

La influencia de la variabilidad climática en la ocurrencia de las enfermedades de transmisión digestiva en Cuba.

Autores: ¹Paulo Lázaro Ortíz Bultó, ¹Alina Rivero Valencia, ²Antonio Pérez Rodríguez y ³Fausta Clarisa Morgado Gutiérrez

¹Centro del Clima. Instituto de Meteorología. Cuba, ²Instituto de Medicina Tropical. IPK. Cuba, ³ Dirección Municipal de Salud Guanabacoa. Cuba

Resumen.

El trabajo tiene como objetivo describir los principales efectos de las señales de la variabilidad climática mensual, estacional e interanual en la ocurrencia de las enfermedades de transmisión digestiva, las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) y las Hepatitis Virales (HV) para Cuba. Para ello se parte de la identificación, la sensibilidad y las respuestas de las enfermedades a las diferentes variaciones del clima descritas estas por medio de los índices climáticos de Bultó ($IB_{t,i,c}$), lográndose así, identificar las condiciones de peligro climático para el aumento de estas enfermedades y la propuesta de una primera aproximación de funciones de dosis respuesta a la variabilidad.

Palabras Clave: Variabilidad climática, asociación climática, índices climáticos.

Introducción.

Para el desarrollo de las investigaciones entre las condiciones climáticas y la transmisión de enfermedades infecciosas existen tres categorías (K.L Ebi, et al 2002): La primera está dirigida al análisis de las pruebas científicas entre las asociaciones de la variabilidad climática y la frecuencia de las enfermedades infecciosas en el pasado reciente, la segunda al estudio de los indicadores tempranos de repercusión del cambio que comienzan a manifestarse en las enfermedades infecciosas y la tercera y última categoría está dirigida a la utilización de las evidencias y relaciones encontradas para la creación de modelos predictivos que permiten estimar la carga futura de las enfermedades y alertar sobre los brotes epidémicos.

A pesar de los muchos estudios realizados en cada una de las tres categorías, aun la comunidad científica no tiene clara las consecuencias de la variabilidad climática sobre la salud humana ya que no han sido totalmente estudiadas y por ello no están reflejadas en las políticas y en los procesos de la toma de decisiones, debido a que las respuestas de una misma enfermedad varía de una región a otra aumentando el nivel de incertidumbre de los estudios hasta ahora realizados, lo que hace que se desarrollen nuevos estudios de carácter regional y local que permitan esclarecer la sensibilidad a los cambios y las formas de manifestarse en cada región climática partiendo de modelos que intentan describir las interacciones no lineales fuertes, que aunque tienen presente las variaciones no están reflejadas de manera explícita (Navarra A 2005).

En nuestro artículo centramos los objetivos del estudio en las dos primeras categorías, ya que nos permiten mejorar el entendimiento de las respuestas de los patrones epidemiológicos con el fin de perfeccionar los modelos de predicción de las enfermedades infecciosas.

Materiales y Métodos.

Nuestro estudio fue diseñado mediante un análisis retrospectivo de corte transversal tomando como base el reporte mensual de los casos de enfermedades diarreicas Agudas (EDA) y de Hepatitis viral (HV) de la dirección de epidemiología del Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kouri» del Ministerio de Salud Pública de Cuba de las 14 provincias del país, del período comprendido desde enero de 1990 a diciembre del 2004.

Se tomaron estas dos enfermedades de declaración obligatoria, con alta morbilidad en Cuba por tener muy buenos registros y por estar reportadas en la literatura como sensibles al clima (K.L Ebi, et al. 2002, WHO 2003 y Ortíz 2004).

En el caso de la información climática se tomaron los valores mensuales de los tres índices climáticos complejos ($IB_{t,i,c}$) formulados por Ortíz, durante el período de enero 1981 hasta diciembre del 2004. El primer índice describe la variación intraestacional y estacional del complejo temperaturas, presión atmosférica, tensión de vapor y humedad relativa, el segundo describe las variaciones estacionales e interanuales del complejo radiación y duración de horas

sol. El tercer y último índice describe las variaciones interanuales e interdecadal Para más información consultar. (Ortíz, 2004 y Ortíz, et al. 2006).

Análisis estadístico:

Para el estudio se implementó el análisis de series de tiempo, que nos permitió identificar las diferentes señales de la variabilidad climática en las series, así como describir los efectos de esta sobre cada una de las enfermedades utilizando la función de autocorrelación y autocorrelación cruzada y la descomposición de las series de tiempo en sus diferentes señales (Wei, 1990). La implementación de los Análisis exploratorios de Datos de EDA, y la estratificación de los índices se efectuó a partir de hallar los rangos por meses, hallándose entre 21-22 rangos para cada uno de ellos.

Resultados y Discusión.

El clima siempre está fluctuando de forma natural y muchos indicadores de salud manifiesta también fluctuaciones que responden a las variaciones estacionales e interanuales. Luego, la comprobación de estas relaciones no aportan, por si misma mucha información, únicamente corrobora que estas enfermedades o indicadores de salud dependen de las estaciones climáticas (WHO, 2003). Sin embargo, conocer estas relaciones contribuye a la delimitación de la línea basal (variaciones típicas en cada una de las escalas de las estaciones climáticas) a partir de la cual se podría encontrar e identificar las anomalías en las fluctuaciones estacionales o interanuales (nivel de variación en cuanto a la amplitud de la frecuencia e intensidad de las variaciones desviadas de la línea basal) que no son debido a las fluctuaciones típicas de ese patrón. Todo lo cual brindaría la posibilidad de evaluarse como la ruptura de los patrones de variaciones típicas que propicia condiciones de peligro en los indicadores de salud sensibles al clima los cuales al combinarse con otros factores no climáticos y dependiendo de la enfermedad concreta de que se trate modificaría la vulnerabilidad de la población a las variaciones climáticas.

Atendiendo a todo lo anterior, y como resultado de nuestro estudio, pasaremos a mostrar como se manifiestan las relaciones y el nivel de sensibilidad de cada una de las enfermedades objeto de estudio ante los diferentes niveles de variabilidad descritos por los la combinación de efectos que manifiestan los índices climáticos complejos y $IB_{t,1,c}$, $IB_{t,2,c}$ e $IB_{t,3,c}$.

Evidencia de la sensibilidad climática de la HV.

Aunque estos resultados no presuponen una relación causa efecto entre las variables del complejo climático y el comportamiento de las HV, queda evidenciado que la enfermedad es tan estacional como lo es el clima. Todo esto indica, que para efectuar cualquier estudio sobre dichas enfermedades no puede obviarse esta particularidad, pues este movimiento es sumamente fuerte en las dos variables.

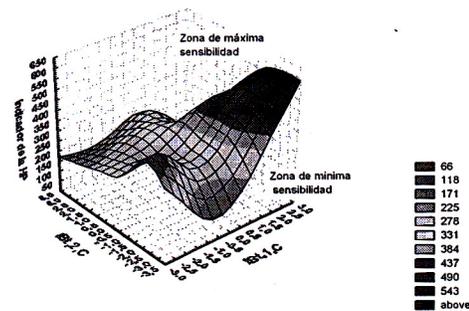


Fig. 1 Respuesta del indicador de la HV ante la variabilidad del clima descrita por la combinación de $IB_{t,1,c}$ y $IB_{t,2,c}$.

Esto corrobora la hipótesis de que tanto el índice $IB_{t,1,c}$ como el $IB_{t,2,c}$ permiten describir el comportamiento de los casos de la HV a partir de sus valores (Figura 1), donde la mayor incidencia coincide con las situaciones más frescas, (secas y contrastantes), además de ser buenos predictores para la simulación y evaluación de los impactos de la cantidad de casos de HV, pues se conoce que los contrastes y variaciones del clima juegan un rol fundamental en la respuesta fisiológica de los individuos y, en especial, en las personas susceptibles a la enfermedad.

Si se analiza el patrón de comportamiento de la HV, (Figura 1), se observa claramente los momentos de alto riesgo para la enfermedad, por ejemplo cuando los valores del $IB_{t,1,c}$ son superiores a 1.5 (anomalías positivas, es decir, condiciones, muy cálidas y poco contrastantes) combinadas con valores mínimos negativos del $IB_{t,2,c}$ por debajo de -1.5 (anomalías en el brillo solar, es decir poca energía), bajo estas condiciones los individuos susceptibles estarán más expuestos a que contraigan el virus de la hepatitis, pues estos valores coinciden con el momento en que las aguas pueden ser fácilmente contaminadas debido a que varía la calidad en su composición con el comienzo del período estival.

Si se efectúa ahora el análisis desde los índices $IB_{t,1,c}$ e $IB_{t,3,c}$, se confirman las ideas expuestas en el párrafo anterior, pues los estrés climáticos que crean condiciones para el aumento de la Hepatitis coinciden con los momentos de máxima variabilidad. (Figura 2).

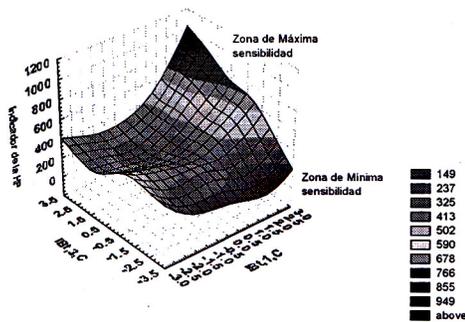


Fig.2 Respuesta del indicador de la HV ante la variabilidad del clima descrita por la combinación de el $IB_{1,1,C}$ y $IB_{1,3,C}$

Estos resultados sugieren que ante un aumento de las anomalías de la variabilidad y altos contrastes, se incrementa el riesgo de los individuos susceptibles expuestos a las anomalías, evidenciando su impacto en el aumento del número de casos cuando se sobrepasan los niveles de tolerancia de los índices.

Evidencia de la sensibilidad climática de la EDA

Al analizar la Figura 3, se observa que la enfermedad tiene un patrón estacional condicionado por las variaciones del patrón climático y sus tendencias. Luego, según el comportamiento mostrado, hay una respuesta amplificada de la configuración del patrón cuando los valores del

$IB_{1,1,C}$ e $IB_{1,2,C}$ superan los rangos de 2.0 y 2.5 unidades respectivamente, coincidiendo con el período de máximo potencial energético, condiciones más cálidas y húmedas que lo normal, acompañado de dos modas en rangos inferiores del índice, pero todas caracterizadas dentro de los rangos de la temporada lluviosa en este país.

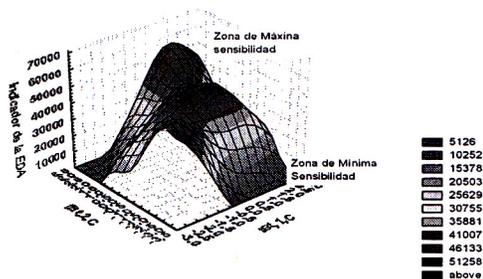


Fig.3 Respuesta del indicador de las EDA ante la variabilidad del clima.

Con este resultado se confirma que ante anomalías extremas, hay un impacto evidente sobre el comportamiento del patrón epidemiológico de las EDA, que no resulta nada despreciable. Así estos indicadores pueden ser usados como indicadores de tolerancia a la variabilidad del clima, pues cuando los mismos toman valores en sus extremos se produce una respuesta de inadaptabilidad por los individuos susceptibles, en este caso los niños, que son los más vulnerables.

En resumen, se confirma la hipótesis de que el comportamiento de los patrones epidemiológicos de la hepatitis y las diarreas están influenciados por las diferentes amplitudes de las señales de la variabilidad climática y recibiendo un impacto de manera diferenciada, existiendo períodos en que los niveles de riesgos atribuibles a ella son insignificantes. De los análisis anteriormente efectuados se induce que a la hora de evaluar hay que hacerlo de manera diferenciada, atendiendo tanto a la escala temporal como a la espacial.

Determinación de la función de dosis-respuesta (riesgo) a la exposición a la variabilidad climática.

Estratificación del $IB_{1,3,C}$ para la formulación de la función.

Para la determinación de la función dosis-respuesta a la variabilidad del clima, primeramente se procedió a estratificar el índice $IB_{1,3,C}$. Para ello se hallaron los rangos por meses, obteniéndose entre 21 -22 valores para cada uno de ellos. Los valores más bajos describen la variabilidad negativa y los más altos describen la variabilidad positiva para cada mes de la temporada lluviosa o poco lluviosa, según corresponda. Luego, a la serie de rango entre 1-9 se le asociaron los valores correspondientes a las anomalías negativas, mientras que para el rango de valores entre 14-22 se le asociaron las anomalías positivas. Ambos rangos fueron a su vez estratificados aplicando el método de los terciles, el cual permitió definir 3 categorías de la intensidad de la variabilidad.

En el caso de los rangos que denotan las anomalías negativas se propusieron las siguientes categorías de intensidad, alta para el intervalo entre 1-3, media para el intervalo entre 4-6 y baja para el intervalo entre 7-9. Para la intensidad de las anomalías positivas se obtuvieron los siguientes intervalos: alta para el intervalo entre 20-22, media para el intervalo entre 17-19 y baja para el intervalo entre 14-15. En el caso de los valores que se ubiquen en el intervalo entre 10-13 se considera normal para el mes en la estación meteorológica que corresponda (Figura 4).

Estos resultados permiten reconocer las zonas donde se producen las condiciones de estrés climático, identificando así los niveles de respuesta de cada una de las enfermedades de manera clara, pues los momentos donde ocurren las alzas en los indicadores epidemiológicos, están precedidas de magnitudes altas en la variabilidad del clima descritas por el $IB_{1,3,C}$ (Figura. 4). Ejemplo de ellos son las HV y las EDA.

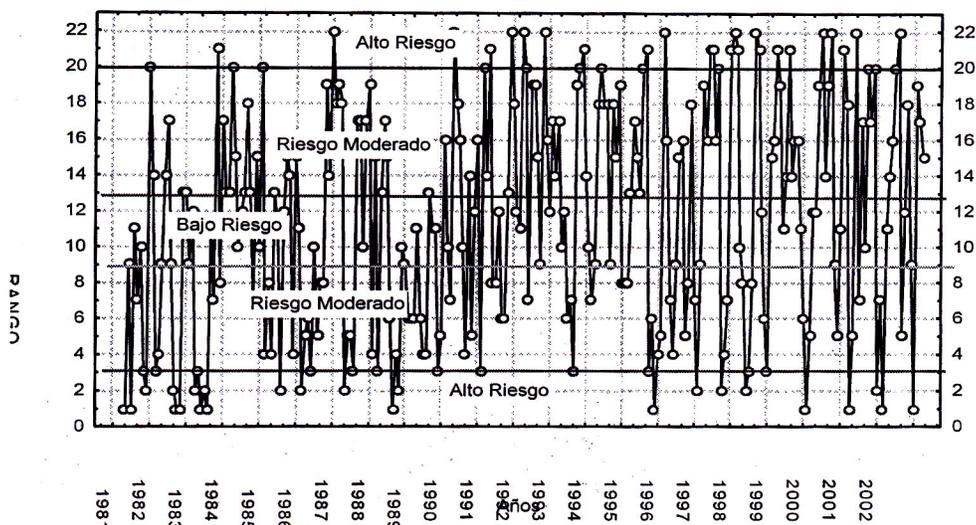


Fig.4 Comportamiento de los rangos por meses para determinar el rango de variabilidad climática según $IB_{t,3,C}$.

Contar con esta estratificación brinda también la posibilidad de trabajar con los escenarios de riesgo para diferentes niveles de variabilidad en el análisis de respuestas de los indicadores epidemiológicos. Además, posibilita construir las funciones respuestas para los diferentes indicadores y de esta manera, tener una idea clara del riesgo que representa la presencia de una anomalía climática, atendiendo a su magnitud lo que corrobora los resultados alcanzados. (Ortiz, 2005).

Funciones dosis - respuesta para dos indicadores epidemiológicos.

Se evidencia en los análisis anteriores la exacerbación que se produce en los casos de HV y EDA ante la exposición a niveles extremos de anomalías climáticas. Luego, se toman a los coeficientes propuestos en las ecuaciones de la estratificación del índice y se emplean los errores estándar para el cálculo de los niveles, se logra obtener las siguientes funciones de dosis - respuesta. (Tabla 1).

Tabla1. Funciones de dosis - respuesta en los indicadores de morbilidad.

Entidad	Niveles de respuesta	Función de dosis - respuesta
EDA	Nivel alto de respuesta	= 1109 (CIB3) x población susceptible en la localidad
	Nivel medio de respuesta	= 458.9(CIB3) x población susceptible en la localidad
	Nivel bajo de respuesta	= 311.8 (CIB3) x población susceptible en la localidad
HV	Nivel alto de respuesta	= 31.42 (CIB3) x población susceptible en la localidad
	Nivel medio de respuesta	= 27.18 (CIB3) x población susceptible en la localidad
	Nivel bajo de respuesta	= 18.77 (CIB3) x población susceptible en la localidad

$CIB3$, es el valor del cambio del $IB_{t,3,C}$ atendiendo a los rangos.

Este procedimiento puede ser usado perfectamente en otra escala, pues aquí ha sido calculado de manera global. En algunas áreas, esto puede verse magnificado, atendiendo a las condiciones físico - geográficas de la zona en que se efectúe dicho análisis. También se puede extender a otros indicadores como son los ecológicos.

Conclusiones.

- Los resultados de este estudio evidencian una clara relación no lineal entre los cambios de las variaciones climáticas y los cambios de los patrones de comportamiento de ambas enfermedades de manera diferenciada.

- Partiendo de la identificación de los niveles de repuestas a cada una de las combinaciones de señales, se crean las condiciones para el planeamiento de una línea base de variabilidad y las posibles generaciones de diferentes escenarios de variabilidad a partir de las respuestas diferenciadas de cada enfermedad.

- Los análisis muestran que los impactos atribuibles al estrés climático causados por las variaciones no son nada despreciables y que al conjugarse con las condiciones higiénicas - sanitarias de cada región específica, pueden ocasionar grandes contingencias.

- Como resultado de este estudio, se ha logrado contar con una primera aproximación de una función del riesgo a la exposición de la variabilidad climática caracterizada por tres niveles de riesgo alto, medio y bajo.

Referencias.

Ebis, K L and Patz, JA. (2002): Epidemiological and impacts assessment methods. In: Global environmental change and human health. Martens, P. and McMichael, A.J. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Ortíz B P, Rivero A. (2004): Índices climáticos para la determinación y simulación de las señales de la variabilidad climática en diferentes escalas espacio temporales. Revista Cubana de Meteorología. Vol 11 No 1: 41-52.

Ortíz, B P. (2005): Modelos para evaluación del impacto y pronóstico de enfermedades a partir de las condiciones climáticas. Impacto Económico. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Económicas. U.H. Cuba

Ortíz, B P, Pérez. R A, Rivero. V A León. V N. Díaz M and Pérez A. (2006): Mini- Monograph «Resulted to assessing the human health vulnerability to climate variability and change in Cuba. «Environmental Health Perspectives (EHP). E.U. In print.

Navarra A. (2005): The climate Dilemma. In: Extremes Weather Events and Public Health Responses. [In English]. Kirch W, Menne B and Bertolini. Eds. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.

Wei W S. (1990): Time series analysis. Univariate and multivariate methods. Addison-Eesley Publishing Company. Inc.

WHO. (2003): Climate Change and Human Health: Risks and Responses. McMichael AJ, Campbell-Lendrum DH, Corvalán C, Ebi KL, Githeko A, Scheraga JD, et al. eds. WHO/WMO/UNEP. Geneva. Chapter 10.

Abstract

The objective of the paper is to describe, the main effects of the signs of the monthly, seasonal and inter-annual climatic variability in the occurrence of the transmission digestive diseases, the acute diarrhoeal disease (ADDs) and the Viral Hepatitis (HV) for Cuba. Starting from the identification the sensibility, and the answers of the illnesses to the different variations of climate described these by means of the climatic indexes of Bultó ($IB_{i,t}$), being achieved this way, to identify the conditions of climatic danger for the increase of these diseases and the proposal from a first approach of function dose-response to the variability.

Keywords: Climate variability, climatic association, climatic indexes.