

> EL RINCÓN DE LA ALERGIA

Cambio climático global: ¿cambia el comportamiento del asma en un nuevo clima para Cuba?

Silvia Josefina Venero Fernández¹, Ramón Suárez Medina², Patricia Varona Pérez²

¹ Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM)

² Profesor/a e Investigador/a Agregado/a División de Epidemiología y Salud Pública, INHEM

RESUMEN

El cambio climático (CC) presenta un desafío a la salud humana. Aunque las relaciones entre el asma y el cambio climático son complejas de demostrar, por cuanto existen un conjunto amplio de otros factores que puede afectar también a el resultado sanitario en cuestión, se intentó en esta revisión: agrupar y reflexionar sobre diferentes hechos que en el mundo y en especial en Cuba han evidenciado una posible relación entre el CC y el comportamiento del asma y las medidas de mitigación y adaptación adoptadas en nuestro país.

PALABRAS CLAVE: Cambio Climático, Cuba, Asma

INTRODUCCIÓN

Cambio climático

Durante siglos, las sociedades humanas han alterado los ecosistemas locales y modificado los climas regionales. La influencia del ser humano en el mundo de hoy ha alcanzado una escala mundial, refleja del rápido incremento de la población en los últimos tiempos, del consumo de energía, de la intensidad de uso de la tierra, del comercio, de los viajes internacionales y de otras actividades humanas. Estos cambios globales nos han hecho más conscientes de que, a largo plazo, la buena salud de la población depende de que los sistemas ecológicos, físicos y socioeconómicos

de la biosfera se mantengan estables y en correcto funcionamiento. El sistema climático mundial es parte integrante de los complejos procesos que mantienen la vida. El clima y el tiempo siempre han repercutido mucho en la salud y el bienestar de los seres humanos, pero, al igual que otros grandes sistemas naturales, el climático está empezando a sufrir la presión de las actividades humanas, hecho que se ha traducido en estos últimos tiempos en un cambio del patrón estacional de ciertas enfermedades y al resurgimiento de otras ya olvidadas, representando el

Correspondencia: Silvia Josefina Venero Fernández
Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM), División de Epidemiología y Salud Pública
Infanta No. 1158 entre Clavel y Llinás. Centro Habana,
CP 10300. Ciudad de La Habana, Cuba.

Correo electrónico: silviavf@inhem.sld.cu

cambio climático(CC) un nuevo reto para las actuales iniciativas encaminadas a proteger la salud humana.¹

Tales hechos justifican que desde el 1988 fuera creado el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), conceptuando al Cambio Climático como “*cualquier cambio del clima en el transcurso del tiempo ya sea por razón de su variabilidad natural o como resultado de actividades humanas (emisiones de gases de efecto invernadero)*”. Este grupo se ha encargado de estudiar las causas y efectos del cambio climático en los diversos sistemas (ecológicos, humanos, entre otros), las alternativas para la lucha frente a ellos y la realización, análisis y acúmulo de investigaciones para mejorar el conocimiento y reducir las incertidumbres del cambio climático. Hasta nuestros días el IPCC han brindado evidencias que justifican la existencia y comprensión del cambio climático: aumento de la temperatura global (0.6 grados Celsius) en la superficie de nuestro planeta a lo largo del último siglo (calentamiento global); el aumento de la frecuencia de ciertos fenómenos climáticos extremos (fenómeno *El Niño*); retroceso en la extensión de la nieve o los glaciares (10%), la subida del nivel del mar (entre 0.1 a 0.2 metros); y las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero. Otras observaciones señalan: aumento de las precipitaciones (0.2-1%) y la nubosidad (2%), esta última más acentuada en el hemisferio norte; aumento de la frecuencia e intensidad de la sequía (Asia y África) y una reducción en la frecuencia de temperaturas mínimas extremas, con un aumento menor en la frecuencia de las temperaturas máximas extremas.²

Estos cambios se ven reflejados entre otras respuestas de la naturaleza por: veranos más calurosos, inviernos más cálidos, sequías, inundaciones, derretimiento de glaciares, avalanchas, elevación del nivel del mar y huracanes más fuertes y frecuentes, eventos nada ajenos al mundo de hoy, que ya impactan en la salud humana y en el resto de los ecosistemas, provocando: la pérdida de capacidad productiva agrí-

cola en grandes zonas de Asia y África; disminución de las reservas hídricas en numerosas regiones; recrudescimiento de las sequías, en particular en el sur de Europa, aumento en frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, con importantes pérdidas en vidas humanas y económicas; incremento de fenómenos de erosión y salinización en áreas costeras; y aumento y propagación de enfermedades infecciosas. En países en desarrollo se presenta mayores dificultades para implantar las medidas de adaptación al cambio climático.²

CAMBIO CLIMÁTICO Y EL ASMA

Indudable repercusión sobre la salud humana tienen los fenómenos derivados del CC, si bien hay datos que apuntan hacia una relación causal entre ellos y ciertas enfermedades, entre ella el asma y las alergias. Estas son muy difíciles de demostrar debido a la multicausalidad, lo que dificulta la evaluación del clima *per se* en estudios epidemiológicos, la latencia del efecto antropogénico, o la vulnerabilidad de las poblaciones condicionada por factores sociales, demográficos y económicos, entre otros.³

El asma es una enfermedad respiratoria crónica, inflamatoria, de origen multifactorial, caracterizada por la hiper-reactividad bronquial. Desde el pasado siglo es considerada una enfermedad “Epidémica” dentro de las enfermedades no trasmisibles, y sobre todo en las edades pediátricas (10 de cada 100 niños);⁴ afecta aproximadamente a 300 millones de personas en todo el mundo, y con esta prevalencia en ascenso en un número importante de países, estimándose 100 millones de enfermos para el año 2020 con un incremento del 50% cada decenio; se estima que mueren cada año más de 250,000 enfermos por esta causa de las cuales 25 mil son niños, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS).⁵ Actualmente es considerada un problema sanitario mundial, no solo por su magnitud (morbilidad y mortalidad), sino además por la discapacidad en pacientes mal manejados, los años de vida potencialmente perdidos (AVPP) que aporta, los costos sociales que provoca y la repercusión que tiene sobre el paciente, sus familiares y la sociedad,^{5,6} representado un verdadero reto para la sanidad pública.

El origen del asma no se conoce exactamente; sin embargo, varias teorías genéticas intentan explicarlo. Recientemente, Moffatt et al. publicaron la primera asociación de todo el genoma para asma infantil en una cohorte de 994 pacientes europeos y 1243 controles, identificando muy significativas asociaciones entre el asma y los polimorfismos de nucleótido único (SNPs) en el cromosoma 17q21,⁷ y la relación entre hiperactividad bronquial que presentan estos pacientes y el acoplamiento a los cromosomas 5q y 11q.⁸ Sin embargo, el asma no resulta de anomalías genéticas solamente, sino que es una enfermedad multigénica compleja con una contribución ambiental fuerte, invocándose en el incremento de su incidencia, prevalencia y exacerbaciones, el aumento de la sensibilidad individual a factores tales como: clima, contaminación ambiental (atmosférica e intramuros), alérgenos e infecciones virales, entre otros, todos los que a su vez están íntimamente relacionados con los cambios climáticos,⁹⁻¹² por ejemplo:

Días más cálidos facilitan o expresan:

- **Formación de ozono:** gas extremadamente reactivo que ataca esencialmente al tejido pulmonar por su reacción química con éste. Es el ingrediente principal de la contaminación del aire por smog y es muy dañino respirarlo.¹²⁻¹⁴
- **Más emisiones de smog:** El clima más cálido del verano causa mayores emisiones de precursores de ozono, contaminantes sólidos y contaminantes tóxicos del aire por el aumento en la producción de energía, en el uso de la electricidad, en la evaporación de combustibles y de otras fuentes. Se sugiere que la polución del aire ayuda a facilitar la sensibilización alérgica ante una predisposición individual y el aumento de las enfermedades respiratorias alérgicas aparece paralelamente con el incremento de concentraciones atmosféricas de gases y partículas respirables.^{14,15}
- **Aumento de concentraciones de material particulado y aerobiológico proveniente de polvo del desierto** que inciden negativamente en pacientes asmáticos y alérgicos.¹⁶⁻¹⁸
- **Más concentraciones de pólenes** (potentes alérgenos): Estudios realizados en Europa han demostrado que el aumento de la concentración atmosférica de dióxido de carbono (CO₂) y de la temperatura

(cambio climático) puede incrementar la cantidad de pólenes en el aire, y parece originar estaciones polínicas más prolongadas, puesto que estos factores provocan en las plantas una mayor producción de pólenes, lo cual podría generar una mayor alergenicidad en los mismos. También, las reacciones alérgicas se agravan cuando hay grandes tormentas (fenómenos atmosféricos); este tipo de lluvia rompe las partículas de polen y agravan los episodios de alergias y de crisis asmáticas.^{19,20}

- **Aumento de alérgenos interiores:** como las cucarachas y los ácaros son muy sensibles a los aumentos de temperatura.²¹
- **Olas de calor:** provocan aumento de los niveles de ozono. Países de Europa durante el verano del 2003 publicaron el impacto del ozono y aumento de las concentraciones de contaminantes sólidos relacionados con la ola de calor y la salud pública, revelando miles de muertes por encima del promedio registrado para esa época del año.²²

Aunque el cambio climático es un fenómeno mundial, sus consecuencias no se distribuirán de forma uniforme, los países en desarrollo y los pequeños estados insulares serán las zonas que primero y más gravemente se verán afectadas, con mayor vulnerabilidad en los ancianos, personas con enfermedades cardiovasculares o pulmonares, niños, bebés y las comunidades de bajos recursos y de color negro.^{23,24}

CLIMA DE CUBA

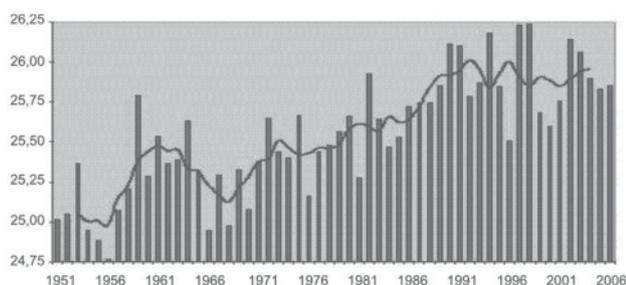
Cuba, archipiélago ubicado entre los 74 y 84° de longitud oeste y los 19 y 23° de latitud norte, corresponde a la zona climática tropical, donde la precipitación es el elemento climático fundamental con una media de 1370 mm anuales, humedad relativa del 75%, y el promedio de días de lluvia es de 80 a 100 días al año, estando definidas las estaciones climáticas por las peculiaridades del régimen de precipitaciones; se establece la subdivisión del año en 2 semestres bien definidos: el semestre lluvioso, que se extiende desde mayo hasta octubre (periodo de sequía interestival julio-agosto) coincidiendo con el verano; y el semestre poco lluvioso, desde noviembre hasta abril (sequía estacional) coincidiendo con el invierno tropical.²⁵

EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Los estados de las pequeñas islas son particularmente vulnerables a los efectos de la variabilidad y del cambio climático.² Cuba no escapa a estos cambios, por ello expertos de varios organismos e instituciones cubanas formaron un equipo de estudio multidisciplinario en el año 1991 analizando desde entonces la evaluación científica de sus impactos potenciales y la evaluación sobre las variaciones y cambios observados en el clima, mostrando que los patrones futuros de los regímenes de temperatura y precipitación y el comportamiento de la sequía meteorológica, impactarían severamente en nuestro país.²⁶

Resultados recientes de especialistas del Centro Nacional del Clima del Instituto de Meteorología han demostrado el incremento sostenido de la temperatura media anual desde 1951-2006 con máximos valores de toda su historia entre los años 1997-1998 y el promedio de la temperatura de los años posteriores al 2000 como los más cálidos de todos los registros climáticos disponibles, todo ello justificado por un significativo aumento de las temperaturas nocturnas, lo que supone una mayor cantidad de calor disponible en la superficie terrestre en horas diurnas que debe liberarse a la atmósfera durante la noche. (Figura 1)

Figura 1. Marcha interanual de la temperatura media en Cuba (1951-2006)



El ENOS (*Fenómeno del Niño*) causa anomalías significativas en los patrones de circulación atmosférica, dando lugar a anomalías de precipitación positivas y el aumento de las temperaturas mínimas durante los meses de invierno (temporada seca) y una mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos severos. Se ha demostrado que la frecuencia de sequías en todo el territorio nacional ha aumentado

de forma significativa en los últimos decenios, aunque este fenómeno tiene cierto carácter cíclico en el área geográfica de Cuba; la periodicidad y extensión de los procesos de sequía se han acentuado, especialmente hacia las provincias más orientales, lo que ha obligado a los especialistas a establecer un sistema de seguimiento de tales procesos, para alertar a tiempo a las autoridades competentes sobre las tendencias estacionales observadas, y de esta forma, hacer recomendaciones efectivas para el mejor manejo de los recursos hídricos del país. La disminución de las precipitaciones repercute en el aumento de los días con buen tiempo, despejados, soleados y cálidos.²⁷

Como paradoja de lo anterior, está aumentando la ocurrencia de fenómenos atmosféricos capaces de producir grandes volúmenes de precipitaciones e inundaciones, o sea, se aprecian alteraciones en la distribución espacio-temporal del régimen pluviométrico. Los huracanes son el mejor ejemplo de fenómenos naturales devastadores en nuestro país; en ellos coinciden varios elementos de gran fuerza destructiva, como son los fuertes vientos, las lluvias intensas y la marea de tormenta. En las aguas tropicales de todo el planeta en un año típico se forman 80 tormentas tropicales, las cuales afectan a 50 países y causan alrededor de 20,000 muertes y enormes daños materiales.²⁷ En nuestro país a partir de 1996 se ha observado un aumento en la frecuencia de afectación de los huracanes tropicales. A su vez, un aumento en la frecuencia de afectación por huracanes intensos se ha venido observando desde 2001.²⁸

En términos generales, el calentamiento global está produciendo una expansión del verano y una contracción de la duración del invierno en nuestro país. En el primer caso, ello se refleja en un aumento del número de días consecutivos con temperaturas máximas superiores a los 30 °C y mínimas superiores a los 20 °C, mientras que en el segundo caso, se rompe totalmente la continuidad del período invernal, incluso en la región occidental de Cuba.²⁷

EFEECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL ASMA EN CUBA

En Cuba, el asma es considerada una afección frecuente, sobre todo en la edad escolar (32%).²⁹ Se encuentra en franco aumento, según datos ofrecidos por la Oficina Nacional de Estadística (ONE) al comparar la prevalencia de dispensarización entre los años 2001-2010 (80,3 a 92,2 por 100 000 habitantes respectivamente)³⁰ y resultados de encuestas nacionales realizadas en el año 1981 (8.2%) y 2004 (13%)³¹. Contrariamente, las exacerbaciones se encuentran en franco descenso, más marcada a partir del año 2000.³²

A pesar de que el asma junto al resto de las enfermedades respiratorias crónicas ocupan la 6ta causa de muerte, dentro del cuadro de mortalidad general y según investigaciones realizadas al cierre del 2006 ocupaba el asma el 2% de las muertes dentro de este grupo, la magnitud de las muertes no constituyen un problema sanitario importante, lo que no deja de ser preocupante dadas las características de entidad evitable y prevenible.³³

Partiendo del antecedente de la meteorolabilidad de nuestros pacientes asmáticos,³⁴ nuestra condición de caribeños isleños y los resultados de estudios realizados en nuestro país o cercanos al nuestro, intentaremos exponer algunas consideraciones que justifiquen el impacto que el cambio climático ha provocado en el comportamiento de la prevalencia y las exacerbaciones del asma, aún conociendo que múltiples factores no climáticos están coincidiendo en que este comportamiento ocurra.

El aumento de la prevalencia, (mayor sensibilización de aquellos individuos que teniendo una predisposición genética podrían quedar sensibilizados y dar origen a la aparición de nuevos casos) **pudiera explicarse por:**

1. El aumento gradual a través de los años en el deterioro de la calidad del aire provocado por la presencia anual del polvo del Sahara (marea roja) al Mar Caribe en los meses de verano y su conocido impacto a la salud por sus altas concentraciones de componentes particulados y aerobiológicos (polen, ácaros, bacterias, hongos y contiene compuestos químicos que pueden ser altamente nocivos como insectici-

das, pesticidas transportando también metales pesados como el mercurio).³⁵⁻³⁹

2. El paulatino aumento en las temperaturas, extensión del verano y la elevada humedad relativa (75%), provocando:

- el aumento en estos últimos 15 años del ozono terrestre.^{14,39}
- extensión de la época de floración de algunas especies, sobreañadida a la permanente presencia de polen en nuestra atmósfera.^{40,41}
- aumento de concentraciones de hongos y ácaros ambientales (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* y *Aspergillus*, entre otros).⁴²⁻⁴⁴

3. Que los inviernos se hagan más cálidos y húmedos propicia mejores condiciones para la circulación de agentes bacterianos y el aumento de la densidad de los microorganismos, lo que conlleva al aumento de enfermedades infecciosas.⁴⁵

Disminución de las exacerbaciones (disminución de los factores desencadenantes) pudieran estar relacionadas con:

- La tendencia a que se produzcan temporadas invernales más cálidas y menos contrastantes que lo normal.
- Reducción de la oscilación entre las temperaturas máximas y mínimas en el verano.
- El aumento de la temperatura sobre todo en las noches y más notables a partir de año 2000.

MEDIDAS PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CUBA

La contribución de la República de Cuba al calentamiento global es muy reducida. Por ejemplo, en el año 2004 aportaba aproximadamente sólo el 0.1 % de las emisiones globales de dióxido de carbono.⁴⁶ Programas como la Revolución Energética en Cuba, en marcha desde 2005, son una contribución a la mitigación del cambio climático.⁴⁷

A partir de los cambios políticos y sociales ocurridos en Cuba a partir de 1959, el incremento del área forestal ha sido un importante beneficio al medio ambiente. En el 2005 casi el 25 % de la superficie del país estaba cubierta por bosques. El sector forestal en Cuba ha sido un sumidero neto de dióxido de carbono en los años

1990 – 2002 y el cumplimiento de varias de sus metas son también contribuciones a la mitigación del cambio climático en el corto plazo.^{48,49}

PROPUESTAS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN EL SECTOR SALUD PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO.⁴⁹

La formulación de medidas de adaptación asociadas al cambio climático y los riesgos futuros constituye una herramienta para los tomadores de decisiones que ayudan a trazar las estrategias en el sector y a la preparación de la población para los potenciales impactos una vez elaboradas las propuestas de medidas de adaptación en el presente a mediano y largo plazo que permitan mitigar los impactos.

MEDIDAS DE CARÁCTER GLOBAL DIRIGIDAS A LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE SALUD CUBANO.⁴⁸

1. Establecer una estrategia que facilite la implementación de las medidas de adaptación ante situaciones de cambios climáticos.
2. Mejorar las estadísticas, disponibilidad de información, la vigilancia y el conocimiento de las proyecciones futuras.
3. Conducir estudios para determinar la vulnerabilidad en el sector de la salud en unidades espaciales más pequeñas.
4. Educar y transferir tecnologías y asistencia financiera.

CONSIDERACIONES FINALES

El evidente calentamiento global está provocando simultáneos cambios en el comportamiento del asma, pudiendo ser plausible que estos estén relacionados con el cambio climático. Los posibles efectos atribuidos al cambio climático relacionados con el asma en nuestro país pueden considerarse —, favorables o positivos teniendo en cuenta la disminución de las exacerbaciones, y negativos por el aumento gradual de la prevalencia. A pesar de la incertidumbre existente en el CC respecto al riesgo de la población, la precaución debe ser premisa fundamental a tener en cuenta. Nuestro país se prepara para el enfrentamiento de este fenómeno y contribuye modestamente a su disminución.

BIBLIOGRAFÍA

1. McMichael AJ, Kovats S. El tiempo, el clima y la salud. *Bol Organ Meteorol Mund.* 1999; 48(1):16–21.
2. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Principales conclusiones del Tercer Informe de Evaluación. Cambio climático: ciencia, impactos, adaptación y vulnerabilidad. 2001. [Internet] Madrid: Ministerio de Medio Ambiente / Oficina española de cambio climático. [actualizado 24 Febrero 2011; citado 12 junio 2002]. Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Sostenibilidad/Estrategia_andaluza_cambio_climatico/3inf_ipcc.pdf
3. Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE. (eds). Contribution of working group II to be third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 [Internet] Cambridge: Cambridge University Press; 2008
4. Pearce N, Ait-Khaled N, Beasley R, Mallol J, Keil U, Mitchell E, et al. For the ISAAC Phase Three Study Group. Worldwide trends in the prevalence of asthma symptoms: phase III of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Thorax.* 2007;62(9):758-66.
5. World Health Organization. Bronchial asthma: fact sheet No.206. Revised January 2000. [Internet]. Ginebra: WHO/OMS; c2002 [cited 2002 June 12]. Available from: <https://apps.who.int/inf-fs/en/fact206.html>
6. Masoli M, Fabian D, Holt S, Beasley R. The global burden of asthma: executive summary of the GINA Dissemination Committee report. *Allergy.* 2006;59(5):469-78.
7. Moffatt MF, Kabesch M, Liang L, Dixon AL, Strachan D, Heath S et al. Genetic variants regulating ORMDL3 expression contribute to the risk of childhood asthma. *Nature.* 2007;448(7152):470–73.
8. Willis-Owen SA, Cookson WO, Moffatt MF. Genome-wide association studies in the genetics of asthma. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2009;9(1):3–9.
9. D'Amato G, Cecchi L. Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases. *Clin Exp Allergy.* 2008;38(8):1264-74.
10. Ayres JG, Forsberg B, Annesi-Maesano I, Dey R, Ebi KL, Helms PJ, et al. The Environment and Health Committee of the European Respiratory Society. Climate change and respiratory disease: a position statement. *Eur Respir J.* 2009;34(2):295-302.
11. McMichael AJ, Woodruff RE, Hales S. Climate change and human health: present and future risks. *Lancet.* 2006;367(9513):859-69.
12. Ebi KL, McGregor G. Climate change, tropospheric ozone and particulate matter, and health impacts. *Environ Health Perspect.* [Internet] 2008; [cited 12 June 2002] 116(11):1449-55. Available

- from:<http://ehp03.niehs.nih.gov/article/submitArticle.action?articleURI=info:doi/10.1289/ehp.11463>
13. Salam MT, Talat I, James Gauderman JW, Gilliland FD. Roles of arginase variants, atopy, and ozone in childhood asthma. *J Allergy Clin Immunol* [Internet] 2009; [cited 12 June 2002] 123(3):596-602. Available from: <http://www.jacionline.org/article/S0091-6749%2808%2902435-4/fulltext>
 14. Nordling E, Berglind N, Melén E, Emenius G, Hallberg J, Nyberg F, et al. Traffic related air pollution and childhood respiratory symptoms, function and allergies. *Epidemiology*. 2008;19(3):401-8.
 15. Griffin Dale W. Atmospheric Movement of Microorganisms in Clouds of Desert Dust and Implications for Human Health. *Clinical Microbiol Rev*. 2007;20(3):459-77.
 16. Prospero J M. Case study: Saharan Dust Impacts and Climate Change. *Oceanography*. 2006;19(2):60-1.
 17. Yang Chun-Yuh, Tsai Shang-Shyue, Chang Chih-Ching, Ho Shu-Chen. Effects of Asian Dust Storm Events on Daily Admissions for Asthma in Taipei, Taiwan. *Inhalation Toxicology*. 2005;17(14):817-21.
 18. D'Amato G, Cecchi L, Bonini S, Nunes C, Annesi-Maesano I, Behrendt H, et al. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy*. 2007;62(9):976-90.
 19. D'Amato G, Liccardi G, Frenguelli G. Thunderstorm-asthma and pollen allergy. *Allergy*. 2007;62(1):11-6.
 20. Olalla Herbosa R, Mateo García M. Alergias a los ácaros del polvo doméstico. *OFFARM*. 2008 abril;27(4).
 21. Díaz J, García R, Linares C, López C. Caracterización y análisis de extremos térmicos en España: la ola de calor del 2003. edición digital. [Internet] España: Revista del Aficionado a la Meteorología; c2007 [actualizado 20 Feb. 2007; citado 10 Abr 2010]. Disponible en: <http://www.meteored.com/ram/1641/caracterizacion-y-analisis-de-extremos-trmicos-en-espaa-la-ola-de-calor-del-2003/>
 22. Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, Vora H, Thomas D, Berhane K, et al. The Effect of Air Pollution on Lung Development from 10 to 18 Years of Age. *N Engl J Med* 2004; 351(11):1057-1067. Available from: <http://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMoa040610>
 23. Centers for Disease Control and Prevention. Asthma prevalence and control characteristics by race/ethnicity: United States, 2002. *MMWR* 2004;53:145-148.
 24. Ortíz Bultó P, Pérez Podríguez A, Rivero Valencia A, Pérez Carreras A, Cangas JR, Lecha Estela JB. La variabilidad y el cambio climático en Cuba: potenciales impactos en la salud humana. *Rev Cubana Salud Pública* [Internet] 2008 [Citado 13 de septiembre de 2009]; 34(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662008000100008
 25. Centella A. Cuba ante el cambio climático: estudios de vulnerabilidad y adaptación y proceso de la segunda comunicación nacional. En: Taller de Diálogo Nacional-GEF; 13-15 de Noviembre 2006. [Internet] La Habana: CITMA/ Instituto de Meteorología; 2006. [Citado 21 de Julio de 2009]. Disponible en: http://www.undp.org/cu/eventos/dialogo_gef/Estudios%20de%20Vulnerabilidad%20y%20Adaptaci%F3n%20y%20Proceso%20de%20la%20Segunda%20Comunicaci%F3n%20Nacional.pdf
 26. Cárdenas PA. Papel de los Índices Teleconectivos y del ENOS en la Predictibilidad de la Lluvia en Cuba. Technical Report 099-01. La Habana: Editorial Academia; 1998.
 27. Lecha Estela LB, Paz RL, Lapinel PB. El Clima de Cuba. La Habana: Editorial Academia;1994
 28. Martínez ML. Comportamiento futuro de huracanes sobre Cuba. Un escenario análogo. En: IV Congreso Cubano de Meteorología; del 4 al 8 de dic.2007. La Habana: Capitolio Nacional de Cuba, 2007. Disponible en: <http://www.academiaciencias.cu/Espanol/Informacion%20de%20trabajo/Eventos/041207congmeteorologia.pdf>
 29. Venero Fernández S, Varona P, Fabrè D. Asma Bronquial y Rinitis en escolares de Ciudad de La Habana. Centro ISAAC Cuba, 2001-2002. 2009 *Rev Cubana Hig Epidemiol* [Internet]. 2009 Abr [citado 2011 Jul 12]; 47(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032009000100005&lng=es.
 30. Ministerio de Salud Pública de Cuba. Anuario Estadístico de la República de Cuba. La Habana: MINSAP; 2001 - 2010
 31. Varona P. Encuesta Nacional de Asma y Enfermedades alérgicas en jóvenes. Informe Técnico. La Habana: Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM); 2005.
 32. Suárez Medina R. Comunicación personal del informe técnico. Morbi-mortalidad del Asma en Cuba, 1997-2006. (INHEM); 2010.
 33. Venero Fernández SJ, González Barcala M, Suárez Medina FJ, Fabrè Ortiz D, Fernández Núñez HM. Relationship of Climate to Asthma Mortality Rates in Cuba, 2003 to 2009. *MEDIC Rev*. 2008;10(3):24-8.
 34. León AV, Ortiz PL, Seguí M. Variabilidad climática mensual y asma bronquial pediátrica en La Habana, Cuba. En: Memorias del IX Congreso Brasileiro de Meteorología, Camps de Jordão, 6-13 de Noviembre de 1996. [Internet] Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorología; 2006. [citado 4 de nov. 2010] Disponible en: <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc17503/doc17503-j.pdf>
 35. Bartolomé Lecha EL, Ciómina de Carvajal E, Estrada Moreno A, Gómez Acosta EC. Pronósticos biometeorológicos: vía para reducir la ocurrencia de crisis de salud. Caso Sagua La Grande. *Rev Cubana Salud Pública* [Internet]. Mar 2008; [citado 4 de nov. 2010] 34(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-4662008000100009&script=sci_arttext

36. Garrison VH. Saharan dust – a carrier of persistent organic pollutants, metals and microbes to the Caribbean? *Rev Biol Trop*. 2006;54(Suppl.3):9-21.
37. Ivey MA, Simeon DT, Monteil MA. Climatic variables are associated with seasonal acute asthma admissions to accident and emergency room facilities in Trinidad, West Indies. *Clin Exp Allergy*. 2003;33(11):1526-30.
38. Gyan K, • Henry W, Lacaille S, Laloo A, Lamsee-Ebanks C, McKay S, et. al. African dust clouds are associated with increased paediatric asthma accident and emergency admissions on the Caribbean island of Trinidad. *Int J Biometeorol*. 2005;49(6):371-376.
39. Instituto de Meteorología de Republica de Cuba. [Internet]. La Habana: INSMET; c1997-2011. [actualizado miércoles, 13 de Julio de 2011; citado 4 nov. 2010] Disponible en: <http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TBO=PLANTILLAS&TB1=INICIAL>
40. González Salermo O, Rodríguez Gavaldá R. Calendario de polen del reparto Alta Habana, municipio Boyeros, Ciudad de La Habana, 2000. (Comunicación personal). La Habana: Hospital pediátrico "William Soler"; 2000.
41. Soto-Quiros ME, Soto-Martinez M, Hanson LA. Epidemiological studies of the very high prevalence of asthma and related symptoms among school children in Costa Rica from 1989 to 1998. *Pediatr Allergy Immunol*. [Internet]. 2002 Oct; [cited 2010 Nov 04] 13(5):342-9. Available form: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/434/43445107.pdf>
42. Elbert W, Taylor PE, Andreae MO, Pöschl U. Contribution of fungi to primary biogenic aerosols in the atmosphere: wet and dry discharged spores, carbohydrates, and inorganic ions. *Atmos. Chem. Phys*. [Internet] 2007; [cited 2010 Nov 04] 7:(17)4569-4588. Available from: <http://www.atmos-chem-phys.org/7/4569/2007/acp-7-4569-2007.pdf>
43. Charles B, Chitra D, Mamta R, Jay P. Frequency of Fungi in Homes of Pediatric Allergy Patients. *Allergy Clin Immunol Int J World Allergy Org*. 2007;18(5):197-202.
44. Denning D, O' Driscoll B, Hogaboam C. The link between fungi and severe asthma: a summary of the evidence. *Eur Resp J*. [Internet] 2006; [cited 2010 Nov 04] 27(3):615-26. Available from: <http://www.ersj.org.uk/content/27/3/615.full.pdf>
45. Ortíz BP, Pérez RA, Rivero VA, León VN, Díaz M, Pérez A. Resulted to assessing the human health vulnerability to climate variability and change in Cuba. *EHP*. 2006;114(12):1942-9.
46. López C, Fernández PV, Manso R, Valdés A, León A, Guevara AV, et. al. Gases de Efecto Invernadero, Emisiones y Remociones. Cuba 1990-2002. La Habana: ETGEL- Instituto de Meteorología; 2007.
47. Bonin L. Cuba y el medio ambiente: un ejemplo para el resto del mundo. *El Habanero*. edición digital. [Internet] La Habana: El Habanero; c2000-2009 [actualizado 20 feb. 2009; citado 10 Abr 2010]. Disponible en: http://www.elhabanero.cubaweb.cu/2009/febrero/nro2472_feb09/cienc_09ene780.html
48. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Estrategia Ambiental Nacional 2007 / 2010. La Habana: Editorial Academia; 2007.
49. Organización Mundial de la Salud. Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen [Internet]. Ginebra: OMS/OMM/PNUMA; 2003. [citado 15 Abr 2010]. Disponible en: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2003/9243590812.pdf>