

Crisis agudas de asma bronquial e infecciones respiratorias agudas bajo situaciones sinópticas tipo



<https://cu-id.com/2377/v31n3e09>

Influence of TSS in acute attacks of bronchial asthma and acute respiratory infections

✉Ignavis de la Caridad Castillo Lemus*, ✉Javier Bolufé Torres, ✉Rosemary López Lee

Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba. E-mail: javierbolufejxl16@gmail.com, rosemarylopez73@gmail.com

RESUMEN: Las enfermedades del sistema respiratorio pueden originarse por diversas causas y factores de riesgo. Datos de la OMS corroboran que las enfermedades e infecciones respiratorias se ven influenciadas también por agentes ambientales. En la presente investigación se tomó en consideración la influencia de situaciones sinópticas dominantes en el área de estudio para determinar su relación con las atenciones diarias por crisis agudas de asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en tres hospitales pediátricos de La Habana. Se realizó una investigación epidemiológica, longitudinal y retrospectiva de series de tiempo. Aplicando técnicas estadísticas se determinó el comportamiento temporal de las enfermedades, así como la posible influencia de las condiciones meteorológicas sobre este patrón. Se calculó el índice de atenciones diarias y se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado para determinar si existía o no relación entre los valores de índice extremo y los TSS de interés. Entre los principales resultados destacó que los niños entre 1 y 4 años reportaron el mayor número de atenciones hospitalarias. En cuanto a las situaciones tipo, el TSS VIII estuvo asociados a los días con mayor índice extremo de atenciones y el TSS VII presentó los mayores valores del índice de atenciones con desfase de 3 hasta 4 días para el asma y desfase de 1 día para las infecciones respiratorias.

Palabras clave: crisis aguda de asma bronquial, infecciones respiratorias agudas, tipos de situaciones sinópticas.

ABSTRACT: Diseases of the respiratory system can arise from various causes and risk factors. Data from the WHO corroborate that respiratory diseases and infections are also influenced by environmental agents. In the present investigation, the influence of dominant synoptic situations in the study area was taken into consideration to determine its relationship with daily care for acute attacks of bronchial asthma and acute respiratory infections in three pediatric hospitals in Havana. An epidemiological, longitudinal and retrospective time series investigation was carried out. Applying statistical techniques, the temporal behavior of the diseases was determined, as well as the possible influence of meteorological conditions on this pattern. The daily attention index was calculated and the Chi-Square test was applied to determine whether or not there was a relationship between the extreme index values and the TSS of interest. Among the main results, it stood out that children between 1 and 4 years old reported the highest number of hospital care. Regarding the typical situations, TSS VIII was associated with the days with the highest extreme attention rate and TSS VII presented the highest values of the attention index with a lag of 3 to 4 days for the asthma and a lag of 1 day for the respiratory infections.

Keywords: acute crisis of bronchial asthma, acute respiratory infections, types of synoptic situations.

INTRODUCCIÓN

La compleja relación entre los componentes del medio ambiente atmosférico y las enfermedades respiratorias comenzó a estudiarse de manera más objetiva e interdisciplinaria por los científicos desde el pasado siglo XX (Urrutia, 2007). Los efectos

resultan de gran interés en la determinación del grado de asociación existente entre diversas patologías y el comportamiento del tiempo, del clima y de la calidad del aire.

Diversos estudios epidemiológicos demuestran que la exposición a diferentes contaminantes se asocia con un incremento en la incidencia y la severidad del asma.

*Autor para la correspondencia: Ignavis de la Caridad Castillo Lemus, e-mail: ignavis@gmail.com

Recibido: 21/01/2025

Aceptado: 06/08/2025

Conflictos de interés: Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Declaraciones de autoría: Todos los autores contribuyeron al estudio y aprobaron la versión final. **Conceptualización y supervisión:** Javier Bolufé Torres y Rosemary López Lee. **Procesamiento de datos:** Ignavis de la Caridad Castillo Lemus.

Investigación: Ignavis de la Caridad Castillo Lemus y Javier Bolufé Torres. **Metodología:** Javier Bolufé Torres. **Redacción**

y edición: Ignavis de la Caridad Castillo Lemus.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) corrobora que el deterioro de la función pulmonar y otras enfermedades e infecciones respiratorias también se han visto influenciadas por agentes ambientales (OMS, 2021).

El asma bronquial (AB) es una enfermedad crónica, no transmisible y multifactorial, que se caracteriza por una inflamación de las vías aéreas. Se define por las manifestaciones clínicas de síntomas respiratorios como sibilancias, dificultad respiratoria, opresión torácica y tos (GINA, 2014).

Las crisis agudas de asma bronquial (CAAB) constituyen el principal padecimiento de la población infantil en Cuba de conjunto con los procesos alérgicos. De acuerdo con los especialistas, no llega a ser un problema de mortalidad, pero se trabaja en función de reducir su morbilidad y mejorar la calidad de vida. Se estima que 10 de cada 100 niños cubanos han sufrido un episodio asmático (De la Vega *et al.*, 2013).

Las infecciones respiratorias agudas (IRA), por su parte, son un complejo y heterogéneo grupo de enfermedades agudas y transmisibles, causadas por distintos gérmenes que afectan cualquier parte del aparato respiratorio. La gran mayoría de los microorganismos responsables son virus como el rinovirus (35%), el virus influenza A y B (30%), el virus parainfluenza (12%), el virus sincitial respiratorio (VSR) (11%) y el adenovirus (8 %), (Dirección General de Sanidad Militar, República de Colombia, 2015).

El programa Integral de Atenciones y Control de las IRA en Cuba, identifica la rinitis, la faringitis, y la otitis media aguda como los cuadros más frecuentes, con mayor incidencia en la población infantil. Además de las afecciones que provocan en términos de salud, también son responsables de ausentismo escolar, daños sociales y económicos. Para el caso de La Habana, estas enfermedades reportan una alta morbilidad según datos del Ministerio de Salud Pública (MINSAP, 2022).

Como se ha explicado, las enfermedades del sistema respiratorio pueden originarse por diversas causas y factores de riesgo. Pero es importante destacar que los pulmones son el único órgano interno que se expone constantemente al medio ambiente externo (OMS, 2021). Toda persona es vulnerable a las sustancias infecciosas y tóxicas del aire, así como a los cambios en las condiciones ambientales, situaciones que pueden causar, impulsar o propagar enfermedades como el AB y las IRA.

En la Habana se han reportado concentraciones elevadas de contaminantes atmosféricos en zonas céntricas, asociadas a mayores frecuencias de atenciones por CAAB e IRA. Se han observado, además, síntomas respiratorios en grupos de riesgo y/o poblaciones infantiles (Romero *et al.*, 2004; Wallo & Cuesta, 2005; Bolufé, 2017 y Castillo *et al.*, 2023).

Al ser los niños uno de los grupos etéreo más afectados, la presente investigación tiene como objetivo, determinar los Tipos de Situaciones Sinópticas (TSS) que influyeron en las atenciones diarias en hospitales pediátricos en La Habana por CAAB e IRA en el período 2015-2021.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación epidemiológica, longitudinal y retrospectiva de series de tiempo, dando continuidad al estudio de Bolufé *et al.* (2016). Aplicando técnicas estadísticas se determinó el comportamiento temporal de las CAAB y las IRA, así como la posible influencia de las condiciones meteorológicas sobre este patrón. Fue seleccionada La Habana como área de estudio por diversos motivos de interés científico, entre los que destacan:

- Es una de las ciudades con peor calidad del aire del país (Cuesta *et al.*, 2018).
- Posee la densidad poblacional más elevada de Cuba con 2 928.1 hab./km² (MINSAP, 2022).
- Cuenta con la mayor tasa de prevalencia del AB del país con 113,3 X 1000 hab. (MINSAP, 2022).
- Presenta un elevado número de consultas médicas por IRA con un promedio de 40 258 consultas anuales (MINSAP, 2022).
- Gran influencia extratropical respecto a otras provincias (González & Estévez, 2013).

Tipos de Situaciones Sinópticas

Al tener en consideración, el grado de incertidumbre y error causado al realizar una subdivisión detallada de los procesos atmosféricos, se tomó como base la clasificación diaria de los TSS principales. Se empleó la metodología de Lapinel (1988), y la clasificación fue realizada en conjunto por especialistas del Instituto de Meteorología (INSMET) para el período 2015-2021. Según esta metodología existen 9 situaciones tipo (tabla 1).

Tabla 1. Tipos de situaciones sinópticas.

Clasificación	Nombre
TSS I	Cercana influencia del Anticiclón del Atlántico (AA)
TSS II	Flujo Extendido (AE)
TSS III	Débil Gradiente Barométrico (DG)
TSS IV	TSS IV. Situaciones Ciclónicas (SC)
TSS V	Zona de convergencia en el Flujo Superficial (ZC)
TSS VI	Bajas Extratropicales (BE)
TSS VII	Zonas Frontales (ZF)
TSS VIII	Anticiclón Continental Migratorio (AM)
TSS IX	Otras situaciones (indeterminadas)

Fuente: Lapinel (1988)

Esta clasificación, basada en situaciones sinópticas fuentes de precipitación en Cuba, ha sido ampliamente utilizada en anteriores investigaciones sobre la relación de los TSS y diversos compuestos químicos (Cremata, 2013 y Vidal, 2017). También se ha relacionado con enfermedades como el asma bronquial (Wallo, 2005) y anomalías climáticas significativas según los valores de índices climáticos complejos (Bolufé, 2017).

Para el completamiento y validación de la serie, fueron consultados los archivos del Centro de Pronósticos del Instituto de Meteorología (InSMET). Se analizaron los Estados Generales del Tiempo (EGT), las Cartas del Estado del Tiempo en los diferentes niveles de altura geopotencial y los Mapas Sinópticos de superficie para los horarios de observaciones.

Debido al objetivo de la investigación, para analizar la incidencia de los TSS sobre las atenciones diarias por CAAB e IRA, fueron seleccionados aquellos de mayor predominio anual y por períodos, así como otros que, aunque solo fueron predominantes en cierta época de año, poseen gran influencia meteorotrópica por las características meteorológicas que tienen asociadas. Para hacer referencia a este grupo de TSS, que incluye el TSS I, II, III, VII y VIII, los autores adoptaron el término “TSS de interés”.

Atenciones diarias por CAAB e IRA

La información epidemiológica básica quedó constituida por reportes diarios de pacientes atendidos por CAAB e IRA, en los cuerpos de guardia de tres hospitales pediátricos en la provincia de La Habana: Hospital Pediátrico Docente Centro Habana (PCH), Hospital Pediátrico William Soler (PWS), y Hospital Pediátrico Juan Manuel Márquez (PJMM). Se obtuvieron los valores mensuales, así como los totales anuales de la enfermedad, de forma general y desagregados por grupos etarios: menores de 1 año, de 1 a 4 años, de 5 a 9 años, de 10 a 14 años y de 15 a 19 años.

Para poder realizar la comparación entre el número de casos atendidos en distintos años, fue necesario estandarizar la serie mediante el uso de un índice u otras herramientas estadísticas. Con este fin se empleó el índice de admisión hospitalaria, aplicable a diferentes enfermedades, el cual permite normalizar los ingresos con respecto a una media anual (Monsalve, 2011).

En esta investigación se utilizó el término: “índice de atenciones” debido a que los datos se refieren al número de casos diarios atendidos (Bolufé et al., 2016 y Bolufé, 2017). Según esta consideración, fue calculado el índice de atenciones por enfermedades del aparato respiratorio (RAI) mediante la fórmula:

$$RAI = \frac{\text{Número de atenciones en el día}}{\text{Número de atenciones anual}} * 100$$

Posteriormente se establecieron 4 categorías para el RAI (tabla 2) para poder diferenciar los días que constituían casos de interés. Se consideró índice extremo a aquellos valores del RAI que se encontraban por encima de 100.

Tabla 2. Categorías de RAI

Intervalo	Categoría
0-100	Bajo
101-125	Ligeramente alto
126-150	Alto
>150	Muy alto

Fuente: Bolufé et al. (2016)

Para determinar si existía dependencia ente los TSS de interés y el índice de atenciones, fue aplicada la distribución de Chi-Cuadrado (Wayne, 1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TSS que influyen sobre la región occidental de Cuba en el periodo de estudio

Para el período 2015-2021 se estudiaron 2557 días de los cuales se clasificaron 2518 según los TSS. Los TSS que no se pudieron clasificar (por no contarse con el mapa correspondiente) constituyeron el 1.5% del total.

Predominaron los TSS asociados a la influencia del Anticiclón Subtropical de las Azores Bermudas con un 25.53% (19.10% y 6.43% correspondientes a los TSS I y II respectivamente) y la influencia de los anticiclones continentales migratorios con un 51.39% del total, en correspondencia con resultados anteriores para la misma región en períodos diferentes (Vidal, 2017; Bolufé, 2017 y de la Rosa, 2020).

Al analizar la marcha anual de los TSS se aprecia la marcada estacionalidad entre el Anticiclón del Atlántico Norte y los anticiclones continentales migratorios con un porcentaje bastante considerable en mayo y octubre, meses de transición entre los períodos lluvioso y poco lluvioso (figura 1).

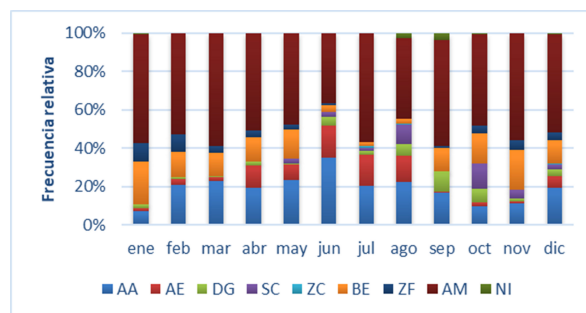


Figura 1. Marcha anual de los TSS para la región occidental de Cuba (2015-2021)

Al analizar los resultados por períodos, destacaron el Anticiclón del Atlántico Norte y los anticiclones continentales migratorios como los patrones atmosféricos predominantes en los períodos lluvioso y poco lluvioso respectivamente. Fue notable el predominio de la influencia extratropical (TSS VII y VIII) en los meses del período poco lluvioso (noviembre-abril), y la influencia de la acción del Anticiclón del Atlántico (TSS I y II) para el período lluvioso. (figura 2).

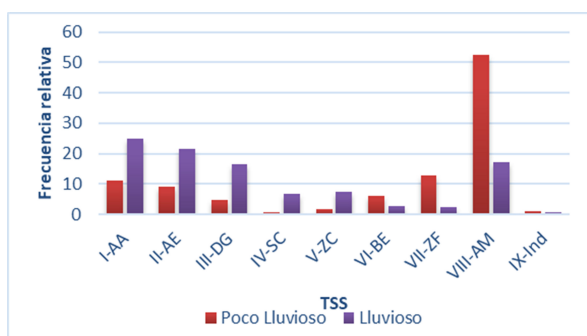


Figura 2. TSS para la región occidental de Cuba por períodos lluvioso y poco lluvioso (2015-2021)

Debido a los resultados obtenidos y al objetivo de la investigación, para analizar la incidencia de los TSS sobre las atenciones diarias por CAAB e IRA, fueron seleccionados los *TSS de interés*. Este grupo incluyó a las situaciones de mayor predominio anual y por períodos (TSS I, II y VIII), así como otras que, aunque solo son predominantes en cierta época del año, poseen gran influencia meteorológica por las características meteorológicas que traen asociadas (TSS III y VII).

Comportamiento de las atenciones por CAAB e IRA durante el período 2015-2021

Se analizó el comportamiento temporal de las atenciones diarias, el cual estuvo en correspondencia con el patrón de morbilidad por semanas estadísticas para edades pediátricas estudiado por [Castillo et al. \(2023\)](#). Se observó que ambas enfermedades tienen un patrón estacional bien marcado con una distribución bimodal (figura 3), coincidiendo con resultados de estudios precedentes ([Guevara et al., 2008](#); [Bolufé et al., 2016](#); [Borroto et al., 2019](#); [Castillo et al., 2023](#)).

El patrón de las enfermedades estudiadas está en contraste con la estacionalidad del clima de Cuba, caracterizada por la presencia de una temporada cálida y lluviosa de mayo a octubre, y de otra más fresca y poco lluviosa de noviembre a abril. Coincidiendo el mayor número de casos con el período poco lluvioso ([Castillo et al., 2023](#)). Como se observa en la figura 3, al ser la IRA enfermedades de transmisión, reportan un número de atenciones mucho mayor que las CAAB.

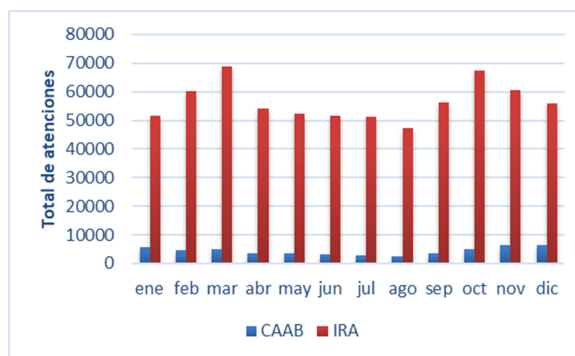
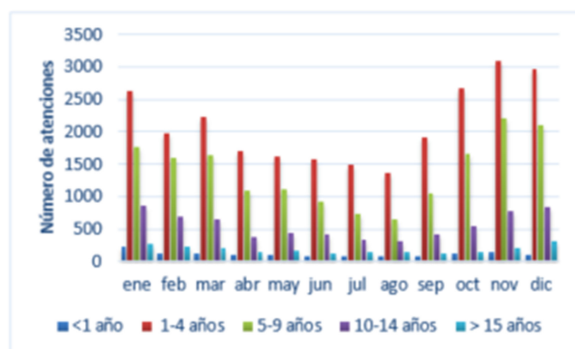
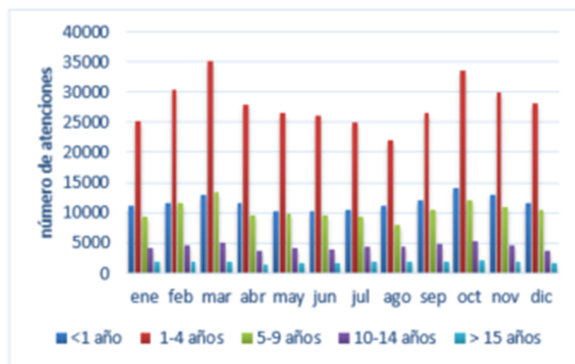


Figura 3. Comportamiento de las atenciones por CAAB e IRA en hospitales pediátricos. La Habana (2015-2021)

Al estudiar el comportamiento de las atenciones, desagregadas por grupo etáreo, se encontró que los niños entre 1 y 4 años reportaron los mayores valores para las CAAB, seguidos de los niños entre 5 y 9 años (figura 4.a). Para las IRA reincidió el grupo de 1 y 4 años, seguido por los grupos de 5 a 9 años y menores de 1 año (figura 4.b). Coincidiendo con los resultados encontrados por [Bolufé \(2017\)](#).



(a)



(b)

Figura 4. Comportamiento de las atenciones por grupo etáreo para CAAB (a) e IRA (b) en hospitales pediátricos. La Habana (2015-2021)

Diversos indicadores epidemiológicos demuestran una elevada morbilidad en los niños menores de 5 años presentándose las IRA generalmente asociadas al VSR ([Bolufé, 2017](#)). El aumento de los casos de niños menores de 1 año,

puede estar en correspondencia con la vulnerabilidad del sistema inmunológico en esta edad, unido a la acción de otros factores desencadenantes también de CAAB, como la exposición a diferentes virus.

Se debe aclarar que la respuesta inmunológica de un ser humano se desarrolla principalmente durante los primeros tres años de vida. Un sistema inmunológico equilibrado reduce el riesgo que tienen los niños de contraer alergias e infecciones (Infobae, 2024), pero mientras el mismo se desarrolla, este grupo etáreo queda más expuesto a diversas enfermedades.

Es importante destacar que el patrón de estacionalidad de las CAAB para todos los grupos etarios de la edad pediátrica permanece con muy pocas variaciones desde el inicio de los registros de atenciones desde 1987 hasta la actualidad. Se caracteriza por un máximo para los meses de octubre (mes de transición del periodo lluvioso al poco lluvioso) a marzo (periodo poco lluvioso) y un mínimo bien marcado de junio a agosto (mayor influencia tropical).

A pesar de la existencia de puntos de cambio en esta serie alrededor del año 2000 los subperiodos 1987-2000 y 2001-2014 mantienen un comportamiento similar (Bolufé *et al.*, 2016). Los resultados corroboran que esta estacionalidad permanece invariable incluso con las tendencias registradas a la disminución del número de casos de atenciones en cuerpos de guardia y algunos policlínicos de la ciudad referidas por Guevara *et al.* (2008).

Las IRA presentan un pico principal en febrero y marzo y otro menor en octubre, mes de transición con una mayor variabilidad climática la cual presenta una alta asociación con el VSR según Linares *et al.* (2018). El mayor incremento registrado entre septiembre y noviembre corresponde con una mayor circulación del VSR. Por el contrario, durante la curva correspondiente a enero-abril no se detecta un importante incremento de Influenza o VSR (Borroto *et al.*, 2019).

Al ser las IRA de transmisión respiratoria, con estacionalidad definida, se manifiesta un incremento en determinados meses del año, siendo favorecidas por condiciones frías, secas e incluso en periodo de intenso calor, instante en que las mucosas o puertas de entrada nasofaríngeas son vulnerables a la penetración de virus y bacterias (Borroto *et al.*, 2019).

Variabilidad mensual del RAI

A partir de los valores diarios del RAI se obtuvo la distribución mensual del índice (figura 5) destacando la marcada estacionalidad de las enfermedades. El mayor porcentaje de días con categorías del RAI entre “alto” y “muy alto” fue encontrado durante el periodo poco lluvioso.

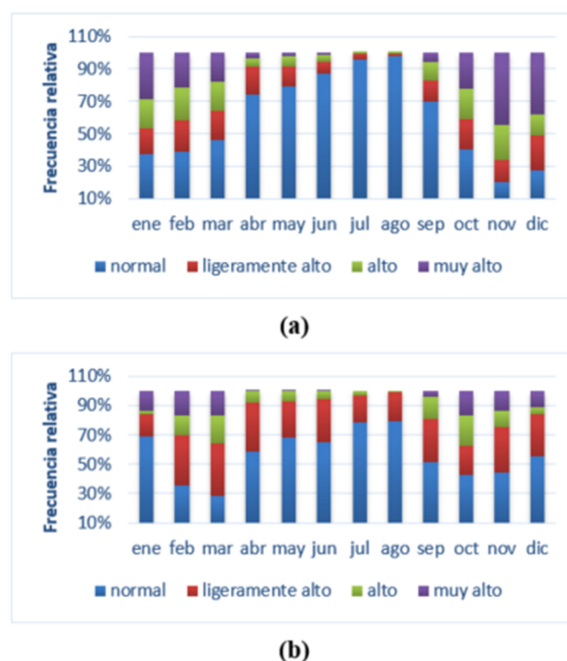


Figura 5. Frecuencia mensual de ocurrencia del RAI por categorías para las atenciones en hospitales pediátricos por CAAB (a) e IRA (b). La Habana (2015-2021)

Al analizar el comportamiento del índice para las atenciones por CAAB se encontró que los meses que alcanzaban las categorías “ligeramente alto”, “alto” y “muy alto” con mayor frecuencia se encontraban de enero a marzo y de octubre a diciembre (figura 5.a). En noviembre, mes del inicio del periodo poco lluvioso, aproximadamente el 68% de los días se encontraban entre las categorías de “Alto” (24%) y “Muy Alto” (44%) para las CAAB. Este resultado coincide con lo observado por Bolufé (2017).

El comportamiento del índice pudo estar asociado al aumento, respecto a meses anteriores, de la influencia extratropical (TSS VII y VIII). Esta situación favorece la ocurrencia de mayores contrastes entre las variables meteorológicas y, por consecuencia, trae consigo un aumento de las CAAB en los individuos más sensibles, niños con patologías previas o con factores de riesgo.

Para el caso de las IRA se observaron altas frecuencias de ocurrencia de las categorías “ligeramente alto”, “alto” y “muy alto” durante todo el año (figura 5.b). No obstante, destacaron dos momentos de intensificación en el periodo de estudio, correspondientes a los intervalos de febrero-marzo y septiembre-noviembre.

Las altas frecuencias de ocurrencia entre los meses de septiembre y noviembre pudieron verse influenciadas por una mayor circulación del VSR. La mayor circulación de virus respiratorios en este periodo en el país (Borroto *et al.*, 2019), unido a temperatura más frescas propias de la época del año y los cambios de presión y humedad que traen asociados los sistemas extratropicales (TSS VII y VIII) pudieron influir en el aumento de las atenciones por IRA.

Por el contrario, durante el aumento de febrero-marzo, meses asociados a los mayores porcentos de ocurrencia de las categorías antes mencionadas, no se detectó un importante incremento de VSR o virus influenza (Boroto *et al.*, 2019). De modo que este comportamiento pudo estar estrechamente relacionado al aumento de la influencia extratropical.

Influencia de los TSS sobre las atenciones diarias por CAAB e IRA en hospitales pediátricos

Para el caso de las atenciones por CAAB los TSS de interés estuvieron asociados al 82.27%, 82.47% y 81.89% de los días con RAI ligeramente alto, alto y muy alto respectivamente (figura 6.a). Para las atenciones por IRA los TSS de interés estuvieron asociados al 85.26%, 82.75% y 82.05% de los días con RAI ligeramente alto, RAI alto y RAI muy alto respectivamente, por lo que se analizarán los casos referentes solo a los mismos (figura 6.b).

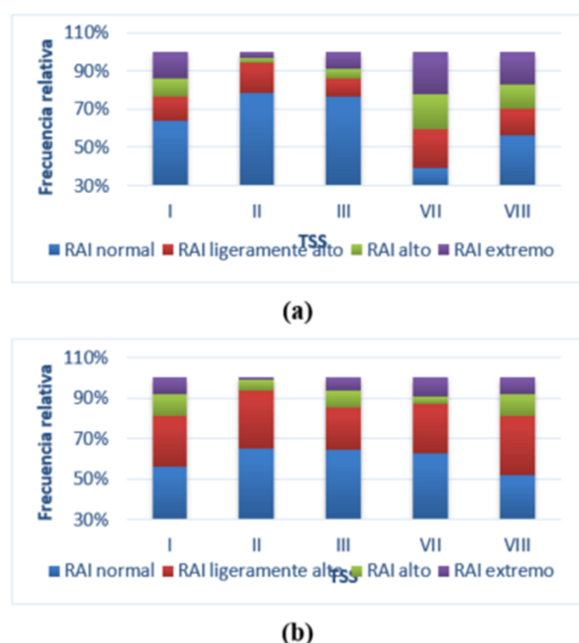


Figura 6. Frecuencia relativa del RAI por TSS de interés para las atenciones en hospitales pediátricos por CAAB (a) e IRA (b). La Habana (2015-2021)

Con el objetivo de determinar si existía dependencia o no, fue aplicada la distribución de Chi-Cuadrado para probar la hipótesis nula de que dos criterios de clasificación, cuando se aplican al mismo conjunto de entidades, son independientes (Wayne, 1991). En este caso, entre las categorías de RAI>100 y los TSS de interés, partiendo de la hipótesis inicial (H_0) que no existía relación entre los TSS y los RAI>100.

A partir de las tablas de contingencia (tabla 3) fueron obtenidos los valores de frecuencias “esperadas” para cada combinación de TSS por categorías (tabla 4).

Tabla 3. Total de días con RAI>100 asociado a cada TSS de interés. Atenciones por CAAB (a) e IRA (b) en hospitales pediátricos. La Habana (2015-2021)

(a)						
Categoría	I-AA	II-AE	III-GD	VII-ZF	VIII-AM	total
RAI ligeramente alto	62	26	8	20	181	297
RAI alto	47	4	4	18	167	240
RAI muy alto	66	5	7	22	221	321
total	175	35	19	60	569	858

(b)						
Categoría	I-AA	II-AE	III-GD	VII-ZF	VIII-AM	total
RAI ligeramente alto	122	47	17	24	374	584
RAI alto	52	8	7	4	140	211
RAI muy alto	38	2	5	9	106	160
total	212	57	29	37	620	955

Tabla 4. Frecuencias esperadas para cada combinación de TSS de interés por categorías de RAI>100. Atenciones por CAAB (a) e IRA (b) en hospitales pediátricos. La Habana (2015-2021)

(a)					
Categoría	I-AA	II-AE	III-GD	VII-ZF	VIII-AM
RAI ligeramente alto	37	12	7	21	197
RAI alto	34	10	5	17	159
RAI muy alto	45	13	7	22	213

(b)					
Categoría	I-AA	II-AE	III-GD	VII-ZF	VIII-AM
RAI ligeramente alto	83	35	18	23	379
RAI alto	31	13	6	8	137
RAI muy alto	24	10	5	6	104

De las frecuencias observadas y esperadas se obtuvo el valor de χ^2 . En este caso, 59 y 57 para CAAB e IRA respectivamente, siendo ambos superiores a 22, valor de la tabla de Chi-Cuadrado correspondiente para 8 grados de libertad. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, obteniéndose mediante la prueba de Chi-cuadrado, que existe una dependencia significativa al nivel de 0,05 de las categorías de RAI>100 con los TSS de interés.

Como muestra la tabla 5, el TSS VIII presentó los mayores valores para el RAI>150 asociados a atenciones por CAAB e IRA (56.4% y 54.4%). Cuando los anticiclones migratorios irrumpen hacia bajas latitudes, Cuba puede quedar influenciada por vientos del norte favoreciendo la entrada de masas de aire continentales (Lapinel, 1988 y Lecha *et al.*, 1994).

El bajo contenido de humedad característico de estas masas y el descenso de las temperaturas trae consigo una disminución de las precipitaciones.

Tabla 5. Porcentaje de ocurrencia de RAI extremo en hospitales pediátricos para los TSS de interés. La Habana (2015-2021)

TSS	CAAB	IRA
I	16,8	19,5
II	1,3	1,0
III	1,8	2,6
VII	5,6	4,6
VIII	56,4	54,4

Estas condiciones favorecen el aumento de las concentraciones de contaminantes atmosféricos, entre ellos el $PM_{2.5}$ y PM_{10} , al impedir su dispersión. Unido a esto, el contraste de los valores de las variables atmosféricas, antes y después de la entrada de la masa de aire, pueden favorecer el incremento de afecciones respiratorias.

Por otro lado, el frío pone en marcha una serie de cambios en el funcionamiento del cuerpo que lleva a la broncoconstricción (contracción de músculo bronquial) que facilita la susceptibilidad a los agentes infecciosos. La modificación de los hábitos sociales en la época invernal, al propiciar las aglomeraciones en sitios cerrados contribuye también a la difusión de determinadas patologías infecciosas como la neumonía o la gripe (Comunidad de Madrid, 2006).

Comportamiento del RAI después de la influencia de los TSS de interés. Estudio de desfase hasta 5 días

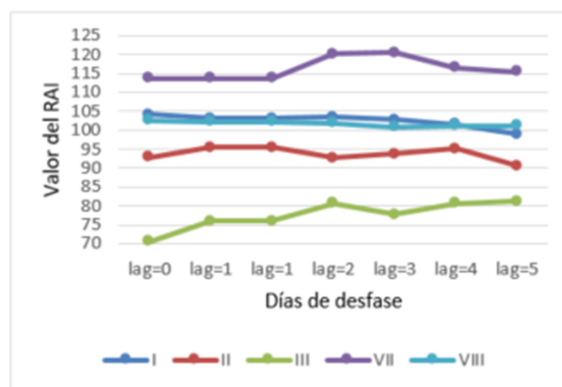
Para comprender la respuesta de una enfermedad respiratoria a una determinada incidencia meteorológica es necesario estudiar el desfase de uno o más días, ya que en muchas ocasiones las enfermedades presentan un cierto retardo respecto al estado de tiempo dominante (Monsalve, 2011). Para evaluar este retardo se calcularon los valores promedios de RAI para el desfase de lag hasta 5 días (figura 7).

Los valores del RAI asociados a los TSS VII, VIII y TSS I fueron superiores al resto de los TSS de interés para todos los lag calculados. Los valores medios del RAI alcanzaron la categoría de “ligeramente alto”, confirmando la estrecha relación de los TSS VII, VIII y TSS I, con el aumento de las atenciones por CAAB e IRA.

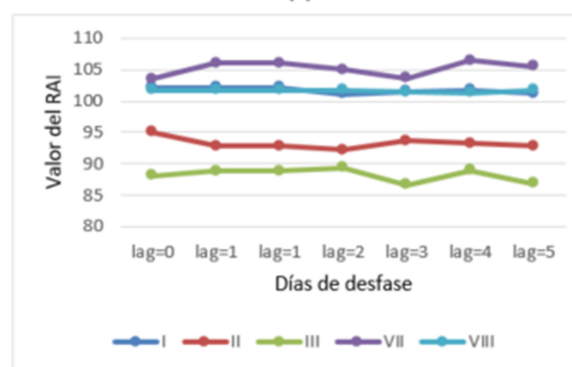
Fue evidente el aumento del RAI después de la influencia de los frentes fríos (TSS VII) con desfase de 3 días para las CAAB y desfase de 1 día para las IRA. Como ya se ha explicado, los cambios de temperatura traen asociados una serie de factores tanto fisiológicos como ambientales que influyen en el aumento de los casos.

CONCLUSIONES

- Los niños entre 1 y 4 años reportan el mayor número de atenciones hospitalarias por CAAB e IRA en hospitales pediátricos en La Habana.



(a)



(b)

Figura 7. Valores promedios de lag para los TSS de interés para las atenciones por CAAB (a) e IRA (b) en hospitales pediátricos. La Habana (2015-2021)

Este grupo etéreo presenta una mayor vulnerabilidad respecto a agentes virales y cambios atmosféricos ya que su sistema inmunológico se encuentra en desarrollo.

- El anticiclón continental (TSS VIII) está asociado a los días con mayor índice extremo de atenciones hospitalarias por CAAB e IRA en hospitales pediátricos de La Habana.
- Los frentes fríos (TSS VII) presentan los mayores valores del índice de atenciones con desfase de 3 hasta 4 días para las CAAB y desfase de 1 día para las IRA debido al cambio de las condiciones meteorológicas y los efectos meteorotrópicos asociados.

RECOMENDACIONES

Estudiar el comportamiento del RAI por grupos etarios para lograr una mejor valoración fisiológica de los efectos asociados de los TSS.

AGRADECIMIENTOS

Al MCs. Evelio García Valdés, Jefe de Turno del Centro Nacional de Pronósticos del INSMET, por facilitar los datos necesarios para la clasificación de los TSS y por la asesoría y el apoyo técnico brindado durante todo el proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolufé, J., Guevara, V.A., León, A., Rivero, A., León, L. (2016). Efectos del clima y la calidad del aire en las crisis agudas de asma bronquial en la provincia de La Habana. Informe científico técnico, 200.20131: Instituto de Meteorología. La Habana, Cuba.
- Bolufé J. (2017). Influencia del medio ambiente atmosférico sobre las crisis agudas de asma bronquial en La Habana. Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Ciencias Meteorológicas. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas. Universidad de La Habana. La Habana. Cuba.
- Borroto, S., Linares, Y., Ortiz, P.L., Valdés, O., Acosta, B. (2019). Impacto de la variabilidad climática sobre las atenciones médicas por IRA, los virus influenza y el VSR en la población cubana. Congreso de Meteorología. II Seminario Cambio Climático y Salud. 5-6 de diciembre 2019. La Habana, Cuba.
- Castillo, I. de la C., Bolufé, J., & López, R. (2023). Incidencia de la contaminación atmosférica en las crisis agudas de asma bronquial e infecciones respiratorias agudas. Revista Cubana De Meteorología, Vol. 29, No. 3, julio-septiembre, 2023, ISSN: 2664-0880.
- Comunidad de Madrid (2006). Documentos de Sanidad Ambiental. Variables meteorológicas y salud. Disponible en www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=ContentDisposition&blobheadername2=cadena&blobheadervalue1=filename%3Dt056.pdf&blobheadervalue2=language%3Des%26site%3DPortalSalud&blobkey=id&blobtable=mungoBlobs&blobwhere=1352884847623&ssbinary=true. [Consultado el 28 de diciembre de 2023].
- Cremata, L. (2013). Influencia de los Tipos de Situaciones Sinópticas en la deposición total de metales pesados. Caso de estudio. Tesis presentada en opción al título de Licenciatura en Meteorología. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas. Universidad de La Habana. La Habana. Cuba.
- Cuesta, O., Bolufé, J., Sosa, C., Carrillo, E.R., Madrazo, J. (2018). Contaminación atmosférica por fuentes móviles en la calle Reina, La Habana. Revista Cubana De Meteorología, Vol.23, No.1, pp.78-88, 2017, ISSN: 0864-151X.
- De La Rosa, A. (2020). Incidencia de los tipos de situaciones sinópticas (TSS) y el polvo del Sahara en las concentraciones de material particulado en dos localidades de La Habana. Tesis presentada en opción al título de Licenciatura en Meteorología. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas. Universidad de La Habana. La Habana. Cuba.
- De la Vega, T., Pérez, V. T., & Castillo, L. (2013). Comportamiento clínico-epidemiológico de asma bronquial en menores de 15 años. Revista Cubana de Medicina General Integral, Vol. 29, No.3, 2013, pp. 253-266.
- GINA, (2014). Informe GINA 2014. Disponible en <http://www.ginasthma.org>. [Consultado 8 de noviembre de 2023].
- Dirección General de Sanidad Vegetal, (2015). República de Colombia. Disponible en <http://www.sanidadfuerzasmilitares.mil.co/index.php?idcategoria=149151>. [Consultado 20 de diciembre de 2023].
- González, C. & Estévez, G. (2013). Breve resumen de la temporada invernal 2011-2012. Revista Cubana de Meteorología, Vol. 19, No. 2, julio-diciembre 2013, pp. 188 - 198, ISBN: 0864-1500.
- Guevara, A. V., León, A. & Santana, M. (2008): Tendencias actuales de las crisis de asma bronquial en los servicios de urgencia de hospitales pediátricos de La Habana. Su asociación con el clima. Memorias de II Congreso de Meteorología Tropical. Convención Trópico 2008, 16 al 20 de junio de 2008, Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-282-079-1.
- Infobae, (2024). Cómo funciona el sistema inmune en los niños y por qué los primeros mil días son clave para activarlo. Disponible en <https://www.infobae.com>. [Consultado el 3 de enero de 2024].
- Lapinel, B. (1988). La circulación atmosférica y las características espacio temporales de las lluvias en Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Geográficas. Instituto de Meteorología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, Cuba.
- Lecha, L., Paz, L. R. & Lapinel, B. (1994). Características de la circulación atmosférica sobre Cuba y sus efectos sobre el clima local. En, El clima de Cuba. (pp.19 - 41). La Habana: Ed. Academia.
- Linares, Y., Ramirez, O., Acosta, B., Ortiz, P.L. (2018). Impact of Climatic Variability in the Respiratory Syncytial Virus Pattern in Children Under 5 Years-Old Using the Bultó Climatic Index in Cuba. Int J Virol Infect Dis. 2017; 2(1): 014-013.
- MINSAP, (2022). Anuario Estadístico de Salud 2021. Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas de Salud. La Habana.
- Monsalve, F. (2011). Influencia del tiempo y la contaminación atmosférica sobre enfermedades de los sistemas circulatorio y respiratorio en Castilla-La Mancha. Tesis presentada para la consecución del título de Doctor. Universidad de León. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. España.

- OMS (2021). Guías actualizadas de la OMS sobre la calidad del aire y sus implicancias para los países latinoamericanos. Disponible en www.saludsindanio.org/info@saludsindanio.org. [Consultado el 23 de noviembre de 2023].
- Romero, M., Más, P., Lacasaña, M. Téllez Rojo, M.M., Aguilar, J., Romieu, I. (2004). Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad, de La Habana. *Revista Salud Publica Mex* 2004; 46:222-233.
- Urrutia, I. (2007). Cambios en la prevalencia del asma: a propósito de los resultados de los centros españoles del estudio de salud respiratoria de la Comunidad Europea. *Temas de Actualidad Neumológica*. Servicio Vasco Navarro de Patología Respiratoria; 2007. Disponible en <http://www.archbronconeumol.org/es/cambios-prevalencia-asma-poblacionespanola/articulo-resumen/13108781/>. [Consultado el 7 de noviembre de 2023].
- Vidal, I. (2017). Influencia de condiciones meteorológicas en las inmisiones de contaminantes atmosféricos en dos localidades de La Habana. Tesis en opción al título de Licenciado en Meteorología. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas. Universidad de La Habana, Cuba.
- Wallo, A., & Cuesta, O. (2005). Métodos de pronóstico de la influencia de las condiciones ambientales sobre el Asma Bronquial. CD Memorias III Congreso Cubano de Meteorología, La Habana, Cuba.
- Wayne, D. (1991). Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Tercera edición. ISBN: 968-18-0178-4, Ciudad de México.