

Neumología

Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria en niños menores de 14 años en Bogotá

Consideramos de fundamental importancia establecer si hay relación entre las fluctuaciones respecto a la calidad y cantidad de la contaminación atmosférica medible, específicamente pm 10, con las consultas por crisis asmática, síndrome broncoobstructivo agudo, bronquitis aguda, traqueobronquitis, bronquiolitis e infección respiratoria baja (neumonía o bronconeumonía). Dado que de existir esta relación solamente nos permitiría hablar de asociación y no de causalidad, planeamos realizar un estudio de cohorte prospectiva, con estudiantes menores de 14 años, en lugares con diferentes grados de contaminación atmosférica para determinar si la presentación de síntomas y enfermedad respiratoria es diferente, en varios grupos de sujetos comparables, excepto en su exposición a los contaminantes atmosféricos.

Fecha de publicación: Junio 2002

Drs. Pedro Iván Solarte, MD, Mónica Caicedo, MD, Sonia Restrepo, MD

Revista Médica Sanitas, Volumen 5, Número 2

1. Justificación

Consideramos de fundamental importancia establecer si hay relación entre las fluctuaciones respecto a la calidad y cantidad de la contaminación atmosférica medible específicamente PM10, con las consultas por crisis asmática, síndrome broncoobstructivo agudo, bronquitis aguda, traqueobronquitis, bronquiolitis e infección respiratoria baja (neumonía o bronconeumonía). Dado que de existir esta relación solamente nos permitiría hablar de asociación y no de causalidad, planeamos realizar un estudio de cohorte prospectiva, con estudiantes menores de 14 años, en lugares con diferentes grados de contaminación atmosférica para determinar si la presentación de síntomas y enfermedad respiratoria es diferente, en varios grupos de sujetos comparables, excepto en su exposición a los contaminantes atmosféricos.

2. Objetivos de la investigación a

1. Determinar la asociación entre las fluctuaciones de la concentración de partículas respirables PM10 y la morbilidad por enfermedad respiratoria en menores de 14 años, en cinco regiones de Santa Fe de Bogotá, durante un periodo de seis meses, en 1999.

2. Determinar la relación existente entre las fluctuaciones de la concentración de los contaminantes atmosféricos medidos en dos sitios con diferentes grados de polución, y la presencia de síntomas y enfermedades respiratorias en una cohorte de sujetos en Santa Fe de Bogotá, durante un periodo de tres meses, en 1999.

3. Aproximarse a los costos para las instituciones de salud y para los sujetos afectados por la presencia de enfermedades

respiratorias en la población infantil, atribuibles al exceso de contaminantes en la atmósfera de Santa Fe de Bogotá.

3. Metodología

Asociación entre las fluctuaciones en la concentración de partículas respirables pm10 y la morbilidad por enfermedad respiratoria

Para cumplir con el objetivo número uno se realizó un estudio observacional analítico, en el cual se describe una serie de casos (consultas por enfermedad respiratoria en menores de 14 años), para relacionarlos con los niveles de PM10, en el transcurso de seis meses.

Los datos de PM10 se tomaron de los resultados de los análisis de la Universidad Javeriana. Los datos meteorológicos se tomaron de las estaciones de la red de calidad de aire del DAMA. Para los datos de morbilidad o consultas por enfermedad respiratoria se seleccionaron los Hospitales de I y II nivel, Centros de Atención Inmediata (CAMI) y Unidades Primarias de Atención (UPAS) de la Red asistencial de la Secretaría Distrital de Salud, localizadas en radio de dos kilómetros de las estaciones de medición de la Universidad Javeriana. La evaluación inicial de la procedencia de los pacientes que consultan a dichos centros mostró que la mayoría de ellos provenían de barrios situados en las cercanías de estos centros y por tanto, de las estaciones de medición de PM10 de la P.U.J.

Consultas por enfermedad respiratoria

El registro de consulta externa y urgencias de la red distrital de salud se lleva en el formulario denominado Registro Individual de Atención (RIA). Los auxiliares de la investigación, policías bachilleres de la Policía Ecológica Nacional, acudían diariamente a cada uno de los centros asistenciales seleccionados, y recolectaban los datos del RIA de consulta externa y de urgencias con diagnóstico de enfermedades respiratorias, según la clasificación internacional de enfermedades, CIE-9. Además, se solicitaba información sobre el número de historia clínica, la edad, el sexo y la procedencia. Esta última se clasificó según la codificación de barrios del Distrito Capital. Los formularios se entregaban a la coordinación del proyecto una vez por semana, para su procesamiento y análisis.

Relación existente entre las fluctuaciones de la concentración de los contaminantes atmosféricos medidos en dos sitios con diferentes grados de polución y la presencia de síntomas y enfermedades respiratorias.

Para el desarrollo del segundo objetivo, se diseñó un estudio de cohorte prospectivo. Se escogieron dos áreas residenciales de los barrios de Venecia y Engativá, las cuales por sus características locales y por la medición preliminar de contaminantes por el DAMA mostraban niveles diferentes de contaminación y, por lo tanto, permitían tener un grupo expuesto a altos niveles de

PM10 (Venecia) y un grupo expuesto a bajos niveles de PM10 (Engativá). Durante la instalación de los impactadores de Harvard se realizaron mediciones de PM10 con un equipo portátil, que mostraba que en horas de la mañana la contaminación en Engativá era bastante inferior a la medida en Venecia en días y horas similares.

Los niños elegibles para el proyecto deberían pasar la mayor parte de su tiempo entre su vivienda, el centro educativo, y el centro de salud de la zona. El centro educativo (colegios y escuelas de la Secretaría de Educación) y el centro de salud estaban situados dentro del área de influencia (dos kilómetros) de la estación de medición.

Se escogieron por conveniencia las escuelas y colegios de la Secretaría de Educación del Distrito que figuraban en el listado del directorio telefónico de la ciudad, instituciones que se encontraran en el área de influencia de la estación de medición y desde estas instituciones se enviaron los formularios a los niños menores de 14 años.

Una vez analizada la información, se escogieron al azar los niños que conformarían la cohorte. Se envió a estos niños una nueva invitación para seguir participando en el proyecto y se realizaron reuniones con los padres de familia orientadas por médicos del proyecto para explicar los objetivos del estudio y la manera como colaborarían con este.

Para determinar la prevalencia de la enfermedad respiratoria en los niños escogidos se realizó una encuesta domiciliaria a cada uno de los niños y a sus familias. (Cuestionario N° 2), que contenía 92 preguntas para determinar las condiciones generales de la vivienda, contaminantes en el hogar, antecedentes de patología respiratoria en el niño o en la familia.

Posteriormente, cada uno de los estudiantes seleccionados o su madre (acudiente) llevó un diario de síntomas respiratorios (cuestionario N° 3), durante 3 meses. El formulario fue diseñado en forma sencilla, utilizando un cuestionario estándar modificado y validado para reflejar las costumbres locales. Contení preguntas acerca de síntomas subclínicos (irritación ocular, dolor de cabeza), síntomas que sugieren infección respiratoria (dolor de garganta, tos con expectoración, fiebre, resfriado común, entre otros) y síntomas de exacerbación de enfermedad respiratoria crónica. Además, a los niños mayores de seis años se les entregó un medidor portátil de flujo pico (PEF) y se les capacitó para su correcta utilización y registro en el cuestionario. Otros datos que se debían registrar eran ausentismo escolar, uso de medicamentos, consultas médicas y ausentismo laboral de los padres.

Un auxiliar de investigación visitaba semanalmente a los estudiantes para ayudar a completar y verificar los datos, así como también a supervisar el uso adecuado del PEF. Los niños debían registrar los eventos que se presentaran en el día y en la noche durante los tres meses. La continuidad y permanencia de cada niño participante no fueron fáciles; por lo tanto, se utilizó la estrategia de los incentivos con pequeños regalos y realizando una rifa de un televisor en cada región, al finalizar la fase de recolección de datos.

Se contó con la participación de un médico general por cada región, quien realizaba la consulta médica y el examen físico al

inicio y al final de la participación de cada uno de los niños en el estudio. Los médicos también permanecían de Lunes a Viernes en horario del medio día en los colegios donde estudiaban los niños para atenderlos en caso de presentaran enfermedad. Los datos de las intervenciones de los médicos se registraban en el cuestionario N° 5.

Es de anotar que se recolectaron datos desde octubre de 1998; sin embargo, por las vacaciones escolares fue necesario interrumpir desde el 10 de diciembre hasta el 25 de enero. Durante este periodo de receso se revisaron los procesos de recolección y procesamiento de la información, se detectaron algunas fallas, que se corrigieron y se analizó la información recolectada hasta el momento. Al regresar de vacaciones se encontró que un número importante de los niños de la cohorte había cambiado su lugar de residencia o no querían participar más en el proyecto, por lo que fue necesario visitar nuevamente cada colegio e incentivar a nuevos alumnos y padres para ingresar al estudio

Costos para las instituciones de salud y para los sujetos afectados por enfermedades respiratorias

El tercer objetivo se desarrolla con base en los datos obtenidos en la recolección del cuestionario 4 y 5, donde se analizó el número de casos de la enfermedad respiratoria con respecto a los costos que se generan por el tratamiento, consultas, hospitalización y ausentismo laboral, teniendo en cuenta las tarifas establecidas en Manual Tarifario fijado por el Ministerio de Salud en el Decreto 2423 de 1997.

4. Procesamiento de datos y análisis estadístico

Con la unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística (UECB) de la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ) se tuvo el soporte estadístico, la coordinación del sistema, el soporte de microprocesadores, de programación, la creación de los materiales de recolección y el manejo de los datos. Para el procesamiento de datos se elaboraron unos formatos de seguimiento para cada uno de los cinco cuestionarios evaluados, permitiendo evaluar el proceso del sistema de digitación y chequeo de los datos. Estos formatos reportaban la fecha, la persona responsable y el nombre del archivo modificado, de la llegada de la información a la UECB, del proceso de digitación, verificación, devolución y retorno de la información.

El soporte técnico utilizado en la investigación fue de un computador Sun Ultra Sparc Netra 3 (Hermes), corriendo bajo sistema Unix y sistema operacional Solaris 2.5.1 con 128 MB de memoria, 14 GB en disco duro y sistema de seguridad en cinta. En este equipo se tiene la información completa del estudio y el paquete SAS 6.12 TS050 (1997), con el cual se realizó el procesamiento y el análisis de la Información.

Adicionalmente, la UECB también contó con tres estaciones de trabajo Pentium II, corriendo bajo Windows 95 todas con

disponibilidad de software de Microsoft Office 97. Una de las estaciones con TELEFORM® (1997), paquete utilizado para el diseño de los formatos de recolección de la información de forma óptica, el cual se compró para este proyecto. Cada una de las estaciones de trabajo está conectada bajo red a Hermes, facilitando así el proceso de grabación, actualización y mantenimiento de los datos centrales allí.

Análisis

Después de realizada las actividades de grabación y verificación de la información digitada, se llevó a cabo la fase de análisis desde tres perspectivas diferentes. La primera mediante el análisis descriptivo univariado de cada una de las variables recolectadas; la segunda, mediante la generación de nuevas variables procedentes de combinaciones de las variables recolectadas (por ejemplo, rezago de partículas) y la tercera mediante el análisis multivariado de la información. Este análisis se realizó mediante ecuaciones de estimación generalizada (GEE), las cuales permiten relacionar las diferentes variables teniendo en cuenta los efectos aleatorios, con la posibilidad de analizar los datos a pesar de tener datos perdidos, cuando los niños no participan todos y cada uno de los días del seguimiento. Cada uno de los instrumentos se analizó independientemente y posteriormente se analizó la unión de toda la información globalmente.

La variable independiente es la concentración diaria de PM10. Dado que los desenlaces en salud se presentan con posterioridad a los aumentos de los contaminantes, se analizaron las concentraciones de PM10 con rezagos de uno a cuatro días (PART1, PART11, PART12, PART13, PART14) y como promedio móvil de los cinco días precedentes (MA5) al día del análisis. Se tomaron como variables dependientes consultas por enfermedades respiratorias, síntomas respiratorios y flujo pico. Las ecuaciones de predicción se ajustaron por temperatura mínima.

Índice de Tablas: [\(ir a las tablas\)](#)

Tabla No. 1: Resultados cuestionario N° 1. Tamizaje.

Tabla No. 2: Niños que respondieron el cuestionario N° 2

Tabla No. 3: Presencia de síntomas y antecedentes de enfermedad respiratoria

Tabla No. 4: Condiciones de la vivienda

Tabla No. 5: Historia familiar

Tabla No. 6: Resultados descriptivos cuestionario N° 3

La cohorte se ensambló a finales de 1998, pero por vacaciones escolares se suspendieron las actividades en el mes de diciembre. En enero se reinició la recolección de datos y se procuró lograr la mayor participación de los niños en los meses

de abril a junio

El análisis con ecuaciones de estimación generalizadas nos permitió utilizar todos los datos brindados por los niños, independientemente del porcentaje de participación. De esta manera el análisis no solamente cubre tres meses, sino cinco meses.

Para efectos del análisis los síntomas se agruparon en:

- Tos y flemas
- Ojos, nariz y garganta (ONG)
- Fiebre y dolor de cabeza.
- Silbidos.

Los niños de la cohorte presentan una alta prevalencia de los diferentes síntomas examinados, en especial vale la pena resaltar que aproximadamente el 50 por ciento de los participantes presentan síntomas ONG, el 25 por ciento de los niños asmáticos presentan silbidos y el 40 por ciento de ellos, tos y flemas. La prevalencia de estos síntomas no es constante y se observan picos y valles. Las diferencias de flujo pico fueron mayores en el grupo de niños asmáticos; sin embargo, en ninguno de los grupos se aprecia una disminución significativa del flujo pico, por el contrario, el promedio de las diferencias al final del estudio es mayor que al inicio del mismo.

Resultados descriptivos cuestionario nº 4

Para el procesamiento de los datos, las consultas informadas se agruparon en tres categorías, las que se mencionan a continuación y cuyos datos globales se presentan en la tabla correspondiente:

- Vía aérea superior: rinofaringitis, faringitis, sinusitis, IRA, laringitis, infecciones agudas de vía aérea superior.
- Vías aéreas bajas y parenquima: bronquitis, neumonías, bronconeumonía
- Asma: Asma o enfermedad broncobstructiva

Consultas por localidad y categoría (ver tabla 6)

Resultados de la medición de partículas respirables

Confiabilidad de los resultados.

Para corroborar las medidas realizadas por la PUJ, se recibieron 20 filtros que habían sido pesados en la Universidad de Harvard y con los cuales se siguió el procedimiento ya descrito de pesado. Dichos filtros después de ser utilizados y pesados por segunda vez en nuestro laboratorio, se enviaron a Boston para ser pesados allá nuevamente. La diferencia promedio en los pesos netos (diferencia entre peso inicial y final) fue de 1.4 por ciento, con desviación estándar de 1.2 por ciento. Esta comprobación demuestra la alta confiabilidad del proceso de pesado de la PUJ.

En la estación de Venecia se presentó el robo de algunos de los elementos de la estación de medición, por lo cual fue imposible realizar la medición de las partículas durante 16 días de los meses de abril y mayo, mientras se consiguieron los repuestos

de estos elementos.

El análisis de las tendencias demostró que las cuatro estaciones (Venecia, Bosa, Trinidad y Olaya) se comportan de manera similar, mientras que Engativá tiene una tendencia diferente. Por esta razón, para el análisis del objetivo N° 1 se utilizará el promedio de las cuatro estaciones mencionadas, y Engativá se analizará de manera separada.

5. Conclusiones y recomendaciones

La presente investigación aporta datos importantes al conocimiento de la epidemiología en la relación entre la contaminación atmosférica por partículas respirables y la salud respiratoria.

Las mediciones realizadas por la Universidad Javeriana con la colaboración del Laboratorio de Masas de la Superintendencia de Industria y Comercio fueron precisas y reproducibles. Las mediciones permiten afirmar que las concentraciones de PM10 en los sitios analizados superan el promedio máximo anual permitido en la legislación internacional de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y sobrepasan en varias ocasiones la norma diaria de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos límites han sido establecidos por la demostración en varias investigaciones de los efectos nocivos sobre la salud cuando las concentraciones sobrepasan dichos valores. Las estaciones de medición fueron cuidadosamente localizadas para evaluar la concentración a la cual están expuestos los habitantes de los barrios analizados y, por tanto, los desenlaces encontrados en la salud respiratoria de los niños habitantes de estas localidades pueden atribuirse a la real exposición a la cual están sometidos. Llama la atención el comportamiento de los niveles de PM10 en Engativá. La predicción inicial era que la concentración sería baja, lo que permitiría utilizar el sitio como el control de baja contaminación. Sin embargo, las medidas muestran niveles bastante elevados y frecuentes violaciones de la norma diaria. Las fuentes fijas y móviles en la cercanía del lugar no son muy importantes, excepto por el mal estado de las vías. No obstante, Engativá, como producto de su localización, de la dirección de los vientos de la ciudad y de sus periodos de viento en calma acumula una buena parte de la contaminación que se produce en el sur de la ciudad. El análisis de las concentraciones horarias de PM10 muestra que la mayor concentración se presenta en horas de la noche y la madrugada con una posterior disminución en el día a niveles bajos.

Dado que durante la noche los niños se encuentran en sus casas y que el intercambio de aire intradomiciliario y extradomiciliario es menor en las horas de la noche, es posible que los niños en Engativá no se expongan a estos elevados niveles de contaminación y que por tal razón, no hayamos encontrado relación con el número de consultas, así como solamente unos pocos de los síntomas en la cohorte. Este comportamiento es muy diferente a lo observado en los otros cuatro sitios que siguen los parámetros universalmente aceptado para las ciudades, en las cuales hay un incremento en la contaminación a partir de la madrugada con disminución en horas de la tarde y la noche. Lo encontrado en Engativá sugiere la necesidad de medir la concentración de partículas en otros sitios de la ciudad, además de los que actualmente evalúa el DAMA para lograr un mejor conocimiento del mapa de la polución atmosférica en el Distrito capital.

El número total de consultas por enfermedad respiratoria en niños menores de 14 años está asociado con la concentración de PM10 en los días precedentes. Un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración de PM10 produce un aumento de por lo menos el 8 por ciento en el número de consultas por enfermedad respiratoria en los niños menores de 14 años. Visto de otra manera, si se establecen medidas encaminadas a disminuir la concentración de PM10, se lograría una disminución importante de la morbilidad por enfermedad respiratoria con la consecuente disminución en el número de consultas. Esto produciría significativos ahorros para las familias y para el sistema de salud en general.

La red hospitalaria de la Secretaría de Salud de Bogotá atiende un porcentaje importante de la población infantil de Bogotá. Los centros escogidos en nuestro estudio atienden primordialmente a la población infantil residente en las localidades. El análisis de las consultas de este estudio muestra que la mayoría de los niños provenían de barrios situados en la cercanía del centro asistencial y, en consecuencia, estaban dentro del perímetro que consideramos que era adecuadamente medido por los monitores de contaminación. Sin embargo, es claro que no se midieron todas las consultas que se presentan en Bogotá, dado que la multiplicidad de EPS e IPS y sus diferencias en la manera de llevar los registros hacía muy difícil tratar de establecer una

mayor cobertura en este análisis. Por otro lado, no se tomaron los datos de los hospitales de tercer nivel, puesto que a ellos acuden pacientes de diversos sitios de la ciudad y, por lo tanto, no se reflejan la realidad de las asociaciones. Esta decisión pudo traer un sesgo de selección y ser responsable del hecho que la mayoría de las consultas de la investigación se trataron de alteraciones de vía aérea superior. Es muy posible que los pacientes de mayor gravedad hayan acudido a centros de mayor complejidad de atención.

La prevalencia de síntomas respiratorios es bastante elevada en la población de niños participantes en la cohorte. Esto puede estar relacionado con la exposición crónica a niveles elevados de contaminantes atmosféricos, pero esta investigación no se diseñó para responder esa pregunta. Los síntomas aumentan de manera significativa con el aumento en la concentración de PM10. Esto es cierto para la presentación de tos y flemas, silbidos y fiebre y dolor de cabeza. Los síntomas se asocian mejor en el grupo de niños asmáticos que en el de no asmáticos. Sin embargo, ambos grupos son susceptibles de presentar síntomas debidos a las partículas respirables en la atmósfera. Las mediciones de flujo pico no mostraron asociación con los niveles de PM10 para lo cual tenemos varias explicaciones. Una de ellas tiene que ver con el efecto del crecimiento de los niños durante los meses de observación. Esto puede hacer que la posible disminución del flujo pico debida a la exposición a las partículas, no se exprese claramente; por otra parte, la medición del flujo pico requiere de colaboración y tiempo por parte de los niños y los padres o acudientes. Es posible que los datos obtenidos no sean confiables y también que si se hubiera obtenido un mayor número de mediciones durante el tiempo de observación, se tendría más poder para detectar diferencias muy pequeñas, pero significativas.

Las conclusiones de este estudio son aplicables a los niños que permanecen la mayor parte del tiempo en las cercanías de su hogar. Las personas que se movilizan dentro de la ciudad también presentan la exposición a la contaminación durante el tiempo de tránsito que en ocasiones puede tomar tres o cuatro horas del día. La información preliminar obtenida por el grupo de esta investigación muestra que las concentraciones de partículas y monóxido de carbono en el interior de vehículos de servicio público, y aún dentro de vehículos particulares que transitan por vías de alto flujo, es bastante elevada y podría estar relacionada con la presentación de síntomas respiratorios, cardiovasculares y del sistema nervioso central.

Un capítulo diferente lo constituye la contaminación intradomiciliaria. En este estudio se encontró que el 13 por ciento de los hogares evaluados tiene algún tipo de negocio (fábrica, almacén o depósito) y que el porcentaje de niños expuestos al humo de cigarrillo en el interior de sus viviendas es elevado. El análisis de las fuentes de contaminación no fue un objetivo de este estudio; sin embargo, el análisis realizado sugiere que hay contribución de las fábricas que emiten contaminantes, del mal estado de las vías y la erosión y del material que proviene de los vehículos automotores. Un estudio futuro podría determinar la composición de las partículas respirables en la ciudad. Esta composición puede variar

dependiendo de la localidad estudiada.

También se requiere un censo de las fuentes de contaminación. En Ciudad de México, se afirma que los vehículos a diesel, especialmente los de motores viejos y mal mantenidos, son los responsables de la emisión de seis mil toneladas de partículas por año, la mayoría de ellas respirables. La legislación en México es cada vez más estricta en la regulación de las emisiones, especialmente de los vehículos de servicio público, dada la mayor cantidad de horas de circulación en las calles. En Santiago de Chile, además del control sobre los vehículos automotores, se ha prohibido la utilización de chimeneas en las casas y se hace un énfasis muy importante en el manejo del polvo que se encuentra en calles y andenes. Las fábricas con sus emisiones contribuyen sin duda a oscurecer el panorama en la ciudad. Los niveles de contaminación en Bogotá no están muy lejanos a los niveles informados en México, Santiago de Chile y Sao Paulo.

Los hallazgos de este estudio solamente se aplican a la ciudad de Bogotá. Sin embargo, se puede presumir que existan otras ciudades del país con problemas similares de tráfico, industrialización, sobrepoblación y crecimiento sin planeación, en las cuales se presenten niveles elevados de partículas en la atmósfera. Algunas ciudades, como Cali y Bucaramanga están en el proceso de establecer sus redes de control de calidad de aire y posterior a ello, iniciar el camino tendiente a reducir las emisiones. El establecimiento de unos límites para los niveles de contaminación, y la necesidad de tener alertas encaminadas a proteger a la población de la exposición a niveles peligrosos de contaminantes en la atmósfera resultan necesarios no sólo en Bogotá, sino en el ámbito Nacional.

La relación de la concentración de partículas respirables con la salud respiratoria está claramente establecida y en este estudio esto se comprueba en el área local. La disminución de la concentración de partículas respirables en la atmósfera de la ciudad traería beneficios para la salud de los niños, los cuales serían acompañados de la disminución de los costos en la atención de salud. Se sugiere la necesidad de medir la concentración de partículas en otros sitios de la ciudad para tener un mejor conocimiento del mapa de la polución atmosférica en el Distrito Capital. Por último, la información

preliminar muestra que la concentraciones de partículas y monóxido de carbono en el interior de los vehículos de servicio público y en los vehículos particulares que transitan por vías de alto flujo es bastante elevada y podría estar relacionada con la aparición de síntomas respiratorios, cardiovasculares y del sistema nervioso central. En un estudio futuro se podrá determinar la composición de las partículas respirables en la ciudad, pese a que esta composición puede variar de acuerdo con la localidad estudiada.

Bibliografía

1. Aristizabal, Gustavo y Col.. Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en la población infantil de Puente Aranda. Santa Fe de Bogotá{a 1997. Universidad del Bosque. Secretaría Distrital de Salud de Bogotá. 1998.
2. Becklake M. Occupational Exposures: Evidence for a Causal Association with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am Rev Respir Dis* 1989; 140: S85-S91.
3. Bachman J. Comunicación personal.
4. Barnes PT. A new approach to the treatment of asthma. *N Engl J Med* 1988; 321:1517
5. Bauer MA, Utell MJ, Morrow PE et al. 0.30 ppm nitrogen dioxide inhalation potentiates exercise-induced bronchoconstriction in asthmatics. *Am Rev respir Dis* 1986; 134: 1203.
6. Becklake M. Chronic airflow limitation: its relationship to work in dusty occupations. *Chest* 1985; 88: 608-17.
7. Committe of the Environmental and occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. Health Effects of Outdoor Air Pollution – State of the Art, part I. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153:3-50.
8. Committe of the Environmental and occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. Health Effects of Outdoor Air Pollution – State of the Art, part II. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153:477-98.
9. Decreto 2 de 1982. Ministerio de Salud. República de Colombia. 1982.
10. Delfino RJ, et al. Effects of air pollution on emergency room visits for respiratory illness in Montreal, Quebec. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155:568-76.
11. Diggle PJ, Liang KY, Zeger SL. (1998) Analysis of Longitudinal Data. Oxford Statical Science Series 13. Oxford University Press. 1a ed (with corrections). New York, EEUU.

12. Dockery DW, et al. Effects of inhalable particles on respiratory health of children. *Am Rev respir Dis.* 1989; 139: 587-94.
13. Enders, W. (1996) *RATS Handbook for Econometric Time Series.* John Wiley & Sons, Inc. New York.
14. Estimation, Prediction and Interpolation for Nonstationary Series with the Kalman Filter. *Journal of the American Statistical Association* (1994).
15. Ferris BG. Epidemiology Standardization Project. *Am Rev of Resp Dis* 1978; 118: 1-55.
16. Flachsbart PG. Long-term trends in United States Highway emissions, ambient concentrations, and in-vehicle exposure to carbon monoxide in traffic. *J Expos Analysis and Environmental Epidemiology* 1995; 5: 473-95.
17. Fleisher JM, Nayeri K. Mortality and air pollution in London: a time series analysis. *Am J Epidemiol* 1991; 133: 631-33.
18. Fletcher RH, Fletcher SW, Wagner EH. *Clinical Epidemiology The Essentials.* 3^a ed. Baltimore: Williams and Wilkins, .1996.
19. Gomez, V. Y Maravall, A. (1992) *Time Series Regression with ARIMA Noise and Missing Observations-Program TRAM.* EUI Working Paper ECO No. 92/81. Department of Economics. European University Institute.
20. Harber P. Primary care role in preventing occupational and environmental respiratory disease. *Primarym care* 1994; 21 (2): 291-311.
21. Holgate ST, Samet JM, Koren HS, Maynard RL. (1999) *Air pollution and Health.* Academic Press. London.
22. Japan International Cooperation Agency. *The Study on air pollution control plan in Santafe de Bogotá city area.* pp. 66 . 1992.
23. Johansen, S. y Juselius, K. (1990) *Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to the Demand for Money.* *Oxford Bulletin of Economics and Statistics.* 52, 169-209.
24. Johansen, S. (1988) *Statistical Analysis of Cointegration vectors.* *Journal of Economic Dynamicss and Control.* 12. 231-254.
25. Kleiner BC, Spengler JD. Carbon Monoxide Exposures of Boston Bicyclists. *J Air Poll Control Assoc* 1976; 26: 147-9.
26. Koutrakis P, Wolfson JM, Bunyaviroch A, Froelich SE, Hirano K, Mulik JD. Measurement of ambient ozone using a nitrite-coated filter. *Analytical Chemistry* 1993; 65: 209-214.

27. Kramer, M.S. y Feinstein, A.R. (1981) Clinical Biostatistics. LIV. The biostatistics of concordance. Clinical Pharmacology and Therapeutics. Vol 29 (1) 111-123. Corrección: Clinical Pharmacology and Therapeutics. (1989) Vol 46, 309.
28. Lebowitz MD. Age, Period and Cohort Effects: Influences on differences between Cross-sectional and Longitudinal Pulmonary Function Results. Am J Respir Crit Care Med 1996; 154: s273-s277.
29. Lutkepohl, H. (1991) Introduction to Multiple Time Series Analysis. Springer Verlag. New York.
30. Marple VA, Rubow KL, Turner W, Spengler JD. Low flow rate sharp cut impactors for indoor air sampling: Design and Calibration. JAPCA 1987; 37: 1303-1307.
31. Mc Donnell WF, Horstman DH, Hazucha MJ et al. Pulmonary effects of ozone exposure during exercise: dose - response characteristics. J Appl Physiol 1983;54:1345.
31. Nevers, Noel D. Ingenieria de control de la contaminación del aire. McGraw-Hill 1997. Pag 11-23 y 79-111.
32. Ostro BD, et al. Indoor Air Pollution and Asthma. Am J Respir Crit Care Med 1994; 149:1400-6.
33. Parkes WR. Occupational Lung Disorders. Third edition. Butterworth Heinemann 1994.
34. Pope CA III, Dockery W. Acute Health effects of PM10 pollution on symptomatic and asymptomatic children. Am Rev Respir Dis 1992; 145:1123-8.
35. Pope CA III, et al. Respiratory health and PM10 pollution: a daily time series analysis. Am Rev respir Dis 1991; 144: 688-74.
36. Pope CA III, Schwartz J. Time Series for the Analysis of Pulmonary Health Data. Am J Respir Crit Care Med 1996; 154:s229-s233.
37. Quackenboss JJ, Spengler JD, Marty SK, Letz R, Duffy CP. Personal exposure to Nitrogen Dioxide: Realationship to Indoor/Outdoor air quality and activity patterns. Environ. Sci. Technol. 1986; 20: 775-783.
38. Registro de consultas de Urgencias- Departamento de Estadística - Hospital Universitario de San Ignacio. Santafé de Bogotá. 1994.
39. Sanchez JM, Morel JT. Una estimación de los beneficios de reducir la contaminación en Santiago. Trabajo preparado para la Comisión del Medio Ambiente del Centro de Estudios Públicos.

40. Samet JM, Utell MJ. The environment and the lung. Changing Perspectives. JAMA 1991;266:670-75.
41. Schwartz J, et al. Particulate Air Pollution and Hospital Emergency Room Visits for Asthma in Seattle. Am Rev Respir Dis 1993; 147:826-31.
42. Schwartz J, Wypij D, Dockery D, Ware J, Zeger S, Spengler JD, Ferris BG. Daily diaries of respiratory symptoms and air pollution: Methodological issues and results. Environmental Health Perspectives 1993; 90: 181-187.
43. Serrano OR, Rodriguez GP, Fortoul T. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Secretaria de salud. Universidad Nacional Autonoma de México 1993.
44. Sheppard D, Saisho A, Nadel JA, et al. Exercise increases sulfur dioxide induced-bronchoconstriction in asthmatic subjects. Am Rev Respir Dis. 1981;123:486.
45. Spektor DM, Lippmann M, Liroy PJ et al. Effects of ambient ozone on respiratory function in active normal children. Am Rev Respir Dis 1988;137:313.
46. Utell MJ, Samet JM. Environmental mediated disorders of the respiratory tract. Med Clin North America 1990;74:291-306
47. Weiss SR, Ware JH. Overview of issues in the longitudinal analysis of respiratory health. Am J Respir Crit Care Med 1996; 154:s208-s211.
48. Wark Kenneth, Warner Cecil S. Contaminación del aire, origen y control. Limusa Noruega editores. 1996. Pag: 99-196

Tabla No. 1. Resultados cuestionario N° 1. Tamizaje.

PREGUNTA	Estación	SI	NO
¿Ha tenido el niño silbadera o hervidera de pecho cuando juega?	Venecia	18%	82%
	Engativá	22%	78%
	Total	20%	80%
¿Silbadera o hervidera de pecho sin estar con gripa o resfriado?	Venecia	15%	85%
	Engativá	14%	86%
	Total	15%	85%
¿En algún momento ha tenido ataques de dificultad para respirar?	Venecia	17%	83%
	Engativá	17%	83%
	Total	17%	83%
¿Ha tenido tos seca en la noche sin estar con gripa o resfriado?	Venecia	27%	73%
	Engativá	23%	77%
	Total	25%	75%
¿Ha diagnosticado al niño asma o hiperreactividad bronquial un médico?	Venecia	6%	94%
	Engativá	7%	93%
	Total	7%	93%
¿Usa medicamentos para la enfermedad respiratoria	Venecia	2%	98%

diariamente?	Engativá	2%	98%
	Total	2%	98%
¿Ha estado hospitalizado por alguna enfermedad respiratoria durante los dos primeros años?*	Venecia	12%	83%
	Engativá	12%	83%
	Total	12%	83%
¿Ha tenido alguna enfermedad respiratoria por más de dos meses?	Venecia	7%	93%
	Engativá	9%	91%
	Total	8%	90%

** Esta pregunta tenía una tercera respuesta "No sabe", la cual fue marcada en un 5 por ciento en ambas estaciones.

Tabla No. 2. Niños que respondieron el cuestionario N° 2

ASPECTO	VENECIA	ENGATIVA	TOTAL
Número de niños	222	323	545
Edad Min.- Max.	5.0-13.0	5.0-14.0	5.0-14.0
Masculino	109 (49.1%)	146 (45.2%)	255 (46.8%)
Femenino	113 (50.9%)	177 (54.8%)	290 (53.2%)

Tabla No. 3. Presencia de síntomas y antecedentes de enfermedad respiratoria

ASPECTO	VENECIA	ENGATIVA	TOTAL
Síntomas Respiratorios			
Tos			
Tose con alguna frecuencia	81 (38.4%)	84 (27.0%)	165 (31.6%)
Expectoración y tos			
Expectora con la tos	70 (33.5%)	85 (27.5%)	155 (29.9%)
Episodios de expectoración que duren tres semanas o más	38 (18.3%)	36 (11.3%)	74 (14.1%)
Silbidos en el pecho	93 (42.7%)	111 (35%)	204(38%)
El 'chillido' al pecho lo ha hecho sentir con asfixia o ahogado	51(47.7%)	40(29.6%)	91 (37.6%)
Antecedentes			
Peso menor de 2.500 grs al nacer	27 (12.6%)	46 (15.0%)	73 (14.0%)
Desnutrición confirmada por médico	28 (13.1%)	46 (14.4%)	74 (13.9%)
Enfermedad de bronquios o pulmones	39 (18.8%)	65 (20.8%)	104 (20.0%)
Ataques de bronquitis	45(20.8%)	43 (13.9%)	88 (16.7%)
Neumonía o bronconeumonía	18 (8.4%)	28 (9.1%)	46 (8.8%)
Tuberculosis pulmonar	1 (0.5%)	2 (0.6%)	3 (0.6%)
Asma o hiperreactividad bronquial	16 (7.4%)	20 (6.5%)	36 (6.9%)
¿El niño fuma?	0	3 (0.9%)	3 (0.9%)
¿Los que conviven con el niño fuman?	94 (43.5%)	88 (28.3%)	182 (34.5%)

Tabla No. 4. Condiciones de la vivienda.

ASPECTO	VENECIA	ENGATIVA	TOTAL
Tipo de vivienda:			
Casa independiente	99 (45.6%)	238 (76.0%)	337 (63.6%)
Apartamento	92 (42.4%)	54 (17.3%)	146 (27.5%)
Cuarto	25 (11.5%)	17 (5.4%)	42 (7.9%)
Vivienda no habitación	1 (0.5%)	3 (1.0%)	4 (0.8%)
Material de la construcción			
Ladrillo/bloque/piedra	215 (98.2%)	307 (97.5%)	522 (97.8%)
Adobe o tapia pisada	4 (1.8%)	1 (0.3%)	5 (0.9%)
Madera burda	0	7 (2.2%)	7 (2.2%)
Material de los pisos			
Baldosa/ vinilo/ tableta	147 (68.7%)	113 (36.1%)	260 (49.3%)
Cemento pulido	27 (12.6%)	118 (37.7%)	145 (27.5%)
Cemento burdo	13 (6.1%)	64 (20.4%)	77 (14.6%)
Mármol /parque/madera	19 (8.9%)	12 (3.8%)	31 (5.9%)
Madera burda, tabla	8 (3.7%)	5 (1.6%)	13 (2.5%)
Tierra/ arena	0	1 (0.3%)	1 (0.2%)
Ubicación de la cocina:			
Cuarto sólo para cocinar	202 (93.5%)	284 (91.0%)	486 (92.0%)
Cuarto también para dormir	9 (4.2%)	9 (2.9%)	18 (3.4%)
En la sala comedor	4		
Otros aspectos			
Se han realizado reconstrucciones en la vivienda	77 (36.2%)	173 (56.0%)	250 (47.9%)
Hay animales domésticos en la vivienda	101 (46.5%)	174 (55.9%)	275 (52.1%)
Funciona en la vivienda fábrica o negocio	29 (13.9%)	38 (12.5%)	67 (13.1%)
Hay hongos en superficies de la casa	43 (20.2%)	72 (23.7%)	115 (22.2%)
Presencia de cucarachas en la casa	27 (14.5%)	17 (5.6%)	44 (9.0%)
Tipo de tráfico que va por la calle de la vivienda:			
Pesado:	23 (17.7%)	16 (10.1%)	39 (13.5%)
Mediano:	31 (23.8%)	25 (15.7%)	56 (19.4%)
Servicios Públicos			
Disponibilidad de agua potable	219 (98.6%)	306 (94.7%)	525 (96.3%)
Disponibilidad de luz	219 (98.6%)	314 (97.2%)	533 (97.8%)
Disponibilidad de alcantarillado	216 (97.3%)	288 (89.2%)	504 (92.5%)
Disponibilidad de gas	183 (82.4%)	48 (14.9%)	231 (42.4%)
Disponibilidad de recolección de basura	36 (16.2%)	255 (78.9%)	291 (53.4%)
Disponibilidad de teléfono	1 (0.5%)	37 (11.5%)	38 (7.0%)
Combustible para cocinar: Electricidad	18 (8.1%)	55 (17.0%)	73 (13.4%)
Gas natural	157 (70.7%)	13 (4.0%)	170 (31.2%)
Gas de cilindro	50 (22.5%)	279 (86.4%)	329 (60.4%)
Petróleo	10 (4.5%)	25 (7.7%)	35 (6.4%)

Cocinol	3 (1.4%)	11 (3.4%)	14 (2.6%)
Leña	0	3 (0.9%)	3 (0.6%)
Desecho	2 (0.9%)	7 (2.2%)	9 (1.7%)

Tabla No. 5. Historia familiar

ASPECTO	VENECIA	ENGATIVA	TOTAL
Historia familiar			
Se ha diagnosticado alguna enfermedad respiratoria en los padres biológicos del niño:			
Padre	12 (5.9%)	8 (2.8%)	20 (4.1%)
Madre	6 (2.9%)	16 (5.1%)	22 (4.2%)
Se ha diagnosticado asma en los padres biológicos:			
Padre:	3 (1.5%)	6 (2.1%)	9 (1.8%)
Madre:	10 (4.7%)	12 (3.8%)	22 (4.2%)
Alguno de los padres biológicos murió por enfermedad respiratoria:			
Padre:	3	3	6
Madre:	1	2	3
Nivel educativo de los padres biológicos del niño			
Primaria completa:			
Padre:	43 (20.3%)	100 (33.2%)	143 (27.9%)
Madre:	35 (16.3%)	109 (35%)	144 (27.4%)
Secundaria completa			
Padre:	44 (20.8%)	41 (13.6%)	85 (16.6%)
Madre:	54 (25.1%)	47 (15.1%)	101 (19.2%)
Secundaria incompleta			
Padre:	84 (39.6%)	91 (30.2%)	175 (34.1%)
Madre:	104 (48.4%)	93 (29.9%)	197 (37.5%)
Superior completa			
Padre:	11 (5.2%)	7 (2.3%)	18 (3.5%)
Madre:	5 (2.3%)	4 (1.3%)	9 (1.7%)
Superior incompleta			
Padre:	14 (6.6%)	14 (4.7%)	28 (5.5%)
Madre:	6 (2.8%)	6 (1.9%)	12 (2.3%)
Ocupación de los padres del niño:			
Obrero o empleado			
Padre:	115 (57.2%)	162 (56.4%)	277 (56.8%)
Madre:	62 (30.0%)	72 (24.6%)	134 (26.8%)
Trabajador independiente			
Padre:	68 (33.8%)	98 (34.1%)	166 (34.0%)
Madre:	25 (12.1%)	43 (14.7%)	68 (13.6%)
Contratista			
Padre:	11 (5.5%)	16 (5.6%)	27 (5.5%)
Madre:	4 (1.9%)	6 (2.0%)	10 (2.0%)
Empleado doméstico			
Padre:	0	1 (0.3%)	1 (0.2%)
Madre:	21 (10.1%)	26 (8.9%)	47 (9.4%)
Trabajador familiar sin remuneración:			
Padre:	4 (2.0%)	2 (0.7%)	6 (1.2%)
Madre:	92 (44.4%)	143 (48.8%)	235 (47.0%)
Otros			
La madre del niño fumó durante el embarazo	12 (5.7%)	7 (2.2%)	19 (3.6%)
Durante los primeros	96 (46.2%)	88 (29.5%)	184 (36.4%)

años el niño estuvo en contacto con personas o parientes fumadores			
Personas alrededor del niño que maneja sustancias tóxicas	12 (5.7%)	25 (8.2%)	37 (7.2%)

Tabla No. 6. Número de consultas por localidad y categoría

Categorías	Localidades					Total
	Venecia	Bosa	Trinidad	Olaya	Engativa	
Vías aéreas altas	480	714	512	460	1208	3374
Vías aéreas bajas	179	139	24	130	551	1023
Asma	58	34	9	13	127	241
Total	717	887	545	603	1886	4638

Se puede apreciar que el 70 por ciento de los casos corresponde a enfermedades de las vías aéreas altas