

# Caracterización microbiológica del material particulado como factor de riesgo sobre la salud en la localidad de Puente Aranda

Luis Camilo Blanco Becerra\*

## RESUMEN

Durante los últimos años, la alta prevalencia de Infección Respiratoria Aguda, IRA, en los menores de 14 años que viven en la localidad de Puente Aranda (Bogotá, Colombia), ha sido relacionada, mediante estudios epidemiológicos, con las altas concentraciones de  $PM_{10}$  presentes en la misma, que superan o se acercan a la norma de calidad de aire establecida por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA). Es por ello que se realizó una caracterización microbiológica del material particulado en la localidad, empleando dos métodos para la recolección de las muestras bacteriológicas (impactación directa y succión), en donde la utilización del equipo *Merck Air Sampler* (MAS-100), brindó confiabilidad en cuanto a la toma de muestras en el área de estudio. Se identificaron, dentro del material particulado, los posibles patógenos oportunistas que viajan en la corriente de aire, los que aprovechando los efectos de irritación y laceración de los epitelios causados por las partículas, sumados a la colmatación de la red de cilios que protegen el sistema respiratorio, brindan condiciones apropiadas para que el microorganismo que llega, pueda tener una mayor probabilidad de generar algún problema respiratorio, siempre teniendo en cuenta que la salud del huésped será uno de los factores condicionantes para la ocurrencia o no de la infección.

**Palabras clave:** Infección Respiratoria Aguda, IRA, patógeno oportunista, material particulado.

## Microbiological characterization of particle material as a risk factor for the health of the community of puente aranda

### ABSTRACT

During the last 14 years, the predominance of Acute Respiratory Infection (IRA), in children under 14, who live in the neighborhood of *Puente Aranda* (Bogotá, Colombia), has been related, through epidemiological studies, with high concentrations of  $PM_{10}$  that exceed or approach the air quality standard established by the *Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA)*. That is why a Microbiological study of particle materials was performed at the location using both direct impact and suction methods for the collection of bacteriological samples. The utilization of the *Merck Air Sampler* (MAS-100) provided reliability in the sampling process. Within the particle material the most likely opportunist pathogens were identified. These pathogens are present in air currents and take advantage of the effects of lacerations and irritations on the epitheliums caused by particles. They add to the sedimentation of the cilia network that protect the respiratory system and provide appropriate conditions for the incoming micro-organism to cause respiratory problem.

**Key words:** Acute Respiratory Infection, IRA, opportunist pathogen, particle material.

\* Ingeniero Ambiental y Sanitario de la Universidad de La Salle. Correo electrónico: tailog56@hotmail.com  
 Fecha de recepción: 1 de octubre de 2004  
 Fecha de aprobación: 27 de octubre de 2004

## INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire ha tenido una acentuación en los últimos años en los países en vía de desarrollo, hecho que se apoya en el avance industrial y un deficiente manejo de sistemas de control de la contaminación atmosférica en estas regiones. Todo esto llevó a que este recurso haya sido de interés para diferentes estudios sobre la calidad del aire en muchas capitales mundiales, en donde se han establecido los efectos de los contaminantes atmosféricos en la comunidad, en este caso el material particulado ( $PM_{10}$ ), evaluando especialmente sus repercusiones en los menores de edad, quienes son más susceptibles a los efectos derivados de los contaminantes.

Sin embargo, es importante destacar que la IRA (Infección Respiratoria Aguda) no es producida por la partícula inerte, sino por un microorganismo que se encuentra asociado a la misma, razón por la cual se caracterizó el material particulado en busca de patógenos oportunistas que viajan en la corriente de aire y que mediante la relación partícula-microorganismo, aumentan la probabilidad de generar afecciones respiratorias en la población.

## ANTECEDENTES

Según datos suministrados por la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá, se ha logrado establecer que la localidad de Puente Aranda presenta uno de los mayores problemas de contaminación en la ciudad por la presencia de altos niveles de material particulado ( $PM_{10}$ ); esto se sustenta en el hecho de que exhiben el promedio más alto de partículas en suspensión, en donde el punto de máxima concentración se localiza alrededor de las vías de la zona industrial.

Durante el año 2000, las estaciones Merck, Cazuca y Fontibón excedieron la norma establecida por el DAMA para 24 horas en cuanto a  $PM_{10}$ , 431 veces. En

el transcurso de los siguientes años se ha conservado una tendencia en cuanto a la excedencia de la norma diaria ( $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en estas estaciones, sumado a que en cada informe mensual se señala que la estación Merck supera siempre el 50% de la norma diaria.

Sumado a esto, la Secretaria de Salud Distrital en el año 2000, determinó que en Bogotá durante el período comprendido entre 1986 y 1997 la primera causa de consulta externa, siempre ha sido las infecciones respiratorias con un peso porcentual promedio de 16.4%. Dentro de la localidad la morbilidad provocada por la IRA, ocupa el primer lugar con un 29% de las consultas externas en menores de un año, con un 2.1% clasificadas como bronquitis, enfisema y asma, igual posición ocupa en el grupo de 1 a 4 años con un 25.2% de consultas por IRA y un 2.9% de neumonías (UPA, 1997).

Las elevadas concentraciones de  $PM_{10}$  y la alta prevalencia de IRA en la población, fueron correlacionadas mediante dos estudios epidemiológicos que se citan a continuación:

La Universidad del Bosque (1997) realizó una investigación tomando como población a los niños menores de cinco años que viven en un perímetro de 12 cuadras a la redonda del Centro de Salud o UPA (Unidad Primaria de Atención) de Puente Aranda y además asistieran a instituciones educativas ubicadas dentro del mismo sector. Como conclusiones relevantes encontraron:

- ◆ La concentración de  $PM_{10}$  en la zona es  $98,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la cual excede la norma de la OMS y la EPA de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para un año, con un máximo de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas una vez al año, mientras que en el estudio se encontró un promedio de  $456,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- ◆ La alta concentración de  $PM_{10}$  en la zona, es un vehículo facilitador, para que se presenten problemas respiratorios por bajas concentraciones de  $NO_2$  y  $SO_2$ .

El Doctor Iván Solarte y sus colaboradores (1999) realizaron un estudio en cinco zonas de Bogotá (Bosa, Venecia, Trinidad Galán, Olaya Herrera y Engativá), las cuales se encontraban anexas a estaciones de monitoreo de calidad del aire del DAMA. Dentro de las conclusiones del estudio están:

- ◆ Las concentraciones de  $PM_{10}$  en los sitios analizados, superan el valor máximo anual y diario permitido en la legislación internacional ( $50 \mu g/m^3$  y  $150 \mu g/m^3$  respectivamente), lo cual demuestra que los efectos en los niños residentes en el sector pueden ser atribuidos al incumplimiento de dichos valores.
- ◆ Un aumento de  $10 \mu g/m^3$  en la concentración de  $PM_{10}$  produce un aumento de por lo menos el 8% en el número de consultas por enfermedad respiratoria en los niños menores de 14 años.

### METODOLOGÍA

**Selección de los puntos de muestreo en la localidad.**  
Para la selección de los lugares de muestreo se tuvo en cuenta que fueran representativos tanto dentro

del contexto industrial, como residencial, además de poder contar en ellos con instrumentos que de una u otra forma suministraran datos confiables dentro de la zona de estudio. Los sitios seleccionados se relacionan a continuación:

- ◆ Estación de monitoreo de calidad del aire Merck S.A. (Carrera 65 # 10-95).
- ◆ Fabrica de ropa Color Kids Ltda. (Calle 6 # 55-33).

Todos los lugares se ubican dentro de la localidad, entre las calles 13 y 3 y entre la Carrera 30 y la Av. 68, en el que la estación Merck cubre un gran porcentaje industrial, mientras que la estación Color Kids se encuentra en una zona netamente residencial.

**Selección de los meses y horas de muestreo.**  
Acudiendo a los valores promedio mensual de los años 2001 y 2002 para  $PM_{10}$  en la estación Merck, además de los vientos presentes en la misma, se establecieron los meses de muestreo.

Como se puede observar en la Tabla 1, los mayores promedios mensuales de  $PM_{10}$  se encuentran entre enero y abril, en ocasiones en los meses de septiembre a diciembre para los dos años, razón por la cual se eligieron para la realización de los muestreos los meses comprendidos entre febrero a mayo, que

**TABLA 1. PROMEDIOS MENSUALES  $PM_{10}$  AÑOS 2001 Y 2002. ESTACIÓN MERCK.**

Mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Año	Promedio Aritmético $PM_{10}$ ( $\mu g/m^3$ )											
2001	123	105	126	91	87	65	71	60	89	87	96	110
2002	92	113	112	99	78	78	80	83	109	95	96	98

Fuente: DAMA, 2002.

son más representativos gracias a las condiciones meteorológicas presentes durante el primer trimestre del año.

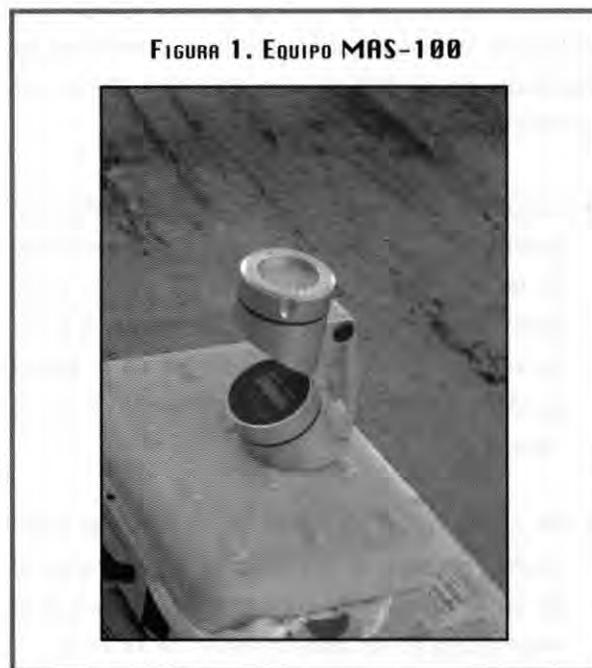
En cuanto a las horas de muestreo se tomaron los datos horarios de las concentraciones de  $PM_{10}$  en la estación Merck, entre los meses de enero y junio de 2002, con los cuales se establecieron las horas de mayor concentración de partículas (8 a 10 a.m. y 2 a 4 p.m.).

**Determinación de los medios de cultivo, métodos para la captación de microorganismos y número de muestras por medio de cultivo.** Los medios de cultivo utilizados dentro del estudio deberían cubrir el extenso campo de microorganismos que logran estar presentes en el aire y que puedan llegar a presentar un factor de riesgo en la salud de las personas, especialmente en las vías respiratorias, por lo tanto buscando la asesoría con personas idóneas en el tema, se seleccionaron cinco medios: McConkey, TB Lowenstein-Jensen, Sabouraud, Sangre y Chocolate.

Ya con los medios elegidos, se plantearon las técnicas para la recolección de las muestras microbiológicas, en donde se asume que un microorganismo se comporta como una partícula en el aire y éste por sus dimensiones puede catalogarse dentro del rango de  $PM_{10}$ . Buscando representatividad dentro de la toma de muestras y teniendo en cuenta que las partículas pueden ser impactantes y respirables, se utilizaron dos principios para la realización del muestreo:

- ◆ Primero se utilizó el principio de impactación directa sobre los agares, en el que por un lapso de 10 minutos se dejó abierta una caja de Petri, buscando las corrientes de aire que incidían sobre el lugar, para de esta manera poder obtener todas las partículas que vienen dentro de la corriente de aire y que al encontrar un objeto chocan con el mismo.

- ◆ El segundo principio para la toma de muestras, fue el de succión, mediante la utilización del equipo MAS-100 de Merck S.A (*Merck Air Sampler*), el cual permite no solamente tomar las partículas impactantes, sino que a su vez retiene las partículas inhalables por medio de succión.



**Determinación de la relación partícula-microorganismo.** Teniendo en cuenta que uno de los objetivos era establecer lo más cercanamente la relación partícula-microorganismo, se utilizaron conjuntamente con el equipo MAS-100 filtros de celulosa *Schleicher & Schuell* de 90 mm de diámetro, humedecidos con agua destilada, en cajas de Petri estériles que se colocaron a diferentes horas tanto en la mañana como en la tarde, para captar las partículas inertes que se encontraban en los horarios de muestreo. Para determinar la presencia o no de partículas, se procedió a utilizar un equipo de medición de turbiedad marca HACH, el cual sería uno de los soportes para sustentar la relación investigada.

**Identificación de microorganismos.** Con las muestras obtenidas mediante impactación directa y succión, se procedió a realizar los análisis necesarios para su identificación parcial en cuanto a género, en el Laboratorio de Química y Biología de la Universidad de La Salle.

## RESULTADOS

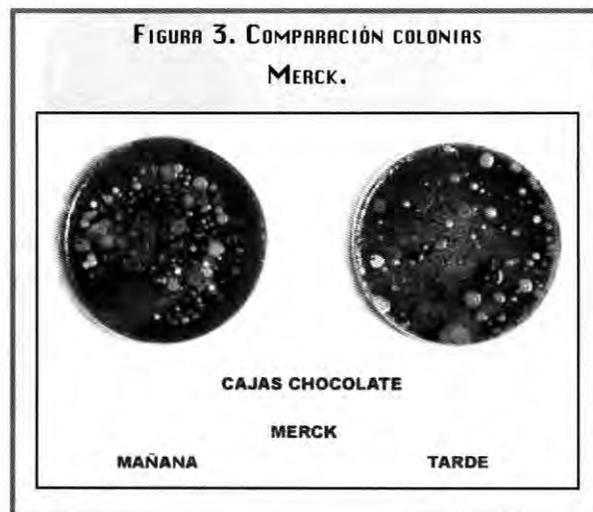
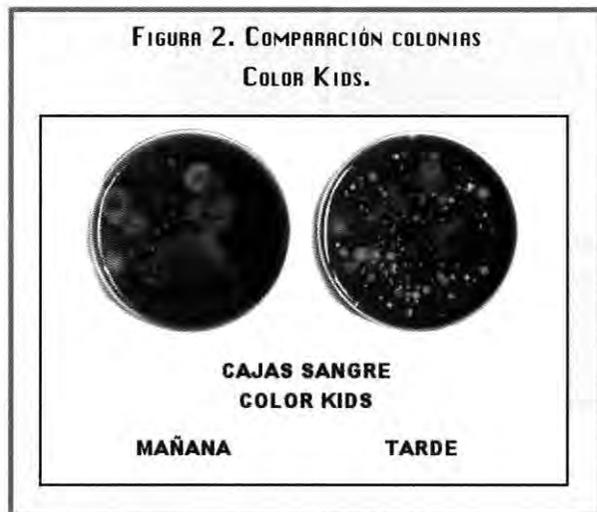
### RELACIÓN PARTÍCULA-MICROORGANISMO

Para la primera y segunda semana de muestreo, el desarrollo de colonias en los diferentes medios de cultivo fue siempre mayor en horas de la tarde, en comparación con horas de la mañana en los dos puntos de muestreo (Merck y Color Kids), lo que permite concluir que existe una relación inversa entre la concentración de  $PM_{10}$  y el desarrollo de microorganismos. Este fenómeno se explica teniendo en cuenta el método utilizado para la toma de muestras (impactación directa), en el cual, las bajas velocidades presentes permiten que las partículas se depositen lentamente, generando una baja probabilidad de desarrollo de microorganismos en el

medio selectivo, ya que se necesita mayor tiempo de exposición que permita su captación. En contraste, los vientos de alta velocidad persistentes en horas de la tarde, permiten que los microorganismos que son transportados en la corriente de aire, choquen en mayor proporción con los medios de cultivo, no esperando a sedimentar en el medio y logrando de esta manera un mayor desarrollo de colonias en las muestras durante estas horas (Ver Figura 2).

Para las últimas cuatro semanas de muestreo, se pudo establecer que existe una relación directa entre la concentración de  $PM_{10}$  y el desarrollo de microorganismos, ya que todos los medios utilizados presentaron mayor desarrollo de colonias en horas de la mañana, donde las concentraciones de material particulado fueron siempre altas, en comparación con horas de la tarde, en el que el desarrollo fue menor (Figura 3).

Este cambio en la relación se debe al empleo del equipo MAS-100, que gracias a la succión incorporada, permite que las partículas inhalables e impactantes sean recolectadas en los medios de

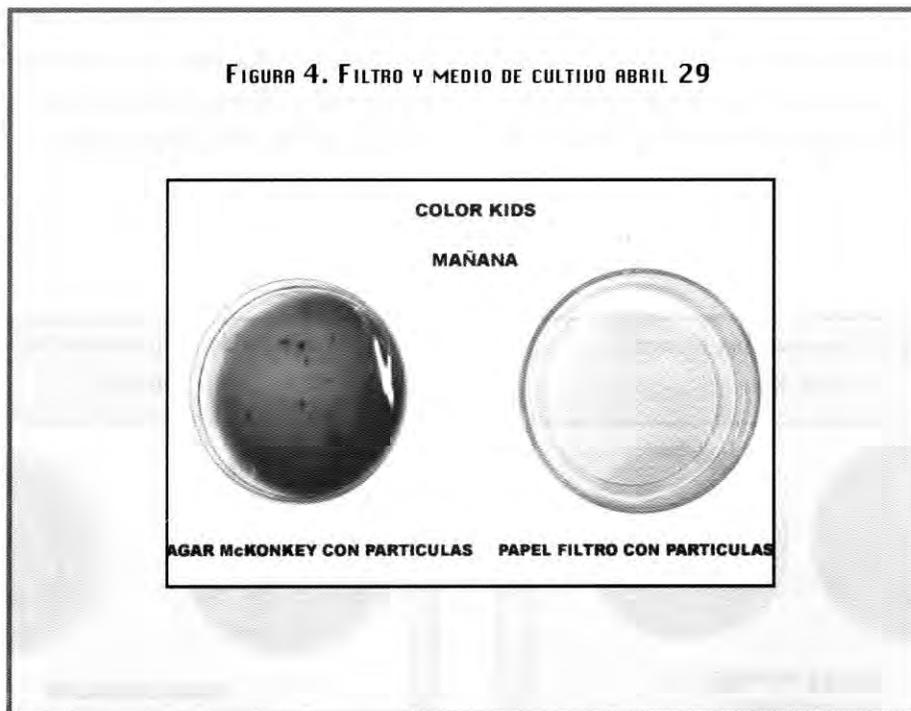


cultivo, aumentando así la probabilidad de captar mayor número de microorganismos, debido a las condiciones de estabilidad presentes en horas de la mañana. El menor desarrollo de colonias en horas de la tarde, se explica teniendo en cuenta que las altas velocidades presentes, diluyen la concentración de  $PM_{10}$ , impidiendo que el equipo pueda succionar bajo la misma situación en que lo haría en horas de la mañana, lo cual conlleva a una captación de un menor número de microorganismos.

En cuanto al desarrollo de colonias en los dos puntos de muestreo, se observó un mayor crecimiento de microorganismos en los medios utilizados en el punto Color Kids, en comparación con el punto Merck, lo cual se debe a los huéspedes potenciales o fuentes localizadas en los alrededores del punto Color Kids y la humedad relativa presente en el lugar.

Finalmente se estableció la existencia de la relación partícula-microorganismo, ya que el día 29 de abril, los medios de cultivo y filtros de celulosa utilizados en las horas de muestreo presentaron una marca sobre su superficie, debida a la succión generada por el equipo MAS-100.

Mediante lectura de turbidez se demostró la presencia de partículas en los filtros y, a su vez, a partir de las marcas dejadas sobre los agares, se presentó un desarrollo de colonias de microorganismos (Figura 4), lo cual permite establecer que dentro de la corriente de aire existen microorganismos que van asociados al material particulado y que por ende entran al sistema respiratorio, pudiendo o no crear problemas respiratorios en los habitantes de la localidad.



**Microorganismos encontrados.** Se identificaron en total 42 microorganismos entre géneros y especies, donde se observó una gran prevalencia de diferentes géneros de hongos y algunas bacterias, que pueden tener incidencia en enfermedades respiratorias según referencias suministradas por la Universidad del Estado de Pennsylvania (Tabla 2).

Dentro de los Bacilos Gram negativos se encontró *Pseudomona spp* en un 77% de las muestras, seguido de *Serratia spp* y *Klebsiella spp*, mientras entre

Bacilos Gram positivos el único género encontrado con posible incidencia respiratoria fue *Corynebacteria spp*. Dentro de Cocos Gram positivos, se identificó *Staphylococcus aureus* y *epidermis*, los cuales pueden generar afecciones respiratorias. En cuanto a hongos, se identificaron una gran cantidad de géneros que han sido relacionados con alveolitis alérgica en estudios realizados por la Universidad del Estado de Pennsylvania dentro de construcciones, relacionándolos en ocasiones con cuadros de asma presentes en la población infantil.

**TABLA 2. GÉNEROS Y ESPECIES DE MICROORGANISMOS ENCONTRADOS**

Microorganismo Encontrados	Tipo	Porcentaje de aparición (%)	Patógeno Aerotransportado según la Universidad de Pennsylvania	Enfermedad
<i>Serratia spp</i>	Bacteria	36	<i>Serratia marcescens</i>	Infecciones oportunistas
<i>Pseudomona spp</i>		77	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Infecciones oportunistas
			<i>Pseudomona pseudomallei</i>	
<i>Klebsiella spp</i>		18	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Infecciones oportunistas
<i>Corynebacteria spp</i>		68	<i>Corynebacteria diphtheria</i>	Difteria
<i>Staphylococcus aureus</i>		59	<i>Staphylococcus aureus</i>	Infecciones oportunistas
<i>Staphylococcus epidermis</i>	55	<i>Staphylococcus epidermis</i>	Aerotransportado, no respiratorio (?)	
<i>Candida spp</i>	Levadura	45	<i>Candida albicans</i>	Aerotransportado, no respiratorio (?)
<i>Rhodoturula spp</i>		41	<i>Rhodoturula glutinis</i>	Alveolitis alérgica
			<i>Rhodoturula minuta</i>	
	<i>Rhodoturula mucilaginoso</i>			
<i>Actinomyces spp</i>	Actinomyce	14	<i>Actinomyces israelii</i>	Actinomicosis

Aspergillus flavus	Hongo	41	Aspergillus Flavus	Aspergilosis
Aspergillus niger		18	Aspergillus Niger	
Penicillium spp		73	Penicillium brevicompactum	Alveolitis alérgica
			Penicillium chrysogenum	
			Penicillium commune	
			Penicillium corylophilum	
			Penicillium expansum	
			Penicillium glabrum	
Penicillium olsonii				
Botrytis spp		32	Botrytis cinera	Alveolitis alérgica
Alternaria spp		23	Alternaria alternata	Alveolitis alérgica
Trichoderma spp		18	Trichoderma harzianum	Alveolitis alérgica
			Trichoderma viride	
Mucor spp		50	Mucor plumbeus	Mucormycosis
Rhizopus spp	36	Rhizopus stolonifer	Zigomicosis	

Fuente: el autor, 2003

Como otro hallazgo interesante, no dentro del campo de enfermedades respiratoria, mas sí en cuanto a problemas de salud pública, se identificó la especie *E. Coli*, exclusivamente en la zona residencial, además de la presencia de un bacilo gram negativo con características bioquímicas similares a *Shigella*. Finalmente se estableció la presencia de Bacilo Cereus y Clostridium en los dos puntos de muestreo, los cuales son causantes de intoxicaciones alimentarias.

### CONCLUSIONES

Las industrias ubicadas dentro de la localidad de Puente Aranda, son contribuyentes importantes de emisiones para las concentraciones de  $PM_{10}$  medidas en el sector; sin embargo, no son la fuente principal

del contaminante de estudio, ya que los vientos que se derivan de los sectores centro y sur occidente de la ciudad, contribuyen en gran parte con los valores obtenidos en la estación Merck S.A.

Los vientos presentes en horas de la tarde, para el primer trimestre del año, permiten la dilución y dispersión de  $PM_{10}$  en la zona de estudio, lo que limita los episodios de máxima concentración a horas de la mañana y en ocasiones a horas nocturnas, donde la disminución de la temperatura y las condiciones de estabilidad atmosférica son determinantes para la ocurrencia de este fenómeno, tal y como lo demuestra la información suministrada por el DAMA para años anteriores (2000 a 2002).

Las concentraciones de  $PM_{10}$  y las condiciones meteorológicas presentes durante los meses de muestreo en la estación Merck S.A, fueron similares a las registradas durante 2000 y hasta el primer semestre de 2002, lo cual conlleva a que los resultados obtenidos puedan ser comparativos con estas fechas, en las cuales la morbilidad por IRA en Puente Aranda fue alta.

Mediante los muestreos realizados se pudo comprobar la relación partícula-microorganismo, hecho que se corroboró el día 29 de abril, en el que los agaros y filtros de celulosa, presentaron en su superficie, una marca debida a las partículas que fueron succionadas por el equipo MAS-100, lo cual fue comprobado por análisis de turbidez en los filtros y en donde, a partir de las huellas dejadas en los medios de cultivo, se observó un desarrollo de microorganismos.

Aunque no se identificó *Haemophilus influenzae* y *Streptococcus pneumoniae* que son los causales más importantes de IRA según estudios realizados por el INS, los microorganismos encontrados en los muestreos en general, se consideran patógenos oportunistas que, dependiendo de las circunstancias ambientales y del huésped, son capaces de generar problemas respiratorios o afectar la población en diversos aspectos de salud pública. Estos resultados son significativos, teniendo en cuenta que no se han realizado estudios al respecto.

En el punto de muestreo Color Kids se encontró un mayor desarrollo de Bacilos Gram (-) en comparación con el punto Merck, donde se destaca la aparición exclusiva de *E. Coli* en el punto Color Kids; este hecho se sustenta en la humedad relativa presente en el lugar de muestreo.

La gran diversidad de hongos identificados con antecedentes de patogenicidad, según trabajos realizados por la Universidad del Estado de Pennsylvania, puede justificar parte de los casos de alergias incluidos dentro de las IRA, donde la partícula al rasgar, irritar y saturar los epitelios, facilitan que el hongo pueda encontrar las condiciones necesarias para la creación de un cuadro alérgico, sin olvidar el estado de salud del huésped.

En general, el factor de riesgo al que se encuentra expuesta la población, especialmente los niños y ancianos, es alta, ya que factores como las altas concentraciones de  $PM_{10}$  que tienen como origen las fuentes fijas y móviles de la localidad y sus alrededores, sumadas a la prevalencia de un gran porcentaje de microorganismos considerados como patógenos oportunistas, brinda las condiciones óptimas para la ocurrencia de IRA en la localidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- American Academy of Pediatrics. *Ambient air pollution: Respiratory hazards to children*, 1993.
- Aristizábal, G., et al. *Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en la población infantil de Puente Aranda*. Santa Fe de Bogotá: Universidad del Bosque, Secretaría de Salud de Bogotá, 1997.
- Bergey, *Bergey's manual of systematic bacteriology*, 4ª ed. s.f.
- Broca. *Biología de los microorganismos*. 8ª ed. Madrid, España: Prentice Hall, 1999.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. *Conceptos básicos sobre la meteorología de la contaminación del aire*, CEPIS. <http://www.cepis.opsoms.org/bvsci/e/fulltext/meteoro/cepis.html>
- Conant, NF. *Micología*. 3ª ed. México: Interamericana, 1972.
- Cordovez, J. *Salud y aire*, Memorias II Seminario calidad de aire: Gerencia de la calidad del aire en América Latina: Herramientas y Estudios de Caso. Universidad de Los Andes, [CD-ROM], Bogotá, 2002.
- Environmental Health Project. *Air pollution and child health: Priorities for action*. Report of a meeting of an EHP technical. Advisory Group on air pollution, Arlington, Virginia, 1997.
- Instituto Nacional de Salud, Grupo de Microbiología. *Vigilancia de los tipos capsulares y de la susceptibilidad antimicrobiana de Streptococcus pneumoniae aislado de procesos invasores, en población mayor de 5 años*, 2002.
- Kowalski, W. J. *Indoor mold growth: Health hazard and remediation*. The Pennsylvania State University. <http://www.arche.psu.edu/iec/abe/molds.html>.
- Kowalski, W. y Burnett E. *Mold and buildings*. The Pennsylvania Housing Research Center. <http://www.bio.psu.edu/people/faculty/whittam/research/BO3001.pdf>.
- Ostro, B. *Air pollution and health effects. A study of respiratory illness among children in Santiago, Chile*. 1998.
- Solarte, I., et al. *Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria en menores de 14 años en Bogotá*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 1999.
- The Pennsylvania State University. *Bioaerosols and bioaerosol dynamics*. The Pennsylvania State University. <http://www.arche.psu.edu/iec/abe/bioaero.html>
- The Pennsylvania State University. *Sick building syndrome*. The Pennsylvania State University. <http://www.arche.psu.edu/iec/abe/sbs.html>
- The Pennsylvania State University. *The evolution of airborne pathogens*. The Pennsylvania State University. <http://www.arche.psu.edu/iec/abe/wjkevo1.html>

## AGRADECIMIENTOS

Jorge Hernán Otero Zúñiga, Bacteriólogo Pontificia Universidad Javeriana.

Claudia M. Parra G., Bacterióloga, Maestría en microbiología con énfasis en inmunología y biología molecular. PUJ.

Camilo Guáqueta, Decano Facultad Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad de La Salle.

Robinson Rodríguez Vásquez, Director Red de monitoreo de Calidad del Aire del DAMA.

Manuel Cáceres y Lino Páez, Merck S.A.

Gloria Rey, Directora Laboratorio de Virología Instituto Nacional de Salud.

Leonardo López, Meteorólogo.

Gabriel Herrera, Ingeniera Sanitario, Master en Ingeniería Ambiental.

María Alexandra Durán, Epidemióloga.

Carmenza Robayo. Ingeniera Sanitaria, Magíster saneamiento básico y desarrollo ambiental.