

# Asociación de síntomas respiratorios con factores atmosféricos y climáticos en adultos en Santa Marta, Colombia

# Association of respiratory symptoms with atmospheric and climatic factors in adults in Santa Marta, Colombia

Alexander Salazar Ceballos<sup>1</sup>, Lídice Álvarez Miño<sup>2</sup>

1 Bacteriólogo Magíster en Biología Docente de microbiología Facultad de Ciencias de la Salud Universidad del Magdalena  
[alexsal2010@gmail.com](mailto:alexsal2010@gmail.com)

2 Terapeuta Ocupacional, Magíster en Salud Pública Docente de epidemiología Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad del Magdalena [www.lidice@hotmail.com](http://www.lidice@hotmail.com)

Recibido: 21 marzo 2013

Aceptado: 03 junio 2013

## RESUMEN

**Objetivo:** A nivel mundial existe una fuerte evidencia que la exposición a contaminantes atmosféricos incrementa las enfermedades respiratorias en los adultos, de esta manera el objetivo del presente trabajo fue observar la asociación de síntomas respiratorios con factores atmosféricos y climáticos en adultos en Santa Marta.

**Métodos:** Fueron identificadas zonas expuestas a  $PM_{10}$  mayor a  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las enfermedades respiratorias, de los registros hospitalarios, fueron clasificadas en agudas, altas e inferiores, y crónicas. Se realizaron análisis de asociación epidemiológica y regresión logística.

**Resultados:** Se encontró que las concentraciones de  $PM_{10}$  fueron mayores en Pescaíto y Gaira superando los valores máximos sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). No se observó asociación epidemiológica significativa entre los periodos lluviosos y secos, el  $PM_{10}$  y las enfermedades respiratorias en adultos agudas y crónicas. Sin embargo se observó asociación epidemiológica entre ser del sexo masculino y mayor riesgo de presentar síntomas respiratorios agudos; y también se observó asociación epidemiológica entre ser del sexo masculino y disminución del riesgo de presentar síntomas respiratorios crónicos.

**Discusión:** Para Santa Marta, se sugiere que el mes de abril debería ser el primer mes de vigilancia temprana de las enfermedades respiratorias. Este es de los primeros trabajos en Colombia, y específicamente en Santa Marta, en presentar análisis entre enfermedades respiratorias y los factores climáticos, contribuyendo así a los sistemas de vigilancia temprana de salud pública.

**Palabras clave:** Colombia, Enfermedades Respiratorias, Contaminación del Aire, Material Particulado. (fuente: DeCS, BIREME)

## ABSTRACT

**Objective:** Globally there is strong evidence that exposure to air pollutants increases respiratory diseases in adults. Thus the goal of this study was to observe the association of respiratory symptoms with atmospheric and climatic factors in adults in Santa Marta.

**Methods:** The exposed areas were those that had higher concentrations of  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $PM_{10}$ . From hospital records respiratory diseases were classified into acute, high and low, and chronic. Statistical analyzes that were performed were epidemiological association and logistic regression.

**Results:** It was found that  $PM_{10}$  concentrations were higher in Gaira and Pescaíto overcoming protection values suggested by the World Health Organization (WHO). No significant association was observed between epidemiological wet and dry periods, the  $PM_{10}$  and respiratory diseases in adults acute and chronic. However we observed epidemiological association between being male and increased risk of acute respiratory symptoms, and also observed epidemiological association between being male and decreased risk of chronic respiratory symptoms.

**Discussion:** For Santa Marta, it is suggested that April should be the first month of early surveillance of respiratory diseases. This is one of the first works in Colombia, specifically in Santa Marta in present analysis between respiratory diseases and climatic factors, contributing to early surveillance systems for public health.

**Keywords:** Colombia, Respiratory Tract Diseases, Air Pollution, Particulate Matter. (source: MeSH, NLM)

La literatura mundial (1) evidencia incremento en la prevalencia e incidencia de asma en niños, adolescentes y adultos mayores, así como la necesidad de generar sistemas de identificación de las condiciones ambientales que provocan el aumento de eventos respiratorios. Igualmente, la OMS sugiere fortalecer los sistemas de alerta temprana utilizando datos medioambientales como predictores de posibles epidemias por enfermedades infecciosas. Pero también se resalta que los trabajos de investigación no han encontrado una fuerte evidencia en encontrar una asociación epidemiológica entre el clima y las enfermedades infecciosas por la falta de datos estadísticos de enfermedades infecciosas por varios años (2).

Los contaminantes del aire, especialmente el material particulado (Particulate Matter,  $PM_{10}$ ), han sido asociados con las admisiones hospitalarias por enfermedades respiratorias en diferentes ciudades del mundo (3). Las enfermedades respiratorias asociadas con el  $PM_{10}$  afectan tanto a niños y adultos mayores, en ellos se presentan infecciones respiratorias agudas y crónicas que afectan tanto las vías respiratorias altas y bajas, incluso causando la muerte (4, 5).

Las infecciones del tracto respiratorio son las enfermedades más comunes de los humanos a nivel mundial (6, 7). Y debido a su relación con la los períodos del clima es necesario identificar la ventana estacional para detectar los brotes epidémicos de las enfermedades infecciosas en relación con las variables medioambientales (8). La mayoría de los microorganismos respiratorios humanos presentan un aumento en la incidencia en cada invierno, específicamente el *Streptococcus pneumoniae*, y los virus de la rubéola y la Influenza. Sin embargo, se han presentado brotes epidémicos de Influenza en latitudes calientes durante el verano, pero estos brotes epidémicos han sido limitados (9-11).

En Colombia, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias son la tercera causa de mortalidad en Colombia (12), estas estadísticas son coherentes con otros países latinos (13). En Colombia, entre los microorganismos causantes de enfermedades respiratorias se ha encontrado que el primero es el virus de la Influenza A (69 %) y segundo es el Virus Sincitial Respiratorio (24 %) (14). En Bogotá, Colombia, en estudios realizados sobre la población infantil se informó de una asociación significativa débil entre síntomas respiratorios y el  $PM_{10}$ . En Santa Marta, Colombia, previamente se observó asociación epidemiológica de presentar síntomas respiratorios

agudos y crónicos y su relación con tener menos de 9 años y el período lluvioso; y no se observó asociación epidemiológica de presentar síntomas respiratorios agudos y vivir en zona expuesta a altas concentraciones de  $PM_{10}$  (15)

En los adultos mayores se ha observado que el  $PM_{10}$  está asociado positivamente con las admisiones hospitalarias de estos principalmente entre los 70 y 79 años de edad (16), así los adultos mayores, como los niños, son identificados como grupos de alto riesgo (17). Así, el objetivo de este estudio fue observar la asociación de síntomas respiratorios con factores atmosféricos y climáticos en adultos mayores en Santa Marta, Colombia, entre los años 2008 y 2009.

## MÉTODOS

Para el desarrollo de esta investigación se implementó un estudio de corte transversal.

Se realizó el monitoreo de concentraciones de  $PM_{10}$  para las zonas de estudio en la ciudad de Santa Marta: Pescaíto, Gaira, Mamatoco y Don Jaca-Cristo Rey, con el fin de establecer las zonas expuestas y no expuestas. Para este trabajo, se estableció que las zonas expuestas fueron las que presentaron una concentración de  $PM_{10}$  mayor a  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , esta concentración es un valor intermedio de los valores máximos por 24 horas sugeridos en la Guía de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (18),  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Guía de calidad del aire.), y la Norma de calidad del aire colombiana,  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (19).

Se recolectaron las variables climatológicas como temperatura promedio, velocidad viento promedio, precipitación y humedad relativa.

Los datos de los registros hospitalarios fueron obtenidos de la Empresa Social del Estado (ESE) Alejandro Prospero Reverend de la ciudad de Santa Marta; los datos se obtuvieron para los períodos de enero a mayo del 2008 y 2009.

Los datos de admisión hospitalaria de enfermedades respiratorias fueron agrupados según la Clasificación Internacional de Enfermedades -10 (<http://www.who.int/classifications/icd/en/>). Así: enfermedades infecciosas del tracto respiratorio superior (J00-J06), gripe y neumonía (J10-J18), enfermedades infecciosas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22), otras enfermedades del tracto respiratorio superior (J30-J39), y enfermedades crónicas de las vías respiratorias (J40-J47).

Posteriormente para los análisis de asociación epidemiológica las bases de datos del CIE-10 fueron divididos en enfermedades respiratorias agudas de

las vías altas e inferiores y crónicas. El grupo de las enfermedades respiratorias agudas de las vías altas e inferiores contiene infecciones respiratorias superiores agudas, infecciones respiratorias inferiores agudas, gripe y neumonía. El grupo de las crónicas contiene los diagnósticos por enfermedades respiratorias inferiores crónicas y otras enfermedades.

Los análisis descriptivos y de asociación epidemiológica se realizaron en el programa EpiInfo versión 3.4 y los análisis de regresión logística binaria se realizaron en el programa IBM SPSS Statistics versión 20. En la estratificación de los datos se tuvo en cuenta: el mes de diagnóstico, los grupos de diagnósticos de vías respiratorias, y la procedencia de la zona.

Para la interpretación del *Relative Risk* (RR), como medidas de asociación epidemiológica, se hizo a partir de los siguientes argumentos: fuerza de la asociación según el valor del RR 1 – 1,2 no presenta ninguna asociación, 1,2 – 1,5 presenta asociación débil, 1,5 - 3 asociación moderada, 3 – 10 asociación fuerte y > 10 se aproxima al infinito (20). Los intervalos de confianza (IC) se calcularon con una seguridad del 95 %; por lo tanto, el IC proporciona la misma información cualitativa que el valor de la  $p$ . Desde el punto de vista epidemiológico resulta más práctico en salud conocer en qué medida difieren las proporciones de los expuestos y no expuestos (a través del *RR*), que simplemente conocer que difieren con una significancia estadística (21).

Se realizó regresión logística multivariada no condicionada porque como variable dependiente se tuvieron datos cualitativos y como variable independiente datos cuantitativos (22). Cuando el coeficiente de regresión logística de la variable es positivo obtendremos un *Odds Ratio* (OR) mayor que 1 y corresponde por tanto a un factor de riesgo, indicando que existe una asociación epidemiológica. Por el contrario, si  $b$  es negativo el OR será menor que 1, indicando que no existe asociación epidemiológica.

### Consideraciones éticas

El presente estudio se llevó a cabo teniendo en cuenta los Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos contemplados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, en 1964, y última enmienda en el 2008 (23). Además se tuvo en cuenta la Resolución 8430 del Ministerio de Salud (ahora Ministerio de la Protección Social) de la República de Colombia de 1993 para

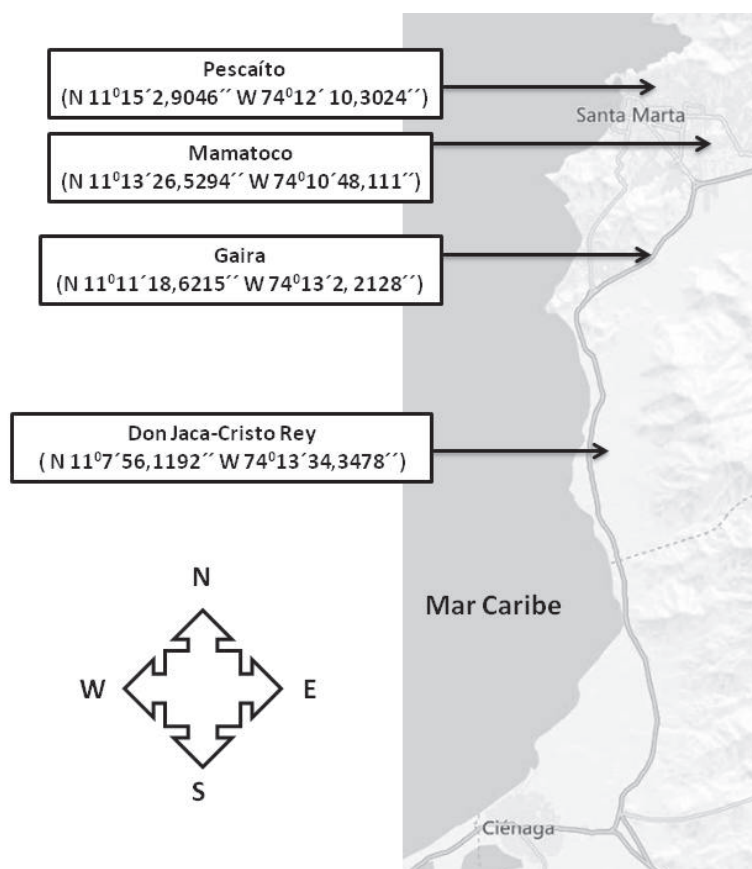
trabajos de investigación (24). Se respetaron en todo momento los principios éticos considerados en estos documentos, además de mantener la confidencialidad de los datos conocidos.

## RESULTADOS

### Datos de contaminantes atmosféricos

Las mediciones de  $PM_{10}$  las realizaron especialistas en el área ambiental y se contó con el apoyo de los datos compilados por la Corporación Regional Autónoma del Magdalena (ente gubernamental: <http://www.corpamag.gov.co/index.php/es/>). Las medias de las concentraciones de  $PM_{10}$  en Pescaito y Gaira, superaron los  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , por lo que fueron reconocidas como zonas expuestas, y Mamatoco ( $58,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y Don Jaca-Cristo Rey ( $39,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como zonas no expuestas (Figura 1).

Figura 1. Mapa de Santa Marta con las zonas estudiadas y sus coordenadas



Fuente: Elaboración propia en Epi Info Map

### Datos climatológicos

La precipitación fue el factor climatológico con mayor variación entre la temperatura, la velocidad del viento,

la humedad relativa y la precipitación. Así, a partir de los valores de la precipitación se definió como meses secos el período entre enero y las primeras dos semanas abril, en este período los valores de la precipitación no superaron los 7 mm<sup>3</sup>. Pero a partir de abril los valores de la precipitación fueron mayores a los 10 mm<sup>3</sup>, siendo de 42 mm<sup>3</sup> en mayo y de 61 mm<sup>3</sup>, denominándose al período lluvioso a las dos últimas semanas de abril y el mes de mayo. Estos datos provienen de promedios multianuales (Datos obtenidos de Climatología de los principales puertos del Caribe Colombiano. Cartagena de Indias, D.T. y

C. Escuela Naval "Almirante Padilla". Disponible en [www.cioh.org.co](http://www.cioh.org.co)).

En el análisis descriptivo de las bases de datos de diagnóstico de enfermedades respiratorias se observa que en ambos años: el grupo de edad entre los 50 y 69 años representó casi el 60 % del total de los diagnósticos, los diagnósticos por enfermedades infecciosas del tracto respiratorio superior fueron de casi el 75 % y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias representaron casi el 80 % del total de los diagnósticos (Tabla 1).

**Tabla 1. Distribución de la población estudiada**

Variables		2008		2009	
		n	%	n	%
Sexo	Femenino	197	56,9	189	62,4
	Masculino	149	43,1	114	37,6
Edad	50-59	122	35,3	86	28,4
	60-69	92	26,6	92	30,4
	70-79	83	24,0	87	28,7
	80-89	48	13,9	30	9,9
	90-99	1	0,3	8	2,6
Diagnóstico	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias (J40-J47)	159	46,0	127	41,9
	Enfermedades infecciosas del tracto respiratorio superior (J00-J06)	121	35,0	122	40,3
	Enfermedades infecciosas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	44	12,7	36	11,9
	Gripe y neumonía (J10-J18)	12	3,5	2	0,7
	Otras enfermedades tracto respiratorio superior (J30-J39)	10	2,9	16	5,3
Meses	Enero	35	10,1	44	14,5
	Febrero	41	11,8	31	10,2
	Marzo	60	17,3	64	21,1
	Abril	67	19,4	51	16,8
	Mayo	61	17,6	44	14,5
	Junio	82	23,7	69	22,8
Barrios	Don Jaca-Cristo Rey	60	17,3	44	14,5
	Gaira	101	29,2	115	38,0
	Mamatoco	35	10,1	15	5,0
	Pescaito	150	43,4	129	42,6

Fuente: Elaboración propia a partir de las bases de admisión hospitalaria

No se observó asociación epidemiológica significativa entre el periodo lluvioso y seco y las enfermedades

respiratorias agudas y crónicas en adultos, en las zonas de estudio, 2008-2009 (Tabla 2).



**Tabla 2. Asociación epidemiológica entre el período lluvioso y seco y las enfermedades respiratorias agudas y crónicas en adultos, 2008-2009**

Año	Estación	Crónicas		Agudas*	%	Relative Risk		p
		y otras	%			IC 95%	Ji <sup>2</sup>	
2008	Lluvioso	97	52,7	87	47,3	1,18 (0,95-1,47)	2,3	0,12
	Seco	72	44,4	90	55,6			
2009	Lluvioso	68	47,9	74	52,1	1,02 (0,81-1,3)	0,05	0,82
	Seco	75	46,6	86	53,4			

\*Gripe, neumonía, tracto respiratorio superior, vías respiratorias inferiores  
Fuente: Elaboración propia a partir de las bases de admisión hospitalaria

No se observó asociación epidemiológica significativa entre PM<sub>10</sub> y las enfermedades respiratorias en adultos agudas y crónicas, en las zonas de estudio, 2008-2009 (Tabla 3).

**Tabla 3. Asociación epidemiológica entre PM<sub>10</sub> y las enfermedades respiratorias agudas y crónicas en adultos, 2008-2009**

Año	PM <sub>10</sub> ug/m <sup>3</sup>	Crónicas y otras	%	Agudas	%	Relative Risk IC 95%	Ji <sup>2</sup>	p
2008	> 60	132	52,6	119	47,4	1,35 (1,02-1,78)	5,1	0,02
	< 60	37	38,9	58	61,1			
2009	> 60	119	48,8	125	51,2	1,19 (0,85-1,67)	1,24	0,26
	< 60	24	40,7	35	59,3			

\*Gripe, neumonía, tracto respiratorio superior, vías respiratorias inferiores.  
Fuente: Elaboración propia a partir de las bases de admisión hospitalaria

Por análisis de regresión logística binaria se relacionó los síntomas respiratorios agudos y crónicos en los adultos de cada año con vivir en una zona expuesta, el período lluvioso, y ser del sexo masculino. Se observó significancia estadística ( $p < 0,05$ ) epidemiológica entre ser del sexo masculino y presentaron mayor riesgo de presentar síntomas respiratorios agudos en ambos años. Específicamente, los pacientes masculinos durante el año 2008 presentaron un OR del 4,115 (IC del 95 % = 2,581- 6,56), es decir presentaron 4 veces más riesgo de presentar síntomas respiratorios agudos, y la población en general presentó un riesgo de adquirir síntomas respiratorios agudos entre 2,581 y 6,56 veces, esto fue confirmado con el coeficiente de regresión (B) positivo (1,415). Y durante el año 2009,

los pacientes masculinos presentaron un OR del 2,080 (IC del 95 % = 1,291 – 3,350), es decir presentaron 2 veces más riesgo de presentar síntomas respiratorios agudos, y la población en general presentó un riesgo de adquirir síntomas respiratorios agudos entre 1,291 y 3,350 veces, esto fue confirmado con el coeficiente de regresión (B) positivo (0,732).

En relación con los pacientes con sintomatología respiratoria crónica, se observó significancia estadística ( $p < 0,05$ ) epidemiológica entre ser del sexo masculino y tener una disminución del riesgo de presentar síntomas respiratorios crónicos. Los pacientes con síntomas respiratorios crónicos durante el año 2008 presentaron un valor negativo del coeficiente de regresión (B = -1,415) y un OR igual a 0,243 (IC del 95 % = 0,152 – 0,387), indicando una disminución del riesgo de 0,75 veces (1 – 0,243) de presentar síntomas respiratorios crónicos. Los pacientes con síntomas respiratorios crónicos durante el año 2009 presentaron un valor negativo del coeficiente de regresión (B = -0,732) y un OR igual a 0,481 (IC del 95 % = 0,298 – 0,774), indicando una disminución del riesgo de 0,52 veces (1 – 0,481) de presentar síntomas respiratorios crónicos.

## DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo fue observar la posible asociación de síntomas respiratorios con factores atmosféricos y climáticos en adultos en Santa Marta, Colombia. A partir de los resultados se observó que las concentraciones de PM<sub>10</sub> en Pescaíto y Gaira superaron los valores de protección sugeridos por la Organización Mundial de la Salud. A pesar de los altos valores

de  $PM_{10}$ , no se observó asociación epidemiológica significativa entre los periodos lluviosos y secos, el  $PM_{10}$  y las enfermedades respiratorias en adultos agudas y crónicas. Sin embargo se observó asociación epidemiológica entre ser del sexo masculino y mayor riesgo de presentar síntomas respiratorios agudos; y también se observó asociación epidemiológica entre ser del sexo masculino y disminución del riesgo de presentar síntomas respiratorios crónicos. Es de resaltar que este trabajo es de tipo transversal, el cual arrojó unas conclusiones para futuros estudios de tipo longitudinal, así mismo, la necesidad de tener en cuenta los periodos lluviosos y secos como variables en la asociación con síntomas respiratorios.

Aunque en este trabajo se encontraron altas concentraciones de  $PM_{10}$  en Pescaíto y Gaira, no se encontró asociación epidemiológica entre el  $PM_{10}$  y las enfermedades respiratorias en adultos. No obstante, estas zonas deben ser objeto de vigilancia de salud pública en cuanto a la salud respiratoria y cardiovascular. Además, las ciudades deberían acoger iniciativas de sostenibilidad medioambiental como en Bogotá, Colombia, donde la contaminación atmosférica es considerada un problema de salud pública (25). Además, a partir del reconocimiento del actual cambio climático como consecuencia de las actividades antropogénicas, a nivel mundial existe un consenso para afrontar el cambio climático en las ciudades a través de estrategias de adaptación y mitigación. Estas estrategias se pueden enfocar en reducir el uso de las fuentes de contaminación como el transporte vehicular, principalmente el particular e incrementar el uso de transporte público; e incentivar medidas preventivas de la enfermedad como el aumento del ejercicio físico, disminuyendo así las enfermedades cardiovasculares y respiratorias (26, 27).

A partir de los resultados de este trabajo sugerimos que un período lluvioso para Santa Marta puede ser identificado entre las dos últimas semanas de abril y el mes de mayo. A pesar de que en este trabajo no se encontró asociación epidemiológica entre los periodos lluviosos y secos, el  $PM_{10}$  y las enfermedades respiratorias, otros trabajos han demostrado la necesidad de conocer el comportamiento estacional de las enfermedades respiratorias en una determinada comunidad (8, 28), para posteriormente tener esta variable a analizar junto con las variables de los contaminantes atmosféricos. Aunque en nuestro trabajo no se observó asociación epidemiológica entre vivir en una zona de mayor concentración de

$PM_{10}$  y presentar síntomas respiratorios, otros trabajos en Colombia, si han encontrado que quienes viven en una zona de mayor contaminación presentaron un 13 % más de síntomas respiratorios en relación con los que viven en zonas de menor contaminación (29). También se ha observado que el  $PM_{10}$  está asociado positivamente con las admisiones hospitalarias en los adultos mayores, principalmente entre los 70 y 79 años de edad, se ha sugerido que los adultos mayores presentan mayor susceptibilidad a la contaminación atmosférica que los jóvenes (16). De esta manera tanto los adultos mayores como los niños son identificados como grupos de alto riesgo (17).

Pero a través de regresión logística binaria se observó significancia estadística epidemiológica entre ser del sexo masculino y presentar mayor riesgo de presentar síntomas respiratorios agudos en ambos años. En relación con los pacientes con sintomatología respiratoria crónica, se observó significancia estadística epidemiológica entre ser del sexo masculino y tener una disminución del riesgo de presentar síntomas respiratorios crónicos. Un trabajo reciente Chile encontró que entre las variables que pueden aumentar el riesgo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica se encontraban ser mayor de 60 años de edad y ser del sexo masculino (30), lo cual con respecto al sexo coincide con los resultados del presente trabajo.

En general en Colombia los estudios de asociación epidemiológica entre  $PM_{10}$  y sus efectos sobre la salud han sido de corte transversal (29, 31, 32) o solo han realizado monitoreo de  $PM_{10}$  (33). Otros estudios han encontrado una asociación entre los niveles de  $PM_{10}$  y su relación con la incidencia de síntomas respiratorios en niños menores de 5 años (34).

Dentro de las limitaciones del presente trabajo encontramos que los datos estadísticos de morbilidad de diferentes enfermedades de la ciudad de Santa Marta están limitados al nivel central del país como es el reporte al Sistema de Vigilancia en Salud Pública, por lo tanto existe dificultad en la obtención de datos epidemiológicos para la realización de este tipo de estudios en la ciudad de Santa Marta. También otra limitación fue el período de estudio, la literatura sugiere que los periodos de análisis deben ser mayores a dos años, observándose que cuando se analizan periodos de cinco años o diez años se tiene mayor posibilidad de detectar relaciones (35, 36)

Para futuros estudios en Santa Marta será necesario analizar otros contaminantes atmosféricos, para completar de esta manera el presente análisis de

contaminantes atmosféricos de la ciudad. A partir de los resultados de nuestro trabajo se sugiere que para el contexto local de Santa Marta, el mes de abril debe ser el primer mes de vigilancia temprana de las enfermedades respiratorias agudas. No se observó asociación epidemiológica significativa entre los periodos lluviosos y secos, el  $PM_{10}$  y las enfermedades respiratorias en adultos agudas y crónicas. Se resalta que este estudio es de los primeros trabajos en Colombia, y específicamente en Santa Marta, en presentar resultados de análisis entre enfermedades respiratorias agudas y el período lluvioso, contribuyendo así a los sistemas de vigilancia temprana de salud pública.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado a través del convenio 85 Efectos sobre la salud por la contaminación del aire proveniente del sector portuario carbonífero (Drummond, Carbosan y Prodeco de Santa Marta), convenio entre el Ministerio del Medio Ambiente y Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia y la Universidad del Magdalena.

### Declaración sobre conflicto de intereses

Los autores declaramos que somos independientes con respecto a las instituciones financiadoras y de apoyo, y que durante la ejecución del trabajo o la redacción del manuscrito no han incidido intereses o valores distintos a los que usualmente tiene la investigación.

### REFERENCIAS

1. Guías para el diagnóstico y manejo del asma: capítulo 3: prevención del asma bronquial alérgico. *Rev. chil. enferm. respir.* [online]. 2004; 20 (3): 164-167. doi: 10.4067/S0717-73482004000300007. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-73482004000300007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-73482004000300007&script=sci_arttext).
2. World Health Organization. Using climate to predict infectious disease epidemics. 2005. Disponible en <http://www.who.int/globalchange/publications/infectdiseases/en/index.html>. Consultado en junio de 2010. ISBN.92-4-159386-5.
3. Medina M, Zanobetti A, Schwartz J. The effect of ozone and  $PM_{10}$  on hospital admissions for pneumonia and chronic obstructive pulmonary disease: a national multicity study. *Am J Epidemiol.* 2006; 163(6):579-588.
4. Gavidia T, Pronczuk J, Sly P. Impactos ambientales sobre la salud respiratoria de los niños. Carga global de las enfermedades respiratorias pediátricas ligada al ambiente. *Rev Chil Enf Respir.* 2009; 25(2):99-108.
5. Barnett A, Williams G, Schwartz J, Neller A, Best T,

- Petroeschovsky A, Simpson R. Air Pollution and Child Respiratory Health. A Case-Crossover Study in Australia and New Zealand. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005; 171(11):1272-1278.
6. Makinen R, Juvonen R, Jokelainen J, Terttu H, Harju T, Peitso A, et al. Cold temperature and low humidity are associated with increased occurrence of respiratory tract infections. *Respiratory Medicine.* 2009; 103(3): 456-462.
7. du Prel J, Puppe W, Grondahl B, Knuf M, Weigl F, Schaaf F, et al. Are meteorological parameters associated with acute respiratory tract infections? *Clin Infect Dis.* 2009; 49(6):861-8.
8. Pascual M, Dobson A. Seasonal patterns of infectious diseases. *PLoS Medicine* [serie en internet]. [e5. doi:10.1371/journal.pmed.0020005]. 2005 [consultado 2011 julio 20]; 2(1): [18-20]. Disponible en: <http://www.plosmedicine.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pmed.0020005>
9. Dowell S. Seasonal variation in host susceptibility and cycles of certain infectious diseases. *Emerging Infectious Diseases.* 2001; 7(3): 369 - 374.
10. Dowell S, Shang Ho M. Seasonality of infectious diseases and severe acute respiratory syndrome—what we don't know can hurt us. *Lancet Infect Dis.* 2004; 4(11): 704-08.
11. Watson M, Gilmour R, Menzies R, Ferson M, McIntyre P. The association of respiratory viruses, temperature, and other climatic parameters with the incidence of invasive pneumococcal disease in Sydney, Australia. *Clin Infect Dis.* 2006; 42(2): 211- 215.
12. Robledo R. Las enfermedades crónicas no transmisibles en Colombia. *Boletín del Observatorio en Salud.* 2010; 3(4): 1-9.  
ISSN: 2027-4025.
13. Valdivia G. Epidemiología de la neumonía del adulto adquirida en la comunidad. *Rev Chil Enf Respir.* 2005; 21(2): 73-80.
14. Porras A, Rico A, Moreno J, Cótes K, López JD, Herrera D, et al. Mortalidad asociada con las temporadas de mayor circulación de los virus de la influenza en Bogotá, Colombia, 1997-2005. *Rev Panam Salud Pública.* 2009; 26(5): 435-439.
15. Salazar A, Álvarez L. Los efectos del material particulado  $10$  ( $PM_{10}$ ) y de las variables climatológicas en las admisiones hospitalarias por enfermedades respiratorias en niños en la ciudad de Santa Marta, 2008-2009. *Duazary.* 2011; 8 (2): 127-142.
16. Namdeo A, Tiwary A, Farrow E. Estimation of age-related vulnerability to air pollution: Assessment of respiratory health at local scale. *Environment International.* 2011; 37, (5): 829-837.
17. Makri A, Stilianakis N. Vulnerability to air pollution health effects. *Int. J. Hyg. Environ.-Health.* 2008; 211(3-4): 326-336.
18. World Health Organization. Air Quality Guidelines Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. 2006. ISBN 92-890-2192-6. Disponible

- en [http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf). Consultado junio de 2011.
19. Toro MV, Molina E, Serna J, Fernández M, Ramírez GE. Artículo central Plan de descontaminación del aire en la región metropolitana del Valle de Aburrá. *Rev. P+L* [online] 2010; 5, (1): 10-26. ISSN 1909-0455. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552010000100002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552010000100002&lng=en&nrm=iso). Consultado marzo de 2013.
20. Fletcher RH, Fletcher SW. *Clinical Epidemiology: The Essentials*. 4th Edition. Lippincott Williams and Wilkins. ISBN: 0-7817-5215-9. Philadelphia, Pennsylvania, USA. 2005. p. 75-90.
21. Piédrola Gil, Gonzalo. *Medicina preventiva y salud pública*. Décima edición. Barcelona, España. Masón, S.A.; 2001.
22. Argimón J, Jiménez J. *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. 2da edición. Elsevier; 2002.
23. Pfeiffer ML. Investigación en medicina y Derechos Humanos. *Andamios* [online] 2009; 6 (12). 323-345. ISSN 1870-0063.
24. Prieto P. Comités de ética en investigación con seres humanos: relevancia actual en Colombia Experiencia de la Fundación Santa Fe de Bogotá. *Acta Med Colomb*. 2011; 36 (2): 98-104. ISSN 0120-2448.
25. Franco J. Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá. *Rev. esc.adm.neg* n.72 Bogotá ene./jun. 2012. *versión On-line* ISSN 0120-8160. Disponible en [http://www.sci.unal.edu.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-81602012000100013&lng=es&nrm=iso](http://www.sci.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602012000100013&lng=es&nrm=iso). Consultado en marzo de 2013.
26. Rissel C. Active travel: a climate change mitigation strategy with co-benefits for health. *N S W Public Health Bull*. 2009; 20(1-2): 10-3.
27. Harlan S, Ruddell D. Climate change and health in cities: impacts of heat and air pollution and potential co-benefits from mitigation and adaptation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2011; 3 (3): 126-134.
28. Morales I, Coutin G, Zambrano A. Estacionalidad de la mortalidad infantil por causas infecciosas. Cuba, 1996-2006. *Rev Panam Infectol*. 2009; 11(1):25-31.
29. Rodríguez L, Rey J, Beren A, Castro H, Niederbacher J, Vera L, et al. Prevalencia de síntomas respiratorios indicativos de asma y asociación con contaminación atmosférica en preescolares de Bucaramanga, Colombia. *Biomédica* 2010; 30(1):15-22.
30. Flores C, Solís M, Fortt A, Valdivia G. Sintomatología respiratoria y enfermedad pulmonar obstructiva crónica y su asociación a contaminación intradomiciliaria en el Área Metropolitana de Santiago: Estudio Platino. *Rev Chil Enf Respir*. 2010; 26(2): 72-80.
31. Muñoz M, Paz J, Quiroz C. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud en adultos que laboran a diferentes niveles de exposición. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*. 2007; 25 (2): 85-94.
32. Franco J, Rojas N, Sarmiento O, Hernández L, Zapata E, Maldonado A, et al. Niveles de material particulado en colegios distritales ubicados en vías con alto tráfico vehicular en la ciudad de Bogotá: estudio piloto. *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia*. 2009; s/v (49): 101-111.
33. Boris G, Rojas N. Relación entre PM 2,5 y PM10 en la ciudad de Bogotá. *Acta Nova*. 2006; 3 (2): 336-353.
34. Hernández L, Aristizábal G, González M, Medina E, Salgado Y, Cantor L, et al. Asociación entre la contaminación del aire y la morbilidad por enfermedad respiratoria aguda en menores de 5 años en tres localidades de Bogotá: Puente Aranda, Kennedy y Fontibón. 2009. *Memorias II Congreso Colombiano y Conferencia Internacional de Calidad del Aire y Salud Pública [recurso electrónico] / Congreso Colombiano y Conferencia Internacional de Calidad del Aire y Salud Pública; Eduardo Behrentz Valencia ... [et al.]*. -- Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Ediciones Uniandes, 2010. 428 pp. ISBN: 978-958-695-486-0. Disponible en <https://ingenieria.uniandes.edu.co/grupos/sur/images/Informes/memorias2congresoaire.pdf>. Consultado en marzo de 2013.
35. Hernández L, Barraza A, Ramírez M, Moreno H, Miller P, Carbajal L, et al. Morbilidad infantil por causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Salud Pública de México*. 2007; 49 (1): 27-36.
36. Moineddin R, Nie J, Domb G, Leong A, Upshur R. Seasonality of primary care utilization for respiratory diseases in Ontario: A time-series analysis. *BMC Health Services Research*. 2008; 8:160. doi:10.1186/1472-6963-8-160 Disponible en <http://www.biomedcentral.com/1472-6963/8/160>. Consultado en febrero de 2013.