

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN SANTA CLARA: INCIDENCIA DE LA FLOTA VEHICULAR, CALDERAS, SIDERURGIA PARA LA INDUSTRIA AZUCARERA Y OTRAS

Dr. Pedro Julio Villegas Aguilar

Facultad de Química y Farmacia, Universidad Central de Las Villas; pjva@uclv.edu.cu

MSc. Javier Martín Santín

CITMA Provincial Villa Clara; javierm@uclv.edu.cu

Lic. Lisvette Cruz Camacho

UPN, Facultad de Tecnología de la Salud, "Julio Trigo", Santa Clara, Villa Clara

RESUMEN

La contaminación atmosférica implica un enorme costo social por el impacto en la disminución de la calidad de vida de los seres humanos. Para mitigar estos efectos frecuentemente se parte de la experiencia de los países más avanzados, siendo necesario tener en cuenta las características particulares de cada ciudad, las que determinan la medida en que los contaminantes primarios se transforman en la atmósfera, para hallar los remedios más eficaces. Según las cifras absolutas de producción de los más importantes renglones industriales se encuentran en la siderurgia de las piezas de acero fundido, materiales de construcción, maquinarias y equipos para la industria azucarera y otras industrias, así como la flota vehicular, calderas y otros equipamientos. En este trabajo se evalúa la incidencia de diversos contaminantes sobre las diferentes enfermedades respiratorias que comúnmente afectan a la población, específicamente asma bronquial. El trabajo permitió concluir que la Ciudad de Santa Clara presenta una adecuada calidad ambiental, evidenciada por los valores de las determinaciones realizadas por el equipo de investigadores de la Universidad Central de Las Villas y otros centros de la provincia, estando las concentraciones de contaminantes muy por debajo de las permisibles durante prácticamente todo el año, pero que dado los ingentes esfuerzos que realiza el país para garantizar niveles adecuados de salud para toda la población, debe mantenerse una estricta vigilancia sobre los parámetros de interés de manera que se minimicen al máximo posible la incidencia de enfermedades respiratorias en la mencionada ciudad cubana.

Palabras claves: contaminación por vehículos, calderas y siderurgia; enfermedades respiratorias; asma bronquial; calidad ambiental.

ATMOSPHERIC CONTAMINATION IN SANTA CLARA CITY: INCIDENCE OF THE VEHICULAR FLEET, BOILERS, SIDERURGY FOR THE SUGAR INDUSTRY AND OTHERS

ABSTRACT

The atmospheric contamination implies an enormous social cost for the impact in the decrease of the human being life quality. To frequently mitigate these effects leaves of the experience of the most advanced countries, being necessary to keep in mind the peculiar characteristics of each city, those that determine the measure that the primary pollutants become in the atmosphere, to find the most effective remedies. In this work the incidence of diverse pollutants is evaluated on the different breathing illnesses that commonly affect the population, specifically bronchial asthma. According to the absolute figures of production of the most important industrial lines they are in the iron and steel industry the pieces of fused steel, construction materials, machineries and equipments for the sugar industry and other industries as well as the vehicular fleet, boilers and other equipments. The work allowed to conclude that Santa Clara's City has an appropriate environmental quality, evidenced by the values of the determinations carried out by the researchers team of the Central University of Las Villas and other centers of the county, being the pollutant concentrations below the permissible levels during practically the whole year, but that taking into account the big efforts that the government carries out to guarantee and excellent health for the whole population, should stay a strict surveillance on the parameters of interest so that the possible incidence of breathing illnesses are minimized in the mentioned Cuban City.

Keywords: pollution from vehicles, boilers and siderurgy; breathing illnesses, bronchial asthma, environmental quality.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico y la aplicación de los conocimientos que genera se encuentran relacionados con las expectativas que los dirigentes en las distintas áreas y la sociedad en su conjunto asignan a esta actividad para resolver problemas y fundamentalmente, ampliar el horizonte en la calidad de vida y la capacidad del

hombre. En el transcurso del nuevo milenio y como consecuencia de haber avanzado crecientemente sobre los recursos naturales, finalmente se comprueba que los mismos no sólo no son inagotables sino que son bienes y servicios que el ecosistema provee en forma gratuita y cuyo valor económico es superior a todo lo que el hombre es capaz de generar a través de todas sus actividades, incluyendo los recursos naturales puestos en el mercado. Esta situación sin precedentes en la historia humana, impone el desafío de ampliar la conciencia recuperando el concepto y la vivencia de que el ecosistema es una parte indisoluble de la vida y su cuidado es esencial para el futuro. ^(6,7)

Las actividades productivas generan diversos efectos sobre el ambiente. Estos pueden ser a su vez magnificados o atenuados por las condiciones naturales del ecosistema en que se desarrollan. En los casos en que la actividad industrial está concentrada espacialmente, el riesgo de superación de la capacidad auto depurativa del ambiente es aún mayor. A los contaminantes individuales que vierten cada industria, se suman los efectos sinérgicos producidos por las reacciones de las sustancias entre sí. ⁽³⁾ Aunque algunos autores han reportado trabajos sobre la cuantificación de algunos contaminantes en la atmósfera, debe tenerse en cuenta, algunas regulaciones locales que exigen de una estricta vigilancia de determinadas sustancias que por su naturaleza afectan sensiblemente la salud humana. ^(1,2)

El objetivo del presente trabajo es identificar las principales fuentes contaminantes que afectan la calidad de vida de los ciudadanos de Santa Clara debidas, entre otras, a la flota vehicular, las calderas y el funcionamiento de industrias siderúrgicas para la producción de equipamiento de la industria azucarera y otras industrias y emitir las recomendaciones correspondientes para resolver dicha situación.

PARTE EXPERIMENTAL

El tema del aire y sus problemas. Los gases y partículas a evaluar

Muchos ciudadanos están constantemente expuestos a niveles de contaminación del aire que amenazan su salud. El material particulado, el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de azufre (SO₂) son algunos de los contaminantes del aire que más preocupan. ^(5, 8) El Instituto Nacional de Ecología de México, ha estado desarrollando estrategias por regiones para mejorar la calidad del aire, las cuales están basadas en las normas nacionales básicas. Se han establecido niveles máximos permitidos de calidad del aire para el CO, SO₂, ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂), partículas de 10 µm o más pequeñas (PM10), y plomo (Pb). Estas estrategias son, en parte, para medir la calidad del aire usando estaciones de monitoreo y tomar medidas para tener la contaminación bajo control y así no se convierta en una amenaza para la comunidad. En la Tabla 1 muestran estándares de calidad del aire ambiental, basados en la salud.

Tabla 1. Estándares de calidad del aire internacionales.*

Contaminante	Unidades	Media
O ₃	0.11 ppm	1 hora
SO ₂	13 ppm 0.3 ppm	24 horas Media aritmética anual
NO ₂	0.21 ppm	1 hora
CO	11 ppm	8 horas
TSP	260 µg/m ³ 75 µg/m ³	24 horas Media aritmética anual
PM-10	150 µg/m ³ 50 µg/m ³	24 horas Media aritmética anual
Plomo	1.5 µg/m ³	Media aritmética (3 meses)

*Fuente: SEMARNAP 1996, Programa Frontera XXI. ⁽¹⁰⁾

Evaluación ambiental en Santa Clara

Para llevar a la práctica el objetivo propuesto en este trabajo, se realizaron un grupo de acciones que permitieran no solo monitorear las diferentes zonas de la ciudad sino también identificar las principales fuentes contaminantes.

En un trabajo precedente Villegas Aguilar y col. (2002) mostraron los resultados del monitoreo permanente de partículas sólidas en suspensión y dióxido de azufre en diferentes puntos de la ciudad de Santa Clara ⁽¹²⁾ del cual se derivó que la zona más afectada por la contaminación debida a las partículas sólidas en suspensión era la situada al centro de la ciudad, lo cual se determinó que estaba causado por la alta densidad de circulación vehicular en dicha zona, siguiéndole en orden descendente la zona hospitalaria. En el caso de la evaluación del dióxido de azufre se obtuvo que la zona hospitalaria presentaba las mayores

concentraciones y luego la zona del centro de la Ciudad, esto se demostró estaba determinado por la elevada densidad de generadores de vapor en la zona, en la que además de los hospitales se encuentran ubicados algunas de las principales industrias del municipio que queman en sus calderas un combustible con elevado contenido de azufre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de la ciudad de Santa Clara

Santa Clara, municipio ubicado en el centro de la provincia de Villa Clara, Cuba, posee un área geográfica total de 513,7 km², limita al norte con los municipios de Cifuentes, Camajuaní y Placetas, Manicaragua por el sur y Ranchuelo por el oeste. Su población actual es de 228 414 habitantes con una densidad poblacional de 444,7 hab./km², se distribuye en un sistema de 46 asentamientos, de los cuales 43 núcleos son rurales, donde vive el 5% de dicha población, el 95% de los habitantes del municipio reside en 3 núcleos urbanos. El territorio posee un clima de sabana tropical, húmedo y lluvioso, con 80% de humedad relativa y un promedio anual entre 1 000 y 1 560 mm de lluvia, considerándose los meses de mayor precipitación de mayo a octubre, y de menor entre noviembre y abril. Las temperaturas máximas oscilan entre los 29,7 y 32°C y las mínimas entre 16,6 y 22°C. Los vientos predominantes son los alisios, con dirección de este al este noreste, con una velocidad media de 7 a 9 km/h.

Si se analiza el comportamiento del régimen térmico, se puede percibir predominio de un fuerte carácter estacional, determinado por la existencia de períodos bien definidos, invierno y verano, tal y como se observa en la Figura 1, donde se refleja la tendencia existente, siendo los meses invernales en los que la temperatura del aire alcanza los valores más bajos, a diferencia de los máximos de los meses de verano, con una diferencia de 7,6°C, comportamiento asociado a determinados rasgos de continentalidad que se manifiestan en la llanuras interiores del país.

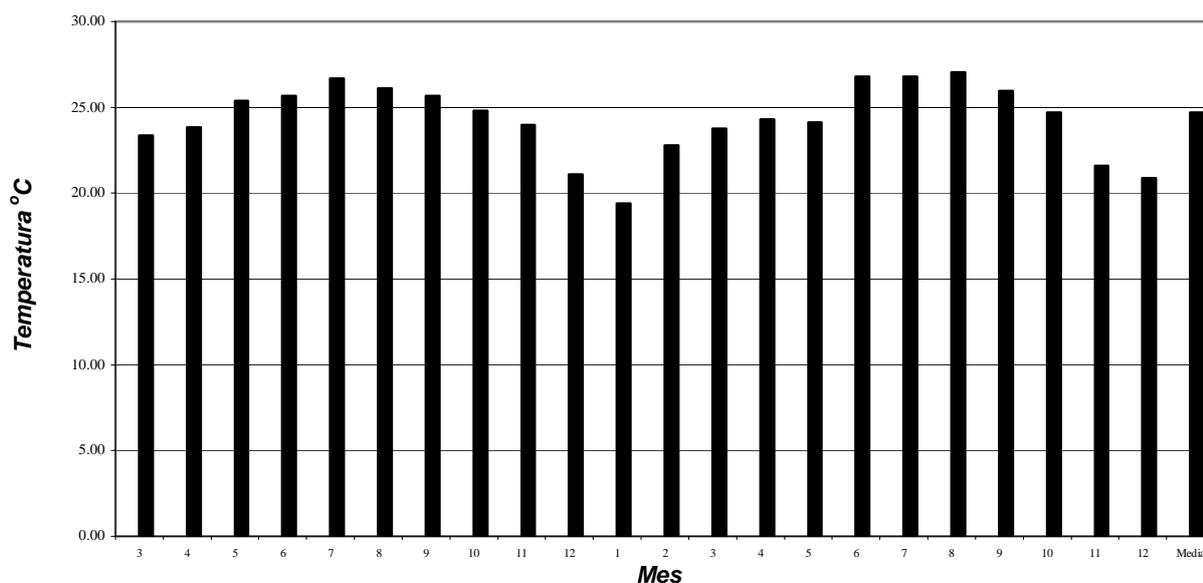


Figura 1. Comportamiento de medias mensuales de la temperatura del aire.

Las valores medios de la temperatura de aire, como se observa en la Tabla 2, son generalmente altos, típicos del clima tropical húmedo, destacándose cifras superiores a la media del período evaluado en los meses de junio a septiembre, siendo el mes de agosto el más caluroso con 27°C, donde las medias diarias sobrepasan los 26°C y se alcanzan valores de hasta 34°C en varios días de los meses antes mencionados. En este período se favorece la dispersión de los contaminantes a causa de un mayor movimiento convectivo del aire, dado a su alto grado de calentamiento por las altas temperaturas y la existencia de atmósferas poco estables.

Tabla 2. Descripción estadística de las variables meteorológicas.

Período	Variable	Media	Mínimo	Máximo	Desviación standard	Varianza
Total	Temperatura media (°C)	24.8	15.5	28.4	2.31	4.57
Verano		25.8	21.1	28.4	1.53	2.35
Invierno		23.2	15.5	28.2	2.14	5.32

Total	Humedad relativa media(%)	79	61	85	6.18	38.22
Verano		81	63	85	5.39	29.02
Invierno		77	61	81	6.74	45.42
Total	Presión atmosférica (HPa)	1002.8	992.1	1010.5	2.38	5.69
Verano		1002.5	998.0	1009.1	2.03	4.11
Invierno		1003.7	992.1	1010.5	2.72	7.40

Inversamente ocurre en los meses de octubre a abril, donde los valores mensuales son inferiores a la media de los meses de verano. El mes más frío fue enero (19.4°C), donde predominaron días en que las medias diarias disminuyeron hasta los 15.5°C, en los meses de diciembre y marzo en algunos días se detectaron cifras por debajo del promedio alcanzado en enero. Su causa fundamental se encuentra en la influencia de masas de aire frío y seco de origen continental que afectan el país en los días subsiguientes al paso de los frentes fríos. Esto incrementa la estabilidad atmosférica, lo que unido a la presencia de procesos de inversiones térmicas a causa del enfriamiento nocturno de las capas más bajas de la atmósfera, característicos de estos meses del año, traen como consecuencia una mayor permanencia de los contaminantes en el aire que se encuentra en contacto con la población.

Paralelamente con las variaciones de la temperatura, la humedad relativa juega un papel determinante en las características del clima en Cuba, tal y como indica la Figura 2, la humedad relativa media al igual que la temperatura, a lo largo del período de estudio se mantiene sobre valores altos, con promedios cercanos al 80%, esto se explica por la gran influencia marítima sobre el territorio central en gran parte de los meses del año. El comportamiento de esta variable al igual que la temperatura del aire, posee una variación estacional, lo que se asocia con el comportamiento del régimen lluvioso, y a la influencia de las masas de aire de tipo continental seca para los meses de invierno y oceánica húmeda para en el verano.

En la etapa de verano, la humedad relativa media del aire, alcanzó como promedio el 81%, destacándose los meses de junio a septiembre con niveles del contenido de agua en la atmósfera por encima del promedio para el período de estudio, en el caso del mes de abril, se registraron los valores más bajos de esta variable, lo que pudiera estar relacionado con el comportamiento histórico de los meses de sequía que afectan el territorio en el primer cuatrimestre del año. Para el período invernal, los valores medios de la humedad relativa fueron inferiores al verano, y se destacan los meses de enero a marzo con las cifras más bajas, en el caso de octubre y noviembre, aún se encuentran bajo la influencia de los fenómenos tropicales, con incrementos en los regímenes de lluvia, lo que incrementa la humedad.

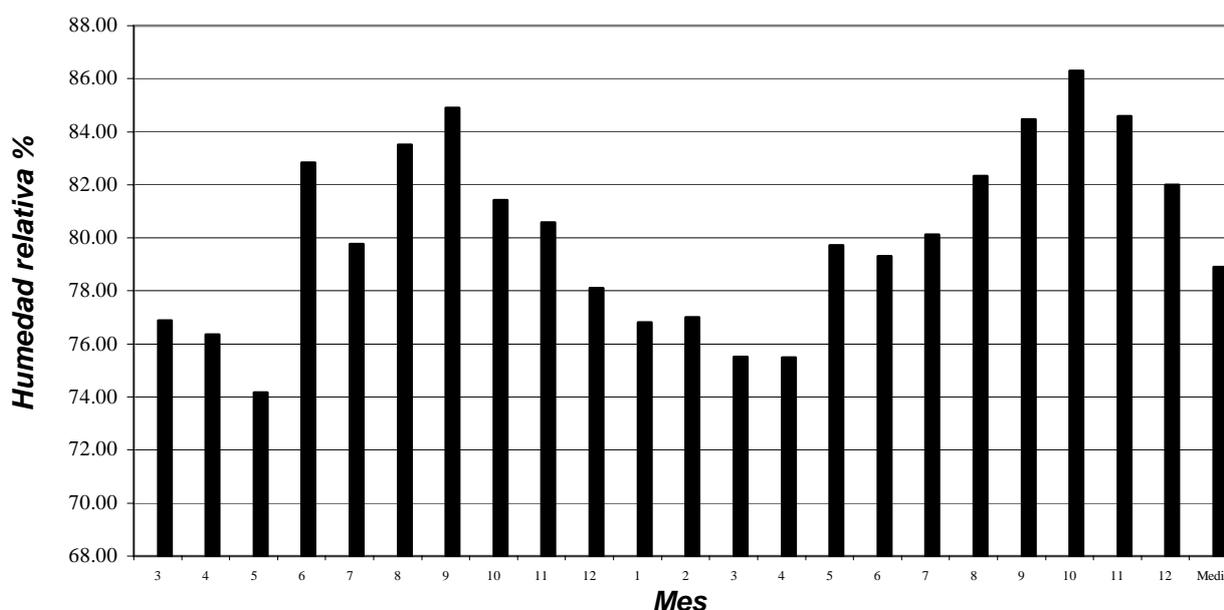


Figura 2. Comportamiento de medias mensuales de la humedad relativa

Como se observa en la Tabla 2, en la temporada de invierno la variabilidad de los valores son mayores que en verano, debido a que las variaciones del tiempo y el clima se hacen más notables, con cambios bruscos en el tiempo diario, asociados al paso de sistemas frontales, bajas extra-tropicales y la fuerte influencia

anticiclónica de origen continental que origina días mayormente despejados, con temperaturas muy bajas, bajas humedades relativas, escasa ocurrencia de lluvia, especialmente en los meses de diciembre a abril; así como centros de bajas presiones extra-tropicales, ondas y ciclones tropicales, que afectan los meses de junio a noviembre. Las variaciones de la presión atmosférica (Figura 3), se asocian a los procesos de circulación atmosférica que determinan la ocurrencia de los fenómenos antes mencionados, aunque de forma general los valores promedios en invierno son superiores al verano

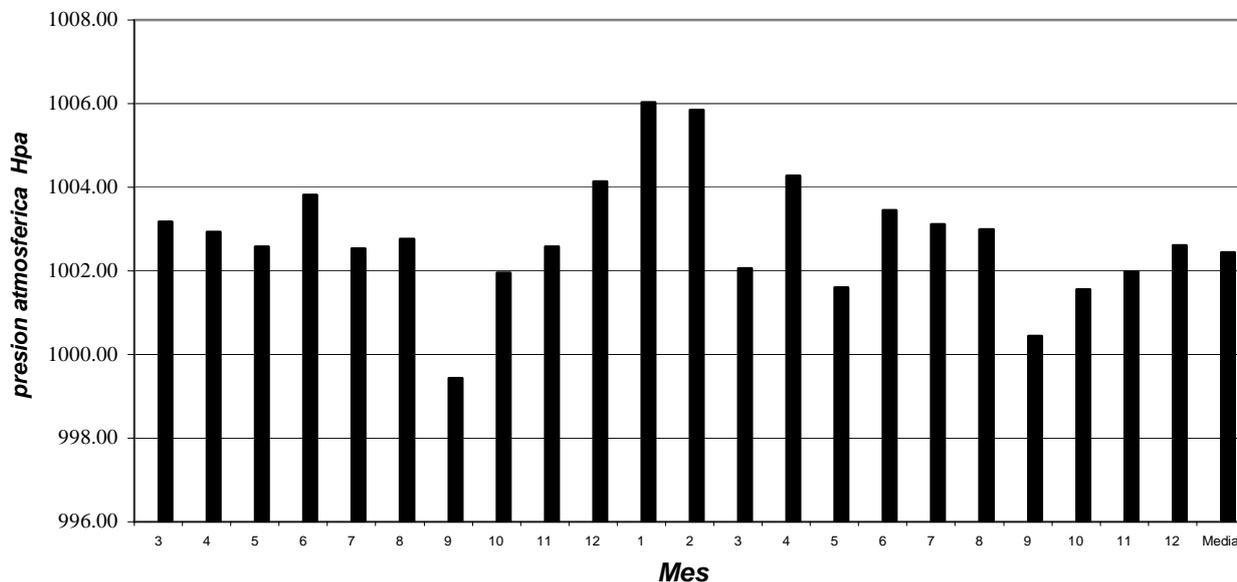


Figura 3. Comportamiento de medias mensuales de la presión atmosférica

En verano, por el contrario, se presentan pocas variaciones en el tiempo, con la influencia más o menos marcada del Anticiclón del Atlántico Norte, con predominio de las altas temperaturas, cielos despejados y altas probabilidades de precipitaciones principalmente en horas de la tarde; sin embargo cuando esta influencia anticiclónica se debilita las condiciones del tiempo se tornan hacia un incremento del régimen convectivo, incremento de la nubosidad y de las precipitaciones. Los cambios más importantes se vinculan con la presencia de disturbios en la circulación tropical (Ondas del Este y ciclones tropicales).

Material particulado

En cuanto a las partículas suspendidas totales (PST) que incluyen a las PM10, representan el mayor problema de contaminación atmosférica. ⁽⁴⁾ Los gases de combustión emitidos por los vehículos automotores es otra importante fuente de contaminantes, seguidos por la quema vegetativa de los residuos agrícolas y de la comunidad, en tanto que las contribuciones de fuentes industriales fueron insignificantes o no detectadas. ^(4,8)

Efectos de la contaminación del aire en la salud

Un estudio llevado a cabo en México (Reyna y Álvarez, 1999) mostró que las enfermedades respiratorias y/o ingresos a hospitales por estos padecimientos, así como el ausentismo escolar y muerte prematura, ocurrían durante periodos de incremento de la contaminación por PM10, lo que se podía agravar y provocar enfermedades pulmonares como asma, bronquitis y enfisema.

El material particulado (MP) puede variar en tamaño desde partículas visibles de arena, tierra, hongos, polen, humo, hollín y cenizas, hasta partículas diminutas de líquido o de sólido llamadas aerosoles. Los agentes tóxicos y causantes de cáncer pueden agregarse al MP y llegar a los pulmones. La mayor parte del material particulado es atrapada en la nariz o en la parte superior de los pulmones, donde pequeños vellos y mocos las empujan fuera del cuerpo, pero en el caso de MP menor a 10 micrones (PM10), esta puede ser inhalada y pasar las defensas del cuerpo, para luego entrar a las partes más profundas de los pulmones y permanecer ahí, provocando efectos más serios en la salud de las personas.

La población que reside en la zona central de la ciudad de Santa Clara asciende a 3 692 habitantes y pertenece al área de salud del Policlínico “José Ramón León Acosta”, la misma es atendida por un total de siete consultorios médicos de la familia. El número de personas dispensarizadas con la enfermedad de asma bronquial asciende a 302 y su clasificación de acuerdo a la severidad de las crisis se reporta en la Tabla 3 donde existe predominio de los asmáticos clasificados como de tipo leve.

Tabla 3. Comportamiento de la población de asmáticos en la zona centro perteneciente al área de Salud “José Ramón León Acosta”

Consultorio médico	Población total	Asmáticos (Tasa/1000 hab.)			
		Total	Leve	Moderado	Severo
1.1	489	73.62	36.81	20.45	16.36
1.2	520	86.54	44.23	30.77	11.54
1.3	529	60.49	37.81	18.90	3.78
1.4	546	95.24	49.45	27.47	18.32
7.1	501	91.82	33.93	15.97	41.92
7.2	509	98.26	60.90	15.72	21.64
7.3	598	68.57	26.76	21.74	20.07
Total	3692	81.80	41.17	21.67	18.96

En el caso de la población que reside en la zona hospital, asciende a 3 719 habitantes y pertenece al área de salud del Policlínico “Chiqui Gómez Lubián”. La misma es atendida por un total de seis consultorios médicos, en los cuales se registran un total de 337 pacientes con la enfermedad de asma bronquial y su clasificación de acuerdo a la severidad de las crisis se refleja en la Tabla 4, donde se observa un predominio de los asmáticos de tipo clasificados como severo.

Tabla 4. Comportamiento de la población de asmáticos en la zona hospitalaria perteneciente al área de Salud “Chiqui Gómez Lubián”

Consultorio médico	Población total	Número de asmáticos			
		Total	Leve	Moderado	Severo
27.3	482	89.21	43.57	20.75	24.89
30.1	686	106.40	40.81	30.61	34.98
30.2	554	68.59	3.61	27.07	37.91
30.3	727	96.28	35.76	17.88	42.64
31.4	689	85.63	23.22	20.32	42.09
31.5	586	109.22	34.13	25.60	49.49
Total	3719	91.96	30.38	22.32	39.26

Al comparar la población asmática existente en ambas zonas estudiadas, en función de las tasas por cada 1000 habitantes, según se puede observar en la Figura 4 y en las Tablas 3 y 4, en la zona hospitalaria existe una mayor de prevalencia de pacientes con asma bronquial (91,96) que en el centro de la ciudad (81,80). Esto indica que sobre ambas zonas los factores de riesgo que determinan este padecimiento influyen en grados diferentes.

Sin embargo, cuando se toma como referencia las clasificaciones según la severidad, se manifiesta una diferencia sustancial en la composición, pues independientemente que en la zona centro predomina el número de pacientes asmáticos leves respecto a la zona hospital, existe un mayor número de personas de evaluadas como asmáticos moderados y específicamente los severos. Estos dos grupos se caracterizan por una mayor ocurrencia de las crisis agudas de asma bronquial, siendo mayor su periodicidad en las visitas a los cuerpos de guardias.

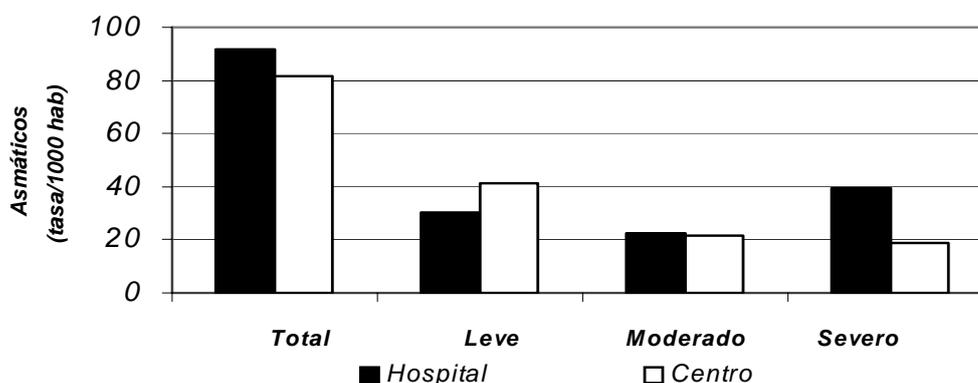


Figura 4. Pacientes asmáticos por tipo severidad en cada zona

Después de una revisión de varias investigaciones relacionadas con el MP y otro contaminante del aire, el ozono, la USEPA propuso nuevos estándares de calidad del aire para regular estas pequeñas partículas de 2,5 µm en diámetro (PM_{2,5}).⁽¹¹⁾ De ahí que las recomendaciones más importantes que se hacen para mejorar la calidad del aire a nivel técnico e institucional sean, sin querer ser exhaustivo, las siguientes:

Técnicas:

- I. Establecimiento de un programa de verificación vehicular más exigente para evaluar el estado mecánico de los automóviles para reducir el grado de contaminación.
- II. Promoción de la pavimentación de las calles, para reducir la producción de polvo, para así disminuir el número de enfermedades respiratorias que afectan a los habitantes.

Institucionales:

- I. Al ser bastante comunes las infecciones respiratorias cuyo origen tiene que ver con el polvo y el clima húmedo se deben establecer medidas preventivas.
- II. Se deben llevar a cabo acciones para caracterizar los factores de emisión de las varias fuentes de contaminantes: vehículos, calderas, industrias siderúrgicas, residuos agrícolas. Únicamente una vez se ha llevado a cabo un inventario de emisiones en Santa Clara. Asimismo se deben evaluar las inversiones térmicas que acontecen en los meses de invierno, que tanto afectan a la salud.
- III. El municipio debe llevar a cabo un ejercicio de planeación para que en su momento pueda hacerse cargo de las estaciones de monitoreo de la ciudad, a nivel técnico y económico.
- IV. Caracterizar los vectores ambientales que contribuyen a la contaminación del aire para más adelante llevar a cabo campañas de prevención más exitosas contra las enfermedades alérgicas y respiratorias originadas por el estado actual del ambiente.
- V. Incrementar el número de calles pavimentadas en la ciudad y recomendar baja velocidad en las avenidas no pavimentadas.
- VI. Vigilar estrictamente el quemado de las gomas usadas, y desechos de madera, residuos agrícolas de la industria azucarera y otras.
- VII. Introducir un sistema de transporte urbano más eficiente, eliminando los autobuses viejos e introduciendo nuevos con horarios bien establecidos para reducir el uso de automóviles en la ciudad.
- VIII. Establecer un programa de verificación vehicular para diagnosticar el estado mecánico del sector transporte.

Santa Clara en cuestiones de calidad ambiental

Las características de Santa Clara son muy específicas ya que se trata de un lugar tropical. Esta ciudad tiene contribuciones importantes de SO₂ a la atmósfera debido al uso de combustibles con alto contenido de azufre, y que en los últimos años presenta un crecimiento industrial que la sitúa como una de las ciudades de Cuba con significativas capacidades industriales, cuenta así con empresas como Planta Mecánica, Fábrica de equipos electrodomésticos EINPUD, Textilera, Sakenaf, entre otras. Según las cifras absolutas de producción de los más importantes renglones industriales se encuentran en la siderurgia las piezas de acero fundido, materiales de construcción, maquinarias y equipos para la industria azucarera, utensilios domésticos, etc., además de otras ramas no menos importantes como el calzado, la cárnica, empresa de producción de pan y dulce la pesquera, la forestal, entre otras.

El problema de la contaminación por partículas, en especial por PM₁₀ no es crítico en Santa Clara. El efecto de la contaminación en la salud es muy importante ya que se tiene una alta incidencia de enfermedades infecto-respiratorias tales como asma, alergias, provocadas por partículas y gases en el ambiente, existiendo una persona alérgica por familia como promedio, cuando no son la mayoría. El índice de asmáticos es significativo en el país, de ahí que urge llevar a cabo medidas que tiendan a mejorar la calidad de vida de la comunidad.

CONCLUSIONES

Luego de realizado este trabajo debe concluirse que la Ciudad de Santa Clara presenta una adecuada calidad del aire, evidenciada por los valores de las determinaciones realizadas por el equipo de investigadores de la UCLV y otros centros, pero que dado los ingentes esfuerzos que realiza el país para garantizar niveles adecuados de salud para toda la población, debe mantenerse una estricta vigilancia sobre los parámetros medidos, aparte de no contar el municipio con un programa de verificación vehicular que regule la contaminación por los vehículos automotores. La contaminación por SO₂ es mínima al no contar con plantas industriales grandes que utilicen combustible con alto contenido de azufre.

La contaminación por material particulado (PM10 y PM2.5) comúnmente se produce por la erosión del viento por arrastre del polvo, por el rodado de autos por calles no pavimentadas. Sobre la base de estas medidas puede asegurarse que la mayor fuente de contaminación son las emisiones primarias procedentes particularmente del tránsito automotor y la combustión en hornos y generadores de vapor industriales y en menor medida la contaminación procedente de la siderurgia de las piezas de acero fundido, materiales de construcción, maquinarias y equipos para la industria azucarera y otras. A pesar de que no se ha encontrado evidencias de “smog” la situación es, de todas maneras, preocupante. Las mayores fuentes de contaminación son la flota vehicular, que da pauta al material particulado PM10 y PM2.5, éste último causante de alergias y enfermedades infecto respiratorias.

Del análisis de los resultados de este trabajo se deriva un grupo de recomendaciones para mejorar la calidad de vida en el Municipio de Santa Clara, esta van dirigidas hacia:

- Realizar un mantenimiento exhaustivo de los vehículos, calderas y plantas siderúrgicas y velar porque se minimicen sus emisiones. Eso puede controlarse mediante la mayor exigencia en las inspecciones técnicas anuales realizadas a los mismos.
- Operar los generadores de vapor con las relaciones aire/combustible que garanticen una adecuada eficiencia de la combustión.
- Continuar el riguroso control de la incidencia de enfermedades respiratorias, de manera de minimizar los factores de riesgo que las favorecen.

REFERENCIAS

1. Bogo, H.; Garay, F.; Santander, E.; Martín Negri, R.; Aramendía, P. F.; Gordillo, G.; San Román, E.; Fernández Prini, F. “Gases y partículas en la atmósfera de la Ciudad de Buenos Aires”. *Memorias del Congreso SETAC, organizado por la Sociedad Latinoamericana de Toxicología y Química Ambiental*, Buenos Aires, Argentina, octubre, **1998**.
2. Bastos-Netto, D.; Couto, H. S.; Carvalho Jr., J. A. “Notes on the Air Pollution Problem in Brazil”. *Proceeding of the Fifth APISCEU*, Shanghai, China. Edited by Huang Zhao Xiang and Liu Xin, International Academic Publishers, 208-214, **1999**.
3. Cai, P.; Tsue, M.; Ohyagi, S.; Wada, Y.; Kono, M. “An Experimental Investigation on Combustion and NOx Emission Characteristic of Methane Opposed Jets in High Temperature Environments”. *Proceeding of the Fifth APISCEU*, Shanghai, China. Edited by Huang Zhao Xiang and Liu Xin, International Academic Publishers, 253-262, **1999**.
4. Chow, J. C.; Watson, J. C.; Bates, B. “Imperial Valley/Mexicali Cross Border PM10 Transport Study”, Draft Final Report. Reno: Desert Research Institute, University and College System of Nevada, **1995**.
5. Consejo Estatal de Población (CONEPO) y Gobierno del Estado de Baja California. Baja California: proyección de población por localidad, Mexicali. Mexicali: CONEPO, **2004**.
6. De Prieti, D.; Yahdjian, M. L. “Los problemas ambientales de la concentración industrial. Un caso de estudio en la Provincia de Buenos Aires”. *Memorias del Congreso “Ecotoxicología y desarrollo sustentable” (SETAC), organizado por la Sociedad Latinoamericana de Toxicología y Química Ambiental*, Buenos Aires, Argentina, octubre, **1998**.
7. Herkovits, J.; Daniel, P.; Fridman, O.; Pérez Coll, C.; Parada, J.; “Proyecto: Ciencias ambientales y sociedad”. *Memorias del Congreso SETAC, organizado por la Sociedad Latinoamericana de Toxicología y Química Ambiental*, Buenos Aires, Argentina, octubre, **1998**.
8. INE, SEMARNAT. Programa para mejorar la calidad del aire de Mexicali 2000-2005. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. Secretaria de Salud. Gobierno del Estado de Baja California. Municipio de Mexicali. Delegación Federal SEMARNAP Baja California, **2000**.
9. Reyna, C. M. A. y Álvarez, C. E. “El PM10 y las enfermedades respiratorias agudas en la población de Mexicali, B. C., México” *Memorias del VI Congreso Interamericano de Medio Ambiente*, septiembre, Monterrey, Nuevo León, México, **1999**.
10. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), Environmental Protection Agency (EPA) U. S.-Mexico Border XXI Framework Document. Washington, D.C., and México, D. F. EPA and SEMARNAP, **1996**.
11. Sheth, A., and Giel, T. “Understanding the PM 2.5 Problem”. *Pollution Engineering*, 32, pp. 32-35, **2000**.
12. Villegas Aguilar, P. J.; Martínez Martínez, R.; Ocaña. Guevara, V. S.; Bucki Wasserman, B. Estudio comparativo de la contaminación ambiental en diferentes puntos de la Ciudad de Santa Clara, Cuba.

Revista Argentina Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (ISSN 0329-5184), Vol. 6,
pp.01.01 – 01.06, **2002.**