-costarricense-por-contaminacion-del-aire/>
- PLANETA AZUL. (2008). Presentan plan para disminuir la contaminación del aire en Costa Rica. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.planetaazul.com.mx/www/2008/10/07/presentan-plan-para-reducir-la-contaminacion-del-aire-en-costa-rica/>
- RITEVE. (s.f.). Revisión técnica de vehículos de Costa Rica. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.rtv.co.cr/>
- SERVIAN, P.L.; MARTÍNEZ, E.; BOTERO, R. (2009). Evaluación del tratamiento anaeróbico de aguas residuales ordinarias de la universidad EARTH para su aprovechamiento energético. *Tierra tropical* 5(1): 67-73.
- UNA/DICYT. (2009). El Laboratorio de Análisis Ambiental detecta un considerable deterioro en la calidad de aire en Heredia. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.dicyt.com/noticias/el-laboratorio-de-analisis-ambiental-detecta-un-considerable-deterioro-en-la-calidad-del-aire-de-heredia>
- UNEP. (2002). GEO, Costa Rica. 2002. Una perspectiva sobre el medio ambiente. *Atmósfera y ozono*. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.centrogeo.org/mex/unesp/documentos/CostaRica/CRAire.pdf>
- UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION. (2009). Millennium Development Goals Indicators. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Search.aspx?q=carbon%20dioxide%20emission>
- VALDEZ, J. (2002). Gestión de la calidad del aire. Octavo informe sobre el estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Recuperado el 1 mayo de 2010, <http://www.estadonacion.or.cr/info2002/nacion8/Po-armonia/Gestion%20de%20la%20calidad%20del%20aire.pdf>
- VILLEGAS, J. (2008). Empeora contaminación del aire en San José. *La Nación*, San José (CR); May. 21. Recuperado el 1 mayo de 2010, http://www.nacion.com/ln_ee/2008/mayo/21/pais1544915.html