



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE POSGRADO



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
“ANTONIO FRAGA MOURET”
CENTRO MÉDICO NACIONAL “LA RAZA”

“CORRELACIÓN ENTRE FACTORES AMBIENTALES Y EXACERBACIÓN DE ASMA EN NIÑOS EN UN HOSPITAL DE TERCER NIVEL DE LA CIUDAD DE MÉXICO EN UN PERIODO DE 5 AÑOS”

PARA OBTENER EL GRADO DE MEDICO ESPECIALISTA EN:

ALERGIA E INMUNOLOGIA CLÍNICA

INVESTIGADOR PRINCIPAL:

Jefe de Servicio de Alergia e Inmunología Clínica
UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
Centro Médico Nacional “La Raza”

PRESENTA:

DRA. CLAUDIA HERNÁNDEZ RAMÍREZ

ASESORES DE TESIS:

DR. MARTÍN BECERRIL ÁNGELES
DR. ULISES ANGELES GARAY
DR. HORACIO MÁRQUEZ GONZÁLEZ

MEXICO DF 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES

"DR. ANTONIO FRAGA MOURET"

CENTRO MEDICO NACIONAL "LA RAZA"


DR. JESÚS ARENAS OSUNA

Jefe de División de Educación


UMAE Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret" Centro Médico
Nacional "La Raza"



DR. MARTÍN ESCOBAR CERRIL ÁNGELES

Titular del curso de Alergia e Inmunología Clínica

UMAE Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret" Centro Médico
Nacional "La Raza"


DRA. CLAUDIA HERNÁNDEZ RAMÍREZ

Médico Residente de la Especialidad de Alergia e Inmunología Clínica

PROTOCOLO NÚMERO:
R-2015-3501-43

14/4/2015

Carta Dictamen

MÉXICO
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



Dirección de Prestaciones Médicas
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud
Coordinación de Investigación en Salud



"2015, Año del Generalísimo José María Morelos y Pavón".

Dictamen de Autorizado

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 3501

HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA, D.F. NORTE

FECHA 14/04/2015

DR. MARTIN BECERRIL ANGELES

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

Correlación entre Factores Ambientales y Exacerbación de Asma en Niños en un Hospital de Tercer Nivel de la Ciudad de México en un Periodo de 5 Años.

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro

R-2015-3501-43

ATENTAMENTE

DR.(A). ERNESTO ALONSO AYALA LÓPEZ

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3501

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Índice:

Índice	3
Resumen	4
Abstract	5
Antecedentes	6
Material y Métodos	12
Resultados	14
Discusión	18
Conclusiones	23
Bibliografía	24
Anexos	28

Resumen:

Título: Correlación entre Factores Ambientales y Exacerbación de Asma en Niños en un Hospital de Tercer Nivel de la Ciudad de México en un Periodo de 5 Años.

Material y Métodos: Se realizó un estudio retrospectivo de los casos de exacerbaciones de asma en el Hospital General “La Raza”, que solicitaron interconsulta al servicio de Alergia. Se obtuvieron los promedios diarios de los niveles de contaminantes atmosféricos: ozono-O₃, dióxido de azufre-SO₂, dióxido de nitrógeno-NO₂, monóxido de carbono-CO y partículas menores a 10 micras-PM₁₀, humedad relativa y temperatura de la zona Noroeste del Distrito Federal del 2009-2013. Se aplicó prueba de correlación de Pearson. Se efectuó un análisis bivariado de regresión lineal a fin de determinar r²

Resultados: Durante los 5 años hubo 5331 visitas por exacerbaciones asmáticas. Existe predominio del sexo masculino en todas las edades (relación 1.7:1). Los grupos de preescolares y escolares tuvieron el mayor número de casos, 1766 (33.1%) y 1827 (34.3%), respectivamente. Durante el otoño se presentaron la mayoría de los casos 2069 (39%) La correlación entre el asma y los factores ambientales fue: CO: R² = 0,242, NO₂: R² =0,175, SO₂: R² =0,092, PM₁₀: R² =0,056, O₃: R² =-0,062, humedad relativa R² =-0.106 y la temperatura R²=-0.36.

Conclusiones: Hay un incremento significativo por efecto estacional en las exacerbaciones de asma. La correlación mayor entre los contaminantes atmosféricos y los casos de crisis asmática se observó con monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno.

Palabras clave: Exacerbación asmática, niños, contaminación.

ABSTRACT:

Title: Correlation of atmospheric pollutants and some climatic factors with the number of cases of asthma exacerbations in children in a third level hospital in Mexico City during the last five years.

Methods: A retrospective study of cases of asthma exacerbations, who requested consultation service Allergy. The average daily levels of air pollutants O₃-ozone, sulfur dioxide-SO₂, NO₂-nitrogen dioxide, carbon monoxide-CO and particulate matter less than 10 microns-PM₁₀, relative humidity and temperature, were obtained of the Northwest Mexico city in the period 2009 to 2013. Pearson correlation test was applied and bivariate linear regression analysis was performed.

Results: During this five-year period there were 5331 ER visits for asthma exacerbation. There was a male predominance in all ages (ratio 1.7: 1). The age groups 24-71 months and 6-12 years had the highest number of cases, 1766 (33.1%) and 1827 (34.3%), respectively. During fall there was the highest number of visits 2069 (39%). The correlation between asthma and environmental factors was: CO: R=0.242, NO₂: R=0.175, SO₂: R=0.092, PM₁₀: R²=0.056, O₃: R²=-0.062, relative humidity R²=-0.106 and temperature R²=-0.36.

Conclusion: There was a significant increase in asthma exacerbations related to seasonal effect. There was a predominance of male pre-school and school children in relation to asthma exacerbations. The highest correlation between atmospheric pollutants and asthma cases was related to carbon monoxide. There was an inverse correlation between asthma exacerbations and weather factors (humidity and temperature).

Keywords: asthma exacerbation, children, pollution.

ANTECEDENTES:

El asma es un padecimiento inflamatorio crónico de las vías aéreas en la que muchas células y elementos celulares juegan un papel importante. La inflamación crónica provoca hiperreactividad de las vías aéreas que conduce a episodios recurrentes de sibilancias, disnea, opresión torácica y tos, especialmente por la noche o en la madrugada. Estos episodios se asocian generalmente con obstrucción del flujo aéreo generalizada pero variable que es a menudo reversible espontáneamente o con tratamiento.¹

El asma es un problema global. Se estima que aproximadamente 300 millones de personas en el mundo tienen asma. La Iniciativa Global para el Asma (GINA) estima que la prevalencia de asma en diferentes países varía desde 1% a 18%.² El aumento de la prevalencia de asma y otras enfermedades respiratorias alérgicas, contribuyen a la morbilidad y la mortalidad de los pacientes y al aumento de los costos en medicamentos, hospitalizaciones, uso de la atención en salud, y ausentismo escolar y laboral.³

En México el asma es una de las 10 primeras causas de utilización de los servicios de salud, en urgencias y de consulta externa. En los estudios de prevalencia ISAAC, se encontró en la Ciudad de México una prevalencia 4.7%.⁴. El Distrito Federal ocupa el 14vo lugar en prevalencia de asma con respecto al resto de los estados de la República. En un estudio se encontró en el IMSS una incidencia anual aproximada de 3.6 por 1,000 derechohabientes.⁵

Las exacerbaciones de asma son episodios caracterizados por un incremento progresivo en síntomas como dificultad para respirar, tos, opresión torácica o sibilancias y una disminución también progresiva en la función pulmonar.⁶ Las exacerbaciones usualmente ocurren en respuesta a la exposición a agentes externos como infecciones virales, pólenes y contaminación; y/o pobre adherencia a medicamentos controladores.⁷

La contaminación y la mala calidad del aire son problemas mundiales. Los contaminantes atmosféricos pueden causar respuestas inflamatorias inespecíficas o mecánicas en las vías aéreas o modificar la respuesta a los alérgenos mediante la inducción de sensibilización alérgica. Los contaminantes incrementan las respuestas de memoria a alérgenos ambientales en personas previamente sensibilizadas.⁸

Los contaminantes atmosféricos incluyen CO, Pb, SO₂, NO₂, O₃, material particulado, y agentes biológicos. Cada uno de estos contaminantes tiene un impacto en el asma a excepción de CO y Pb. Algunos contaminantes, como el SO₂, tienen principalmente un efecto broncoconstrictor. Sin embargo, la mayoría de los contaminantes del aire tienen un efecto inflamatorio, de ellos diversas moléculas, incluyendo gases, metales y compuestos orgánicos o biológicos.⁹

El SO₂ es un gas incoloro, de olor irritante y soluble en agua, que se forma durante la combustión de compuestos que contienen azufre como la gasolina, el carbón, el diésel, etc. La exposición aguda a altas concentraciones en periodos cortos de tiempo, puede ocasionar dificultad respiratoria e irritación grave de las vías respiratorias, mientras que la exposición crónica al contaminante puede vulnerar el sistema inmunológico, ocasionar enfermedades respiratorias como la bronquitis y agravar enfermedades cardiovasculares y respiratorias preexistentes.¹⁰

El NO₂ es un gas de color rojo pajizo, de olor irritante, que reacciona fácilmente con el agua para producir ácido nítrico y óxido nítrico; desempeña un papel importante en la formación de ozono y partículas secundarias. Se produce durante la combustión a altas temperaturas en procesos industriales, la quema de combustibles fósiles y de la reacción entre el nitrógeno y oxígeno atmosféricos durante tormentas eléctricas. La exposición a altas concentraciones de este contaminante ocasiona irritación en las vías respiratorias, daño en la membrana celular del tejido pulmonar y agrava los síntomas en personas con enfermedades

respiratorias crónicas. La exposición repetida a altas concentraciones puede ocasionar muerte celular en el tejido pulmonar.¹³

El CO es un gas inodoro, incoloro e insípido, poco soluble en agua producido durante la combustión incompleta de compuestos que contienen carbono, principalmente en los motores de combustión interna, incendios forestales y quemas agrícolas. Es altamente tóxico para los seres humanos, ya que tiene una gran afinidad con la hemoglobina y al reaccionar con ella reduce considerablemente la cantidad de oxígeno necesario para el funcionamiento de nuestro organismo, provoca síntomas que van desde dolor de cabeza hasta la muerte en el caso de una exposición a altas concentraciones durante periodos relativamente cortos.¹³

El O₃ es un gas incoloro de olor penetrante, altamente oxidante e inestable en altas concentraciones. Existe de manera natural en la tropósfera, sin embargo, se le considera un contaminante cuando su concentración representa un riesgo para la salud humana. Entre los efectos de la exposición a ozono se encuentran: irritación de ojos, dolor de cabeza, tos y dolores en el pecho. Estudios recientes han asociado la exposición a largo plazo con incrementos en los ingresos a salas de emergencia, las admisiones hospitalarias y la mortalidad.¹³

El término partículas suspendidas se refiere a cualquier material sólido o líquido que es capaz de permanecer en suspensión en el aire ambiente por medios físicos o mecánicos. Las partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) son generadas principalmente por la suspensión del polvo del suelo, la minería y el tráfico de las carreteras, mientras que las partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}) son emitidas durante la combustión de diésel, combustóleo o carbón y producidas a partir de la condensación de los gases de combustión de los vehículos a gasolina.¹³

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) basado en la norma NAAQS (Air and Radiation, National Ambient Air Quality Standards) sugiere los siguientes estándares permitidos:

Para el ozono es de $100 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ de 8 horas de ese contaminante. Un AQI (Air Quality Index) de 50 a 100 es considerado como un nivel moderado (código de color naranja), de 101 a 150 como no saludable para los grupos sensibles (código rojo) y el código púrpura cuando el AQI está entre 150 y 200, que se considera poco saludable para la población en general. Un AQI mayor que 200 se considera que es muy poco saludable. Para el CO el límite en 8 horas es de 9 ppm, NO₂ en 1 hora es de 10 ppm, y para las PM₁₀ en 24 horas de $150 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ y para SO₂ 76 ppb.¹¹

De acuerdo a la OMS los niveles considerados como aceptables con las siguientes condiciones climatológicas presión (582 mmHg) y temperatura (18 °C) para los distintos contaminantes son: para NO₂ máximo en 1 hora $200 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, y promedio anual $40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$; CO valor máximo en 1 hora $30\,000 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ y en 8 horas $10\,000 \mu\text{g}/\text{mm}^3$; O₃ de $100 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, SO₂ $20 \mu\text{g}/\text{mm}^3$; finalmente para PM₁₀ percentil 99 en 24 horas $50 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ y promedio anual $20 \mu\text{g}/\text{mm}^3$.¹²

En México con el propósito de proteger la salud contra los daños provocados por la contaminación del aire, la Secretaría de Salud cuenta con Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental (NOM) que establecen los valores límite de los contaminantes; que sin embargo tienen importantes rezagos y son más permisibles que los internacionales. El Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) pondera y transforma las concentraciones de un conjunto de contaminantes a un número adimensional, el cual indica el nivel de contaminación presente en una localidad determinada y puede ser fácilmente entendido por el público. Estas funciones están basadas en el Pollutant Standard Index (PSI) de los Estados Unidos y por lo tanto, corresponden a los estándares primarios. Los contaminantes seleccionados fueron el CO, O₃, NO₂, PST, PM₁₀ y SO₂. La

función que define al IMECA se expresa de la siguiente manera: $IMECA = \text{MAX} (I_{CO}, I_{O3}, I_{NO2}, I_{PST}, I_{PM10}, e I_{SO2})$. Un IMECA de 100 puntos equivale a la norma de calidad del aire para un contaminante determinado. La calidad del aire es buena cuando el valor del IMECA está abajo de 50, de 51 a 100 es satisfactoria, de 101 a 200 es no satisfactoria, de 201 a 300 mala y de 301 a 500 se considera muy mala.¹³

De acuerdo a la NOM-022-SSA1-2010 los niveles para SO_2 , límites de exposición aguda máximo promedio 24 h: 110 ppb, y máximo promedio en 8 h 200 ppb, límite para exposición crónica: promedio anual 25 ppb.¹⁴ La NOM-023-SSA1-1993 indica para NO_2 el límite de exposición aguda: máximo en 1 h 210 ppb¹⁵; para CO, límite de exposición aguda: máximo 8 h 11 ppb¹⁶, para O_3 los límites de exposición aguda: máximo 1 h 110 ppb, máximo 8 h 80 ppb¹⁷, finalmente para el material particulado de acuerdo a la NOM-025-SSA1-2014, el límite de exposición para PM_{10} es de 75 mcg/m³ promedio 24 horas y 40 mcg/m³ anual y para $PM_{2.5}$ 45 mcg/m³ promedio 24 horas y 12 mcg/m³ anual.

Numerosos estudios han abordado los efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana, y su influencia principalmente en las vías aéreas. El meta-análisis de Gassana et al en 2012 incluyó 19 estudios donde se analizaron los principales contaminantes y encontraron que la exposición al NO_2 (OR 1,05; IC 95%: 1,00 a 1,11), óxido nítrico (OR: 1,02; IC 95%: 1,00 a 1,04), y el CO_2 (OR: 1,06, IC 95%: 01.01 a 01.12) se asociaron positivamente con una mayor prevalencia de asma infantil. La exposición al SO_2 (OR: 1,04; IC 95%: 1.1 a 1.7) se asoció positivamente con una mayor prevalencia de sibilancias en los niños. La exposición al NO_2 se asoció positivamente con una mayor incidencia de asma infantil (OR: 1,14; IC 95%: 1.06 a 1.24), y la exposición a la PM_{10} se asoció positivamente con una mayor incidencia de sibilancias en niños (OR : 1,05 IC 95%: 1.04 a 1.07).¹⁸

Un estudio de Nishimura incluyó a participantes latinos (n = 3343) y afroamericanos (n = 977) de cinco regiones urbanas de Estados Unidos y Puerto

Rico; se analizaron los principales contaminantes mediante un análisis de regresión logística, se encontró que un aumento de 5 ppb en NO₂ promedio durante el primer año de vida se asoció con asma con OR de 1,17 (IC 95%: 1,04-1,31).¹⁹

Un estudio de Tsai en Taiwan investigó la correlación entre los niveles de partículas finas (PM_{2.5}) y los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias en el periodo de 2006-2010. Observó un aumento de rango intercuartil asociado con un 50% (95% CI = 45-55%), 40% (IC 95% = 25-58%), y el 46% (IC 95% = 36-57%) la elevación de la frecuencia de hospitalizaciones por neumonía, el asma y la EPOC, respectivamente.²⁰

En Tapei se evaluó la relación de un solo contaminante y el número de admisiones por asma, y se encontró una asociación significativa de los niveles de PM_{2.5} en los días cálidos (> 23 ° C) y los días fríos (<23 ° C), con un aumento de ingresos por crisis de asma en 12% (95% CI = 18.6%) y 3% (IC 95% = 0-8%) respectivamente. Cuando se analizaron dos contaminantes, los niveles de PM_{2.5} fueron significativos para el aumento de las admisiones de asma después de la inclusión de SO₂ u O₃; tanto en los días cálidos como fríos.²¹

Como la exposición a contaminantes no es exclusiva a uno de ellos sino a la mezcla entre ellos, un estudio realizado en Atlanta del periodo de 1998 a 2004, mostró que los aumentos en todas las combinaciones de contaminantes seleccionados se asociaron con aumento en las visitas a urgencias de pacientes pediátricos por exacerbación de asma en temporadas cálidas, RR = 1,13 (IC 95% =1.21 a 1.6), incluyendo el O₃, CO, NO₂, SO₂, y PM_{2.5}).²²

MATERIAL Y METODOS:

Se realizó un estudio de correlación, observacional, transversal y retrolectivo. Se incluyeron a los pacientes ingresados con diagnóstico de exacerbación de asma al área de Admisión Continua pediátrica del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza” y que además requirieron una interconsulta al Servicio de Alergia e Inmunología del Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional La Raza. Se excluyeron aquellos que no contaban con datos completos, cuya residencia habitual no sea el Distrito Federal y/o la presencia de otra neumopatía que pudiera confundirse con asma como fibrosis pulmonar o displasia broncopulmonar, entre otras.

El periodo de estudio fue el comprendido del 1 de enero 2009 al 31 de diciembre de 2013. Aquellos con el diagnóstico de exacerbación asmática, crisis de asma o broncoespasmo se registraron en hojas de recolección de datos. Se obtuvieron datos como: edad, sexo, diagnóstico de exacerbación de asma, y se registraron en una hoja de recolección (ver anexos).

Se obtuvieron los promedios día/mes/año de las concentraciones de contaminantes (CO, SO₂, NO₂, O₃ y PM₁₀) así mismo de la temperatura y humedad. De la zona Norte (noroeste y noreste), para hacer la correlación con los pacientes provenientes de dicha localización.

Para determinar la procedencia se consideró la unidad médica de adscripción ya que esta toma de referencia la residencia habitual.

Los datos de contaminantes y características climatológicas se obtuvieron de los registros del Servicio Meteorológico Nacional.

Para el análisis se utilizó estadística descriptiva se hicieron pruebas de normalidad a las variables cuantitativas (kurtosis). Medidas de dispersión, desviación estándar, rangos intercuartílicos, y de tendencia central (media y mediana). Para el estudio analítico de acuerdo a la distribución normal de la curva de variables cuantitativas se hicieron pruebas de correlación de Pearson..

Se efectuó un análisis bivariado de regresión lineal a fin de determinar r^2 . Se consideraron como **variable de interés** el número absoluto de exacerbaciones y como **variable de riesgo** los factores ambientales (contaminantes atmosféricos, humedad y temperatura).

Con respecto a las consideraciones éticas todos los procedimientos estarán de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y con los lineamientos de Helsinki, **Título segundo, capítulo I, Artículo 17, Sección I**, investigación sin riesgo. Previo al inicio del estudio se solicitó la autorización por el Comité Local de Investigación en Salud, contando con número de registro y aprobación.

RESULTADOS

Durante los 5 años hubo 5331 visitas por exacerbaciones asmáticas, con un promedio anual 1066. En 2009 se identificaron 2363 casos, con una reducción progresiva de 79%, a 505 casos en 2013. **Figura 1.**

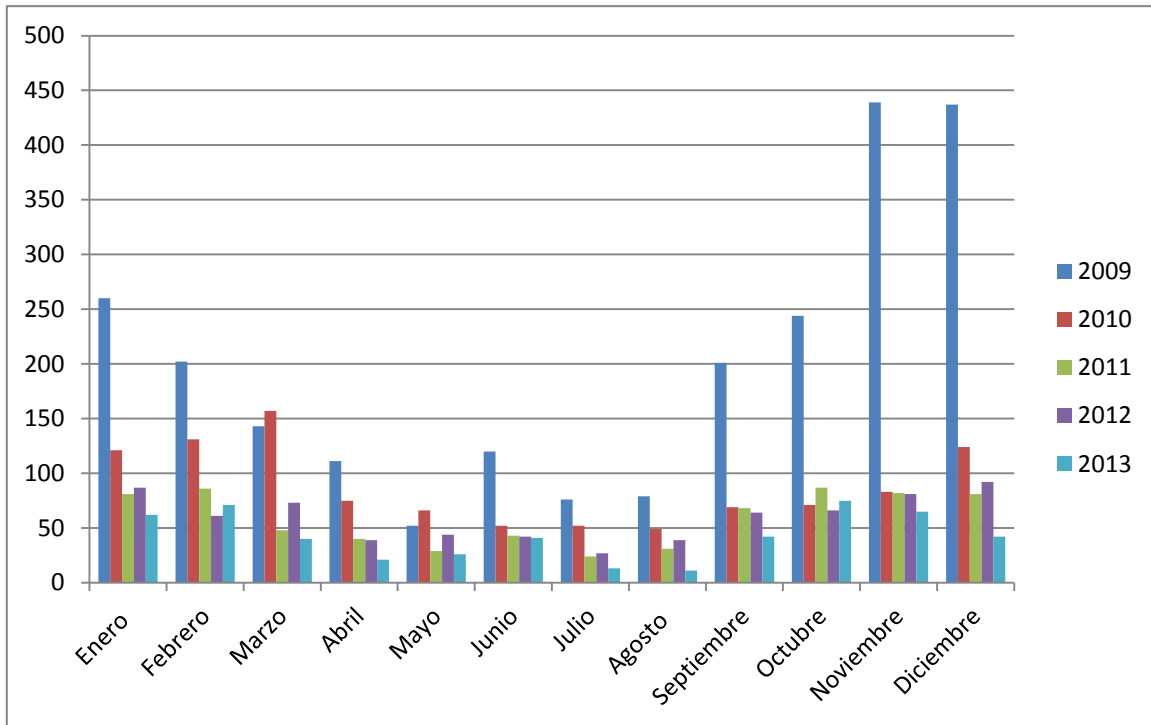


Figura 1. Número total de casos de exacerbaciones asmáticas de la unidad de admisión continua pediátrica del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza”, en el periodo comprendido de 2009-2013.

Existe predominio del sexo masculino en todas las edades (relación 1.7:1). De acuerdo a los grupos de edad y se observó que los niños de 2 a 3 años (preescolares) y de 6-12 años (escolares) tuvieron el mayor número de casos, 1766 (33.1%) y 1827 (34.3%), respectivamente. **Figura 2.**

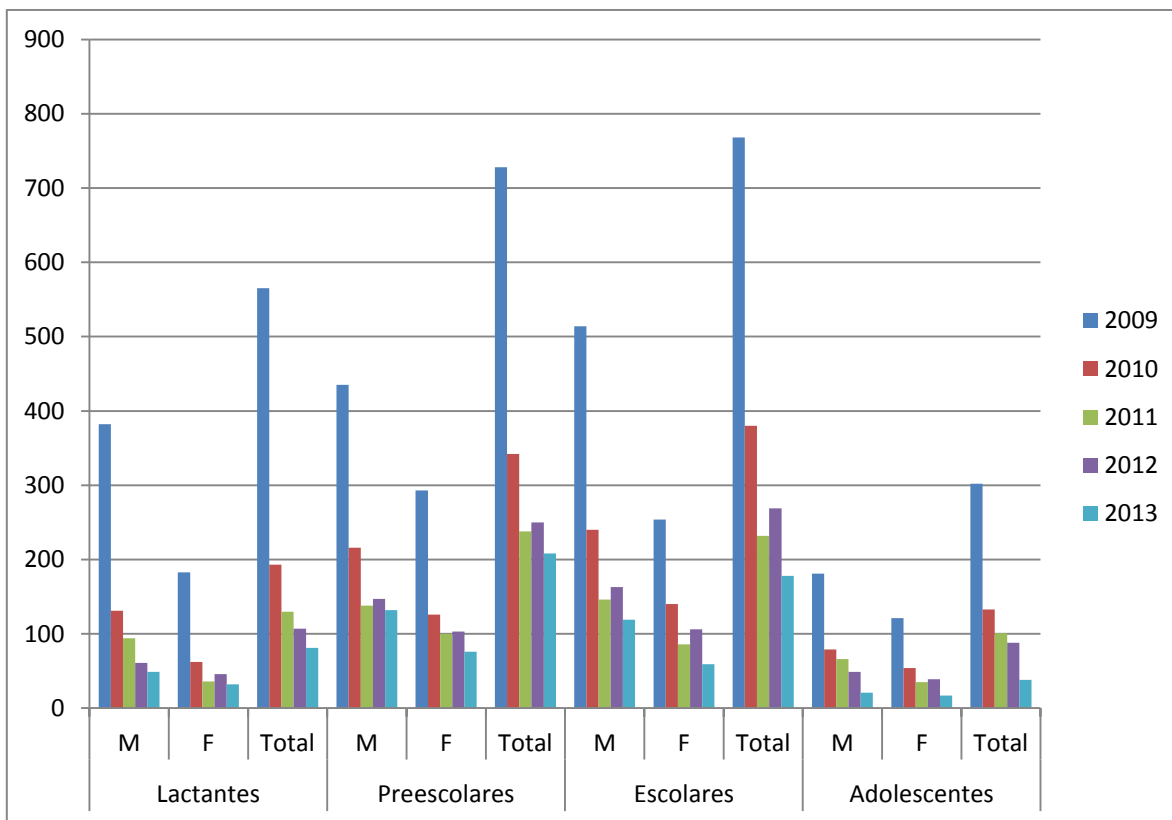


Figura 2: Total de consultas de urgencia por exacerbaciones de asma por grupos de edad y año. que acudieron a la unidad de admisión pediátrica del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza”, en el periodo comprendido de 2009-2013.

Tabla 1. Total de consultas de urgencia por exacerbaciones de asma por grupos de edad y año

Año	0-23 meses			2-6 años			6-12 años			12-17 años		
	M	F	Total	M	F	Total	M	F	Total	M	F	Total
2009	382	183	565	435	293	728	514	254	768	181	121	302
2010	131	62	193	216	126	342	240	140	380	79	54	133
2011	94	36	130	138	100	238	146	86	232	66	35	101
2012	61	46	107	147	103	250	163	106	269	49	39	88
2013	49	32	81	132	76	208	119	59	178	21	17	38
Total	717	359	1076	1068	698	1766	1182	645	1827	396	266	662

Se observó una presentación estacional del número de exacerbaciones asmáticas en los 5 años del estudio, por lo que se agruparon los meses en las 4 estaciones. Se encontró que durante el otoño se presentó el número más alto de casos 2069 (39%) y el más bajo en la primavera 801 (15%). **Figura 3.**

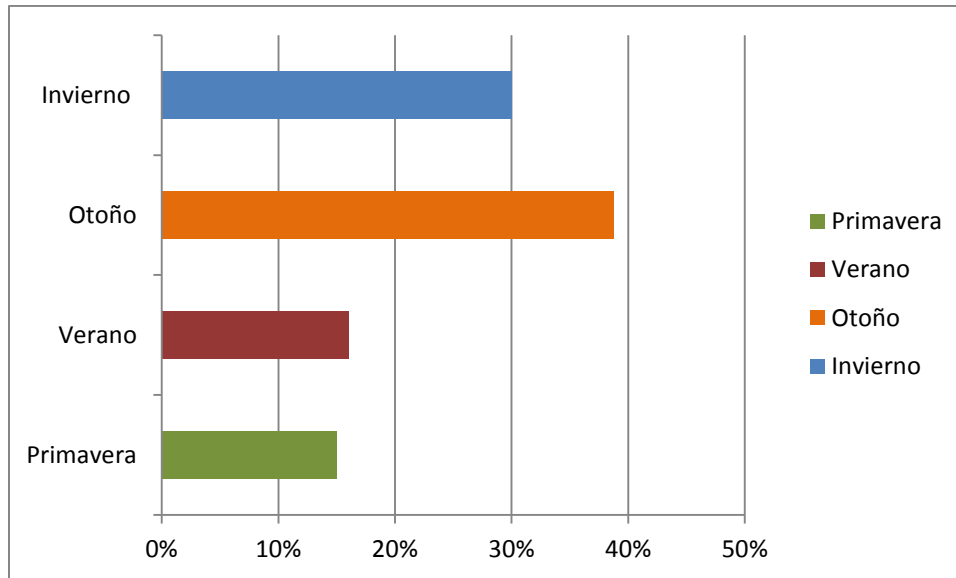


Figura 3. Distribución estacional del número de exacerbaciones asmáticas que acudieron a la unidad de admisión pediátrica del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza”, en el periodo comprendido de 2009-2013.

Se obtuvieron datos del Servicio Meteorológico Nacional niveles diarios de 5 contaminantes (CO, SO₂, NO₂, O₃ y PM₁₀), así como los niveles diarios promedios de humedad y temperatura; de la zona Noroeste del Distrito Federal de los años 2009 a 2013. **Figura 4.**

Se analizaron los datos de acuerdo a la distribución normal de la curva se correlación de Pearson entre el número de crisis asmática y los factores ambientales de la zona noreste del Distrito Federal.

Encontramos una mayor correlación con el CO $R^2 = 0,242$, NO₂ $R^2 = 0,175$; una menor correlación para SO₂ $R^2 = 0,092$, PM₁₀ $R^2 = 0,056$ y O₃ $R^2 = -0,062$. **Tabla 2.**

Respecto a la humedad relativa y la temperatura se encontró una correlación negativa para ambas de $R^2 = -0.36$ y $R^2 = -0.106$ cada una de ellas. **Tabla 2.**

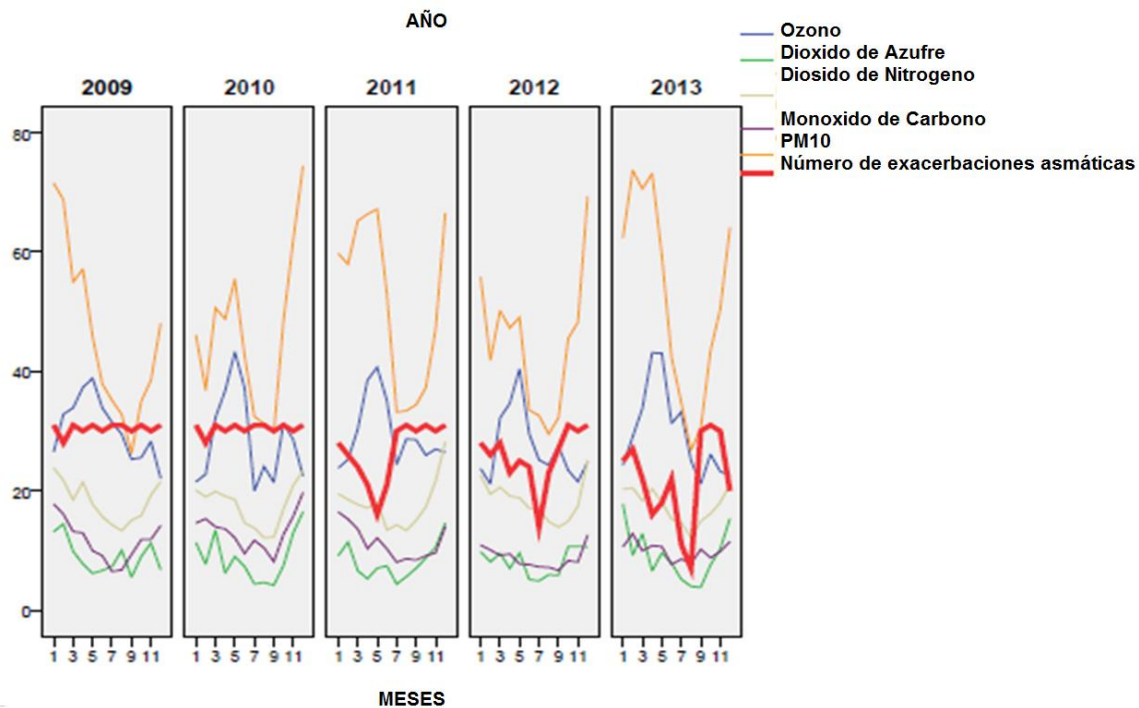


FIGURA 4. Número de exacerbaciones asmáticas registradas en Admisión Continua y concentraciones de los contaminantes atmosféricos (Ozono, Dióxido de azufre, Dióxido de nitrógeno, Monóxido de carbono, PM10) durante el periodo comprendido de 2009-2013.

Correlación entre contaminantes atmosféricos y el número de visitas a admisión continua por exacerbaciones de asma, en el período 2009-2013.						
Variables	Hombres 0-17	p	Mujeres 0-17	p	Correlación Total	p
Humedad promedio	-.108**	0.00	-.068**	0.00	-.106**	0.00
Ozono	-.062**	0.01	-.102**	0.00	-.062*	0.01
Dióxido de azufre	.082**	0.00	.100**	0.00	.092**	0.00
Dióxido de nitrógeno	.165**	0.00	.145**	0.00	.175**	0.00
Monóxido de carbono	.224**	0.00	.223**	0.00	.242**	0.00
PM ₁₀	0.04	0.12	0.05	0.05	.056*	0.02

Tabla 2. Correlación entre contaminantes atmosféricos y el número de exacerbaciones asmáticas atendidas en la unidad de admisión pediátrica del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza”, en el periodo comprendido 2009-2013.

Se hizo un análisis bivariado de regresión lineal a fin de determinar r^2 . Se tomó como **variable de interés** el número absoluto de exacerbaciones y como **variable de riesgo** los factores ambientales (contaminantes atmosféricos, humedad y temperatura). **Tabla 3.**

Coeficiente de Correlación	De regresión beta	p	IC 95 para B	
			inferior	Superior
Variables				
O ₃	0.177	0.000	0.031	0.098
SO ₂	0.174	0.000	0.042	0.114
NO ₂	0.32	0.000	0.137	0.261
CO	0.131	0.001	0.045	0.166
PM ₁₀	-0.261	0.000	-0.064	-0.033

Tabla 3. Análisis bivariado entre contaminantes atmosféricos y el número de exacerbaciones asmáticas atendidas en la unidad de Admisión Continua Pediátrica del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza”, en el periodo comprendido 2009-2013.

DISCUSIÓN:

El asma es un padecimiento inflamatorio crónico de las vías aéreas de alta prevalencia en México y el mundo ⁽¹⁾. Se estima que aproximadamente 300 millones de personas tienen asma ⁽²⁾. El inicio de la presentación del asma es principalmente en la edad pediátrica. La inflamación bronquial persistente asociado a factores desencadenantes, favorece un alto riesgo de presentar exacerbaciones que ponen en riesgo la vida de los pacientes, lo cual representa una urgencia para su atención. Los contaminantes atmosféricos pueden causar respuestas inflamatorias inespecíficas o mecánicas en las vías aéreas o modificar la respuesta a los alérgenos. ⁽⁸⁾.

En este estudio investigamos la correlación entre el número de exacerbaciones asmáticas y la concentración promedio diaria de los principales contaminantes atmosféricos así como de condiciones meteorológicas humedad relativa y la temperatura ambiental.

Durante el periodo estudiado hubo 5331 casos de exacerbaciones asmáticas, con una disminución del 79%; de los 2636 casos en 2009 y los 505 en 2013. Una posible explicación es el incremento en el uso de medicamentos controladores para el tratamiento de asma (esteroides inhalados) que en 2007 fue de 1 702 606 dispositivos a 3 565 548 en 2012 lo que representa un aumento del 284%. (Fuente División Institucional de cuadros básicos e insumos para la salud IMSS).

Algunos datos internacionales por ejemplo la National Health Interview Survey (NHIS) en Estados Unidos de América, reporto una prevalencia de exacerbaciones asmáticas en el 2013 de 3524 que representa el 57.9% de todos los pacientes a nivel Nacional. En México la información estadística de otros centros médicos es limitada; se encontró en la revisión bibliográfica el estudio realizado por Vargas-Becerra y colaboradores con datos hasta el año 2006 quien reporta una incidencia anual aproximada de 3.6 por 1,000 derechohabientes. ⁵

En nuestro estudio encontramos un predominio del sexo masculino en todas las edades con una relación hombre-mujer 1.7:1 lo cual es similar a lo reportado por otros autores. En un estudio de Yamazaki S. et al de 2014, realizado en población pediátrica de 0-14 años, con 1447 casos de exacerbaciones asmáticas, con predominio del sexo masculino con una relación hombre mujer 2.27:1.²³ Se desconoce por que en los niños asmáticos predomina el sexo masculino y a partir de la adolescencia el asma es más frecuente en mujeres²⁴. Es probable que en el asma un efecto hormonal determine este patrón de sexo en diferentes edades.²⁴

Nuestros pacientes de los grupos de 2 a 3 años y de 6 a 12 años totalizaron dos tercios de las exacerbaciones asmáticas. El estudio de Yamazaki encontró que el grupo de 2 a 5 años presentó 46% de los casos de crisis de asma²³. Entre los factores de riesgo en la infancia para exacerbaciones de asma están: menor diámetro de las vías respiratorias, sensibilización temprana a agentes ambientales, inmadurez inmunitaria contra virus y bacterias de guarderías²⁵ y dificultad para el diagnóstico apropiado y tratamientos oportunos y adecuados. Estos factores no eran el objetivo del estudio y no fueron analizados, debido al diseño retrospectivo, y no disponer de la información en los registros.

Las publicaciones de crisis asmáticas en periodos de 1 año o más, muestran un patrón estacional de predominio en otoño e invierno.^{3,5,23} En los 5 años de nuestro estudio, observamos un mayor número de casos en el otoño e invierno. Durante el otoño se presentó el número más alto de casos 2069 (39%) y el más bajo en la primavera 801 (15%). Estos resultados pueden explicarse parcialmente por la correlación negativa con la humedad relativa y la temperatura ambiental ($r^2 = -0.36$ y $r^2 = -0.106$ respectivamente). Es decir entre menor humedad y temperatura será mayor el número de exacerbaciones asmáticas. Las infecciones virales son la primera causa de exacerbaciones asmáticas como lo demostró Jackson et al. quien analizó las secreciones del tracto respiratorio en niños con sibilancias durante los primeros tres años de vida. Encontrando que el 90% tuvo presencia de virus. El más frecuentemente detectado fue el rinovirus en 48%, seguido por virus sincitial respiratorio en el 21%, virus parainfluenza en 12%.²⁵

Otra condición importante no incluida en el presente estudio es la correlación con la concentración de pólenes ambientales cuya presentación estacional puede favorecer las exacerbaciones asmáticas.

En relación a los contaminantes atmosféricos, la principal correlación que observamos con las exacerbaciones asmáticas fue con CO $r^2 = 0,242$, seguida del NO₂ $r^2 = 0,175$. Nuestros resultados difieren a lo reportado por Gassana et al en 2012 quien identificó una asociación positiva entre la mayor prevalencia de asma en niños y NO₂ (OR 1,05), y el CO₂ (OR: 1,06) y sibilancias tempranas con la exposición al SO₂ (OR: 1,04; IC 95%: 1.1 a 1.7)¹⁷. Yamazaki ha demostrado una correlación positiva (OR= 1,17) entre los niveles de ozono el día anterior y las exacerbaciones de asma²³. En México se cuenta con el antecedente realizado en esta misma Unidad Hospitalaria en la que se encontró correlación principalmente con los niveles de O₃. El cambio observado en el estudio actual, pudiera ser a causa de las diversas modificaciones realizadas, periódicamente en los niveles de los distintos contaminantes siendo cada vez más estrecho el límite máximo permitido.

La información presentada en este estudio concluye de manera gruesa que las exacerbaciones asmáticas pueden explicarse por los contaminantes ambientales en menos del 20%. Existen limitaciones que deben ser analizadas con cautela para interpretar de manera adecuada los resultados, entre ellas un probable sesgo de mala clasificación que puede presentarse en el área de urgencias debido a que no se estandarizó la definición operacional de exacerbación asmática; sesgo de selección y precisión debido a que no se controló a priori ni a posteriori la exposición del contaminante a donde vivía el paciente, y tampoco se puede precisar con seguridad, la temporalidad de la exposición con el cuadro de exacerbación. Es necesario controlar por variables potencialmente confusoras que influyen conocidamente en la variable dependiente, tales como: clasificación del asma, tratamiento, otros exacerbantes como ejercicio, medicamentos, infecciones, pólenes.

El estudio ideal para contestar la pregunta de investigación es el diseño clásico de cohorte en donde se miden la exposición a contaminantes, pólenes y exacerbantes conocidos y se siguen a través del tiempo hasta que se presente la variable dependiente. Solo de esta manera podrá construirse un modelo pronóstico lo suficientemente preciso a la zona y al tipo de paciente, para poder predecir la presencia de dichas exacerbaciones.

Este estudio de carácter exploratorio y permite la formulación de hipótesis que justifica otros protocolos de investigación.

El presente estudio representa un valioso documento ya que nos permite tener información reciente, en el que se incluyeron un gran número de casos y el periodo del estudio (5 años) permite observar de manera clara el comportamiento de las exacerbaciones asmáticas y su correlación con los contaminantes ambientales, además de realizar aproximaciones e inferencias que puede dar información útil para el tratamiento de los pacientes asmáticos con la finalidad de implementar estrategias para disminuir en lo posible este factor ambiental que contribuye aunque de manera discreta en la falta de control de los pacientes con asma.

CONCLUSIONES:

- Se observó una reducción significativa en el número de visitas a urgencias por asma en 5 años.
- Hay un incremento significativo por efecto estacional en las exacerbaciones por asma.
- Hay un predominio de exacerbaciones en el sexo masculino y en los niños preescolares y escolares.
- La correlación mayor entre los contaminantes atmosféricos y los casos de asma se observó con monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno.

BIBLIOGRAFIA:

1 .National Institutes of Health (NIH), National Heart, Lung, and Blood Institute. Global initiative for asthma. Global strategy for asthma management and prevention. Publication no. 02-3659. 2002. Bethesda, Md.: National Institutes of Health; 2002.

2 Masoli M, Fabian D, Holt S, Beasley R (2004) The global burden of asthma: executive summary of the GINA Dissemination Committee report. *Allergy* 59: 469–478.

3 Devereux G, Matsui EA, Burney PGJ. Epidemiology of asthma and allergic airway diseases. *Middleton's Allergy Principles and Practice* 8th ed. Philadelphia, PA Elsevier Mosby 2013 chap 48.

4 Del Rio B, Ito F, Berber A, Zepeda B, Sienna J, Garcia R, et al. Study of the Relationship Between Acetaminophen and Asthma in Mexican Children Aged 6 to 7 Years in 3 Mexican Cities Using ISAAC Methodology. *J Investig Allergol Clin Immunol* 2008; 18:194-201.

5 Vargas Becerra M. Epidemiología del asma. *Neu Cir Tor*, Vol. 68, S2 (2009;S92-S97).

6 Reddel HK, Taylor DR, Bateman ED. Et al. An official American Thoracic Society/ European Respiratory Society statement: asthma control and exacerbations: standardizing endpoints for clinical asthma trials and clinical practice. *Am J Respir Crit Care Med* 2009; 180:59-99.

7 Ramnath VR Clark S. Camargo CA Jr. Multicenter study of clinical features of sudden-onset versus slower-onset asthma exacerbations requiring hospitalization. *Respir Care* 2007; 52:1013-20.

8 Peden DB. Air pollution in asthma: effect of pollutants on airway inflammation. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2001;87:12-7.

9 Bernstein JA, Alexis N, Barnes C, et al. Health effects of air pollution. *J Allergy Clin Immunol* 2004;114:1116-23

10 Ghio AJ, Huang YC. Exposure to concentrated ambient particles (CAPs): a review. *Inhal Toxicol* 2004;16:53-9.

11 Modified from the U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Air and Radiation, National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). Available at <http://www.epa.gov/air/criteria.html> (accessed February 7, 2013).

12 Organización Mundial de la Salud. (2006b). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005.

13 Instituto Nacional de Ecología, Semarnap / Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental / Agencia de Cooperación internacional del Japón, Segundo Informe Sobre la Calidad del Aire en Ciudades Mexicanas 1997, INE, Cenica, JICA, México, 1998.

14 Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de azufre (SO₂). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población”. *Diario Oficial de la Federación*. México, D.F. Tomo CLXXXIV, no. 6. pp. 47-54.

15 “NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno

(NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población”. *Diario Oficial de la Federación*. México, D.F. Tomo CDXCV, no. 16. pp. 54-55.

16 “NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor normado para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población”. *Diario Oficial de la Federación*. México, D.F. Tomo CDXCV, no. 16. pp. 48-50.

17 “NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (O₃). Valor normado para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población”. *Diario Oficial de la Federación*. México, D.F. Tomo DLXXXIX, no. 25. pp. 47-53.

18 Gasana J, Dillikar D, Mendy A, et al. Motor vehicle air pollution and asthma in children: a meta-analysis. *Environ Res* 2012;117:36–45

19 Nishimura KK, Galanter JM, Roth LA, et al. Early-life air pollution and asthma risk in minority children. The GALA II and SAGE II studies. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;188:309–18.

20 Tsai SS, Chiu HF, Liou SH, Yang CY. Short-term effects of fine particulate air pollution on hospital admissions for respiratory diseases: a case-crossover study in a tropical city. *J Toxicol Environ Health A*. 2014;77:1091-101

21 Cheng MH¹, Chen CC, Chiu HF, Yang CY. Fine particulate air pollution and hospital admissions for asthma: a case-crossover study in Taipei, *J Toxicol Environ Health A*. 2014;77:1075-83

22 Winqvist A, Kirrane E, Klein M, Strickland M, Darrow LA, Sarnat SE, Gass K, Mulholland J, Russell A, Tolbert P. Joint effects of ambient air pollutants on pediatric asthma emergency department visits in Atlanta, 1998-2004. *Epidemiology*. 2014;25:666-73.

23. Yamazaki S , Shima M², Yoda Y² et al. Exposure to air pollution and meteorological factors associated with children's primary care visits at night due to asthma attack: case-crossover design for 3-year pooled patients. *BMJ Open*. 2015 3;5(4).

24. Aguilar, N. E. M.. Etiopatogenia, factores de riesgo y desencadenantes de asma. *Neumol Cir Torax* 2009; 68 (S2)

25. Jackson DJ, Gangnon RE, Evans MD, Roberg KA, Anderson EL, Pappas TE, et al. Wheezing rhinovirus illnesses in early life predict asthma development in high-risk children. *Am J Respir Crit Care Med* 2011; 178(7): 667-72.

ANEXO:

HOJA RECOLECCIÓN DE DATOS

1. Identificación:

Nombre: _____

NSS: _____

2. Edad:

_____ años

3. Sexo :

Femenino ___ masculino ___

4. Fecha : _____

5. Exacerbación de asmática: si ___ no ___

6. Niveles de contaminantes en ese día

CO₂ _____ ppm

O₃ _____ ppm

NO₂ _____ ppm

SO₂ _____ ppm

PM10 _____ ppm

7. Temperatura ese día _____ °C

8. Humedad relativa _____ %