

Evaluación del riesgo meteoro-trópico en una muestra de adultos cubanos hipertensos de ambos sexos



<https://cu-id.com/2377/v30n3e03>

Assessment of meteor-tropic risk in a sample of hypertense cuban adults of both sexes

✉ Luis B. Lecha Estela^{1*}, ✉ Luis Monteagudo Lima², ✉ Luis Sauchay Romero³

¹Centro Meteorológico de la Isla de la Juventud, INSMET, Cuba.

²Cardiocentro Ernesto “Che” Guevara de Villa Clara, MINSAP, Cuba.

³Centro Médico de Salud “Raphael de Paula Souza”, Asociación Paulista para el Desarrollo de la Medicina (SPDM), Río de Janeiro, Brasil

RESUMEN: El trabajo se apoya en las pruebas individuales del monitoreo ambulatorio de la presión arterial realizado a 5,089 cubanos adultos de ambos sexos, atendidos en la consulta de hipertensión arterial del Hospital Provincial Universitario Cardiocentro Ernesto “Che” Guevara de Villa Clara, entre los años 2012 y 2016, con el fin de estimar experimentalmente sus vulnerabilidades individuales y el peligro asociado a las condiciones meteorológicas influyentes durante las pruebas, para estimar el riesgo meteoro-trópico individual aplicando la metodología para el cálculo del riesgo de desastres, utilizada en los estudios cubanos de peligro, vulnerabilidad y riesgo. Las vulnerabilidades individuales se evaluaron mediante la relación entre los factores de riesgo no modificables de cada paciente y la ocurrencia de anomalías durante el monitoreo ambulatorio. De igual forma, la ocurrencia de estas anomalías se comparó con el comportamiento del estado del tiempo existente durante las pruebas, para definir el llamado “factor de impacto biotrópico” como índice del peligro asociado a cada elemento meteorológico. El estimado del riesgo meteoro-trópico individual se obtuvo como resultado del producto de las vulnerabilidades por los peligros individuales, siendo el riesgo promedio en los hombres un 15 % mayor que en las mujeres de la muestra y con máximos individuales muy altos en algunos individuos de ambos sexos. Los resultados son relevantes para la aplicación práctica de los pronósticos biometeorológicos en el sistema de salud pública del país.

Palabras clave: Evaluación del riesgo meteoro-trópico, monitoreo ambulatorio de la presión arterial (MAPA), tiempo y salud humana, crisis hipertensivas, ritmos circadianos.

ABSTRACT: The work is based on individual tests of ambulatory blood pressure monitoring carried out on 5,089 Cuban adults of both sexes, treated in the arterial hypertension consultation of the Provincial University Hospital Cardiocenter Ernesto “Che” Guevara of Villa Clara, between 2012 and 2016, in order to experimentally estimate their individual vulnerabilities and the danger associated with the meteorological conditions present during the tests. The estimation of the individual meteor-tropic risk was done applying the methodology for calculating disaster risk, used in Cuban studies of danger, vulnerability and risk. Individual vulnerabilities were assessed by the relationship between each patient's non-modifiable risk factors and the occurrence of anomalies during the ambulatory monitoring. Likewise, the occurrence of these anomalies was compared with the behavior of the existing weather conditions during the tests, to define the so-called “biotropic impact factor” as an index of the danger associated with each meteorological element. The evaluation of the individual meteor-tropic risk was reached, as a result of the product of the vulnerabilities and the individual hazards, being the average risk in men 15% higher than in the women of the sample and with very high individual maximums in some individuals of both sexes. The results are relevant for the practical application of biometeorological forecasts in the country's public health system.

Key Words: Meteor-tropic risk assessment, ambulatory blood pressure monitoring, weather and human health, hypertensive crises, circadian rhythms.

*Autor para correspondencia: Luis B. Lecha Estela. E-mail: luis.lecha@gmail.com

Recibido: 18/03/2024

Aceptado: 23/04/2024

Conflicto de intereses: Los autores del artículo científico, declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Luis B. Lecha Estela tuvo a su cargo el diseño del procedimiento para estimar el riesgo meteoro-trópico y realizó el proceso estadístico de los datos experimentales, Luis Monteagudo Lima se encargó de la valoración clínica de los resultados individuales del MAPA, estableció los criterios médicos y umbrales de referencia para el análisis de las vulnerabilidades específicas a partir de los factores de riesgo poco modificables e interpretó los resultados experimentales desde el punto de vista clínico y fisiopatológico; por último, Luis Sauchay Romero contribuyó de forma significativa al análisis de los resultados finales, así como durante el proceso de redacción y revisión final del texto.

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/)

INTRODUCCIÓN

Nadie duda que los procesos meteorológicos influyen sobre el hombre de múltiples formas, pero especialmente los fenómenos meteorológicos extremos se reconocen como un importante peligro para la salud humana, al tener la capacidad de provocar grandes catástrofes naturales cada año, que afectan la salud, el bienestar y la calidad de vida de decenas de miles de personas en todo el mundo.

Las influencias complejas y diversas de los eventos, procesos y condiciones meteorológicas sobre el hombre, que son capaces de provocar síntomas específicos y meteoropatías entre los grupos de una población dada, en situación de vulnerabilidad, se denominan *efectos meteoro-tropicos* (Lecha, 2019).

Su génesis está dada por la acción física y directa de ciertas condiciones meteorológicas predisponentes, actuando simultáneamente a través de las distintas escalas de referencia meteorológica: desde la global hasta la local o de impacto, no producen las enfermedades; pero en dependencia de su intensidad y duración, así como de la capacidad de adaptación de la población expuesta, pueden catalizar la ocurrencia de diversas y masivas meteoropatías (incluyendo la muerte) entre los grupos de personas más vulnerables (Lecha, 2018).

Los efectos meteoro-tropicos incluyen, por supuesto, los efectos sobre la salud humana provocados por los fenómenos hidrometeorológicos peligrosos (huracanes, tornados, tormentas eléctricas, inundaciones, etc.), pero también abarcan otros procesos y/o condiciones meteorológicas que pueden producir impactos significativos sobre la salud humana, por ejemplo: los aumentos notables a corto plazo de la mortalidad asociada a algunas enfermedades crónicas o transmisibles.

En este caso se pueden incluir los efectos de las sensaciones térmicas extremas por calor o frío, de la contaminación atmosférica, de los cambios bruscos del estado del tiempo y los impactos de las sequías, todos capaces de afectar de manera importante la salud del hombre.

Los efectos meteoro-tropicos son predecibles gracias al desarrollo y validación satisfactoria de sistemas de alerta temprana para la salud humana basados en pronósticos biometeorológicos (Fernández y Lecha 2008; Zommers y Singh, 2014), de manera que se puede identificar y predecir con antelación suficiente la probabilidad de ocurrencia y la duración de los procesos o condiciones meteorológicas capaces de generar síntomas y meteoropatías diversas y masivas entre la población vulnerable a las influencias del estado del tiempo.

Con la ayuda de estos pronósticos del tiempo especializados: la población, las instituciones de salud, las autoridades de protección civil y los órganos de gobierno pueden diseñar y adoptar las acciones y

procedimientos requeridos para prevenir y mitigar los impactos del estado del tiempo sobre la salud humana, lo que contribuye de manera directa a disminuir la morbilidad y mortalidad diaria asociada a varias enfermedades crónicas y transmisibles de alta incidencia global, como las cardiovasculares, cerebrovasculares, respiratorias, el dengue o más recientemente la Covid-19, entre otras, cuya presencia o propagación tiene estrecha relación con el estado del tiempo. También se utilizan eficientemente en apoyo a las acciones de saneamiento y control de las poblaciones de vectores como el mosquito.

En este trabajo, se considera el caso particular de la hipertensión arterial, por ser una enfermedad crónica que ha alcanzado una alta prevalencia a nivel mundial y en Cuba registró una tasa de 228.5 casos/1,000 habitantes al cierre del año 2022, mayor en las mujeres (246.8 casos/1,000 hab.) que en los hombres (209.9 casos/1,000 hab.), afectando a cerca del 40 % de la población adulta en edad laboral y a más del 75 % de la población entre 60 y 64 años (MINSAP, 2023), por lo cual constituye uno de los factores de riesgo sanitario más importantes que incide en el aumento de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares en Cuba y en Brasil (Sauchay *et al.*, 2017; Sauchay, 2023).

La provincia de Villa Clara, donde se desarrolla el estudio, es una de las provincias más envejecida de Cuba, con una población mayor de 60 años de 190,975 habitantes en el año 2022 (MINSAP, 2023), cifra que representa casi el 25 % de la población total de la provincia.

Una oportunidad relevante para este trabajo surge con la posibilidad de realizar en Cuba la medición continua de parámetros fisiológicos relacionados con la tensión arterial, lo cual fue posible por el diseño y producción en el Instituto Cubano de Investigaciones Digitales (ICID), de un equipo portátil para el monitoreo ambulatorio de la presión arterial (MAPA). Estos equipos cumplen con las condiciones técnicas establecidas para su uso médico (CENETEC, 2005) y están diseñados para ser colocado de forma ambulatoria en personas que desarrollan su ritmo habitual de vida durante 24 a 48 horas, facilitando el registro digital y control continuo de los parámetros del sistema cardiovascular.

Con esta información se puede valorar el comportamiento del sistema cardiovascular, tanto en situaciones normales como durante la ocurrencia de sucesos extraordinarios que puedan afectar la salud del individuo, incluyendo la ocurrencia de los efectos meteoro-tropicos. El MAPA constituye una valiosa herramienta para estudiar la interacción paciente-entorno, en particular: para comparar sus observaciones con las condiciones meteorológicas influyentes e identificar los comportamientos anómalos de los indicadores cardiovasculares.

Otros aspectos metodológicos importantes aplicados en este trabajo son los conceptos y procedimientos contenidos en la Guía para los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo (AMA, 2017) que se utilizan en función del manejo adecuado de los desastres sanitarios por parte del Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (EMNDC), según se establece en la actualización del contenido de la Directiva No. 1 del Vice-Presidente del Consejo de Defensa Nacional (CDN, 2022).

Entonces, el estudio incorpora como objetivo central la posibilidad de evaluar experimentalmente el riesgo meteoro-tropical individual de una muestra de adultos cubanos de ambos sexos, susceptibles a la hipertensión arterial, si se conocen las vulnerabilidades asociadas a los factores de riesgo poco modificables, así como el nivel de peligro o amenaza individual que representan las condiciones meteorológicas influyentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La base experimental

El fundamento experimental del trabajo radica en las pruebas realizadas a 5,089 pacientes hipertensos sometidos al monitoreo ambulatorio de la presión arterial (MAPA) entre febrero de 2013 y diciembre de 2016, los cuales son atendidos en el Cardiocentro Ernesto "Che" Guevara de Villa Clara. La información de cada persona incluye sus datos personales básicos, la Historia Clínica, los valores de la presión arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) y la frecuencia cardíaca (FC), medidos cada 30 minutos y durante un período continuo de 24 horas.

La base de datos creada se procesó mediante un programa desarrollado a tales efectos por Vergara (2015), el cual efectuó el control de calidad de los datos, la representación gráfica de las mediciones obtenidas en las pruebas y calculó los principales estadígrafos de los indicadores cardiovasculares, diurnos y nocturnos (media, desviación estándar, máximos, mínimos y estructura percentil).

Con los valores obtenidos del MAPA se calculan nuevos índices, representativos del funcionamiento del sistema cardiovascular del paciente. Entre ellos: la presión diferencial o presión de pulso (*Pdif*), la presión arterial media (*Pmedia*), el índice de Kerdo (*IK*) y el doble producto (*DP*), los cuales se calculan por las expresiones siguientes:

$$Pdif = PAS - PAD \quad (1)$$

$$Pmedia = (PAS + PAD)/2 \quad (2)$$

El índice de Kerdo permite estimar el grado de actividad del sistema neurovegetativo y cuál parte

de este predomina (simpático o parasimpático). Se calcula por la fórmula siguiente:

$$IK = \left(1 - \frac{PAD}{FC}\right) \times 100 \quad (3)$$

Donde *PAS* y *PAD* mantienen el significado explicado antes, *FC* es la frecuencia cardíaca. Cuando los valores sean negativos ($IK < 0$) indicarán un predominio simpático; si los valores son positivos ($IK > 0$) representan el predominio parasimpático y el equilibrio simpático versus parasimpático está dado por los valores cercanos a cero (Sarduy et al., 2004).

El doble producto (*DP*) que se calcula por la expresión:

$$DP = PAS \times FC \quad (4)$$

También se determinó el tipo de hipertensión de cada paciente y las características de su ritmo circadiano, mediante la relación entre el promedio de la presión arterial sistólica medida durante el período de sueño con respecto al promedio medido durante el período de actividad despierto, como indica la expresión:

$$\text{Tipo HTA} = \left(\frac{\text{Promedio PAS dormido} \times 100}{\text{Promedio PAS despierto}}\right) - 100 \quad (5)$$

Las anomalías observadas durante el MAPA

Mediante los resultados del MAPA es posible conocer durante 24 horas o más la marcha continua de los siete indicadores cardiovasculares antes mencionados. Si ocurren comportamientos anómalos de dichos indicadores durante las pruebas, esto puede ser motivado por la influencia de varios factores externos, entre ellos las condiciones meteorológicas existentes. Por tanto, resulta válido plantear la hipótesis siguiente: *si el comportamiento anómalo de los indicadores cardiovasculares que ofrece el MAPA está asociado a la influencia de eventos, procesos o condiciones meteorológicas presentes durante las pruebas individuales, entonces el tipo y la cantidad de las anomalías que ocurran pueden reflejar el impacto de los efectos meteoro-tropicos.*

Lo anterior llevó a la necesidad de establecer un umbral de normalidad para todos los indicadores cardiovasculares, fuera del cual pudiera identificarse la presencia de comportamientos anómalos en cualquiera de ellos.

Según el contenido de la guía europea para el Manejo de la Hipertensión Arterial (citada por Piepoli et al., 2016), no existe un umbral de referencia único para las medidas de la presión arterial, pues el intervalo de normalidad cambia en función del procedimiento clínico habitual o para el monitoreo ambulatorio continuo. También este

umbral de normalidad cambia según otros aspectos de las distintas poblaciones, por lo cual la citada guía aclara que los intervalos de referencia sugeridos en esa publicación fueron estimados para una población europea, caucásica, adulta y no consideran el importante papel que tiene la frecuencia cardíaca en la definición clínica de una crisis hipertensiva, ya que en dependencia del ritmo cardíaco cambia de forma significativa el nivel real de estrés del sistema neurovegetativo (Montezano *et al.* 2015).

La Guía Cubana de Diagnóstico, Evaluación y Tratamiento de la Hipertensión Arterial fue actualizada recientemente para que se ajustara a las normas evaluativas de instrumentos como el AGREE (Assessment of Guidelines for REsearch and Education), que fue confeccionado para la evaluación de las guías de prácticas médicas” (CNHTA, 2017). De este documento se toman los conceptos básicos para el presente estudio, pero especialmente el límite superior del intervalo normal para la presión arterial que se acepta en Cuba, cuando expresa que:

“La presencia de hipertensión arterial (HTA) es definida para los adultos como la elevación de la PAS a 140 mm o más, PAD a 90 mm o más, o ambas condiciones”.

Entonces, el análisis de las posibles anomalías observadas durante las pruebas del MAPA se hizo agrupando los resultados por sexos y para los períodos de actividad diurna y nocturna. Son siete los indicadores cardiovasculares utilizados, que resulta el número máximo de anomalías posibles a detectar en cada período del día. Las anomalías observadas se estratificaron en cuatro categorías: *ninguna* para la no ocurrencia, *pocas* para las pruebas con una o dos anomalías, *algunas* cuando la ocurrencia fue de tres a cuatro anomalías y *muchas* cuando el MAPA reportó cinco anomalías o más.

Al comparar las anomalías con las condiciones meteorológicas influyentes durante las pruebas, entonces el análisis se estratificó solo por sexos y se contabilizó el total diario de las anomalías ocurridas en las pruebas. En este caso, la categoría *ninguna* sigue siendo para el cero absoluto, la de *pocas* abarcó hasta cuatro anomalías; la clasificación como *algunas* fue para la ocurrencia de cinco a ocho anomalías, y la categoría de *muchas* se aplicó a nueve anomalías o más, de 14 posibles.

El cálculo de los componentes del riesgo meteorotrópico

La metodología que se aplica en Cuba para los estudios de PVR estima los riesgos asociados a los desastres de origen natural mediante el cálculo del riesgo total (Rt), que tiene la expresión:

$$Rt = \sum_{t=1}^n Vt \times Pt \quad (6)$$

Donde Vt es la vulnerabilidad total y Pt es la representación del peligro total.

Desde este enfoque, el problema a resolver consistió en estimar objetivamente el riesgo individual de ocurrencia de crisis de salud en personas que padecen hipertensión arterial, con ayuda de los datos del MAPA, según la vulnerabilidad del paciente y conocido el peligro asociado a las condiciones meteorológicas.

Entonces, para estimar la vulnerabilidad individual se consideraron seis factores de riesgo poco modificables como representativos de sus vulnerabilidades específicas (edad, sexo, talla, peso, el índice de masa corporal y el tipo de ritmo circadiano); mientras que 11 variables meteorológicas fueron valoradas como posibles peligros para la salud de los pacientes durante las pruebas del MAPA.

Ahora, la expresión (6) puede ser escrita nuevamente en la forma siguiente:

$$Rmt = \sum_{t=1}^n Vmt \times Pmt \quad (7)$$

Donde, Rmt ahora representa el riesgo meteorotrópico de una persona que tiene la vulnerabilidad meteorotrópica total (Vmt), calculada a partir de la suma de las vulnerabilidades específicas evaluadas por sus seis factores de riesgo poco modificables; y que se expone al peligro meteorotrópico total (Pmt), dado por la suma de los peligros específicos correspondientes a las variables meteorológicas potencialmente influyentes.

Cálculo de las vulnerabilidades específicas (Ve)

La vulnerabilidad es un concepto muy amplio y entre las variadas opciones consultadas, se escogió la propuesta por Peña (2019), referida a la vulnerabilidad humana en casos de desastres o situaciones extraordinarias de origen natural, que define este tipo de vulnerabilidad como: *la falta de preparación o capacidad de las personas, familias o comunidades para enfrentar los eventos físicos peligrosos de origen natural.*

En Cuba, se considera como vulnerabilidad ante un desastre: *a la predisposición de sufrir pérdidas o daños, de los elementos bióticos o abióticos expuestos al impacto de un peligro de determinada severidad;* y se manifiesta en función de las condiciones físicas, económicas, sociales, políticas, técnicas, ideológicas, culturales, educativas, ecológicas e institucionales (AMA, 2017).

Por su parte (Piepoli *et al.*, 2016), propone evaluar la vulnerabilidad individual o colectiva: *mediante las características de una persona o grupo, desde*

el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural, implicando una combinación de factores que determinan el grado hasta el cual la vida y la subsistencia de alguien queda en riesgo por un evento distinto e identificable de la naturaleza o de la sociedad; enfoque que resultó muy apropiado para los objetivos de la investigación realizada.

Entonces, siguiendo este enfoque, la vulnerabilidad meteorológico-tropical individual se define como: *el grado de sensibilidad individual ante las influencias del estado del tiempo*; y se puede evaluar mediante una combinación de los factores de riesgo poco modificables que determinan el grado hasta el cual la vida y la subsistencia de alguien queda en riesgo por un evento, proceso o condición meteorológica identificable.

El expediente individual o Historia Clínica de cada paciente recoge un conjunto de datos personales como el sexo, peso, raza, edad, talla, los antecedentes patológicos personales (APP) y los antecedentes patológicos familiares (APF), que son elementos básicos a considerar cuando se evalúan los factores de riesgo individuales (FRI) poco modificables. Sin embargo, estos parámetros no son los únicos factores de riesgo para la salud humana. Existe una gran diversidad de factores de riesgo con capacidad de afectar la salud del hombre; pero de ellos: ¿cuáles son los que pueden cambiar en un corto intervalo de tiempo y producir una respuesta meteorológico-tropical?

En una primera aproximación a este problema, es válido asumir que los FRI poco modificables como el sexo, la raza, la edad, el peso, la talla, el índice de masa corporal y el tipo de hipertensión, definido según las características del ritmo circadiano, ofrecen información representativa de la vulnerabilidad individual ante la influencia de factores externos predisponentes, incluyendo a los efectos meteorológico-tropicales, siendo posible calcular la vulnerabilidad total (Vt) de cada persona mediante la expresión:

$$Vt = \sum_{e=1}^n Ve = V_{sexo} + V_{raza} + V_{edad} + V_{peso} + V_{talla} + V_{IMC} + V_{tipo RC} \quad (8)$$

El índice de masa corporal (IMC) es una combinación del peso y la talla, lo cual integra en un mismo elemento dos componentes biofísicos importantes, y se calcula mediante la expresión:

$$IMC = \text{Peso} / (\text{Talla})^2 \quad (9)$$

Donde el peso se expresa en Kg y la talla del individuo en metros.

Una vez organizada la base de datos individuales se calcularon los estadígrafos fundamentales de cada

una de las vulnerabilidades específicas, a saber: la media, desviación estándar, máximos, mínimos y la estructura percentil. El sexo se utilizó como variable discriminante para hacer el análisis diferenciado de la muestra. Por último, se categorizaron las series de todos los FRI para realizar el análisis de correspondencia con las cuatro categorías de las anomalías observadas.

Varias guías recientes para el manejo de la hipertensión arterial (HTA) recomiendan considerar otros factores de riesgo como parte del análisis de las vulnerabilidades individuales, pero en la actualidad no se dispone de datos suficientes en Cuba para analizar la influencia del colesterol, el estrés o la influencia de las comorbilidades, entre otros posibles FRI.

Tampoco se incluyó la valoración de otras vulnerabilidades como el hábito de fumar y el consumo de alcohol, hasta que se alcance un consenso satisfactorio sobre cómo evaluar numéricamente su daño o efecto individual.

Cálculo de los peligros específicos (Pe)

Para la evaluación del peligro asociado a los eventos, procesos o condiciones meteorológicas que pueden provocar efectos directos o indirectos sobre la salud humana, se aplicó un procedimiento metodológico similar, basado en la ocurrencia de las anomalías observadas durante las pruebas del MAPA, pero considerando en este caso que: *ante la ausencia otros factores externos influyentes durante las pruebas del MAPA, las anomalías presentes en el comportamiento de los indicadores cardiovasculares individuales pueden reflejar la magnitud del peligro asociado a los efectos meteorológico-tropicales.*

Cuando se realiza el cálculo del peligro se está dando respuestas en términos probabilísticos a las preguntas: donde, cuándo y cómo va a ocurrir el evento, proceso o condición meteorológica peligrosa.

El peligro potencialmente asociado a las condiciones meteorológicas existentes durante los días en que se realizó el MAPA, abarcó el período comprendido desde el 1 de enero de 2013 hasta el 31 de diciembre de 2016 y consideró las siguientes variables:

- a. La clasificación diaria de los tipos de situaciones sinópticas (TSS) influyentes sobre Villa Clara, según la metodología propuesta por Lapinel (1988), a saber:

TSS I: Influencia cercana del anticiclón oceánico.

TSS II: Influencia lejana del anticiclón oceánico.

TSS III: Débil gradiente de presión.

TSS IV: Ciclón tropical.

TSS V: Ondas y hondonadas.

TSS VI: Ciclones extratropicales.

TSS VII: Sistemas Frontales.

TSS VIII: Anticiclones continentales.

- b. El tipo de estado del tiempo diario (ETD) observado en Santa Clara y clasificado según propone Lecha (1998) en los 13 tipos siguientes:

ETD I: Días muy cálidos y muy húmedos, subtipos con y sin viento.

ETD II: Días muy cálidos y poco húmedos.

ETD III: Días cubiertos, cálidos.

ETD IV: Días lluviosos, cálidos.

ETD V: Días nublados cálidos, subtipos con y sin precipitación.

ETD VI: Días cálidos, soleados y húmedos, subtipos con y sin precipitación.

ETD VII: Días cálidos, despejados y poco húmedos.

ETD VIII: Días con cielo cubierto, frescos o fríos.

ETD IX: Días lluviosos, frescos o fríos.

ETD X: Días nublados, frescos o fríos, subtipos con y sin precipitación.

ETD XI: Días frescos o fríos, soleados y húmedos, subtipos con y sin lluvia.

ETD XII: Días fríos, despejados y poco húmedos.

ETD XIII: Días muy fríos, subtipos con y sin viento.

- c. Los valores de 11 elementos meteorológicos medidos o calculados en la estación meteorológica de Santa Clara (el Yabú):

La diferencia en 24 horas de la densidad parcial del oxígeno del aire a las 12 GMT (el índice DOA), expresada en gramos por metro cúbico (g/m^3).

La temperatura del aire a las 12:00 GMT en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

La temperatura máxima y mínima del día en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

La tensión del vapor de agua del aire a las 12:00 GMT en (hPa).

La humedad relativa del aire a las 12:00 GMT en por ciento (%).

La rapidez del viento a las 18:00 GMT en Km/h.

La presión atmosférica al nivel medio del mar a las 12:00 GMT en hPa.

La nubosidad media diaria en octavos de cielo cubierto.

La humedad relativa media diaria en por ciento (%).

La rapidez media diaria del viento en Km/h.

La precipitación acumulada en el día expresada en mm.

El valor del índice DOA es el parámetro principal que se utiliza en los servicios de pronóstico biometeorológico y se calcula por la fórmula de Ovcharova (1981), dada por la expresión:

$$\rho_{O_2} = 80.51 \times \frac{P-e}{T+273} \quad (10)$$

Donde,

ρ_{O_2} : es la densidad parcial de oxígeno en el aire en g/m^3 .

P: es la presión atmosférica reducida al nivel medio del mar en hPa.

e: es la tensión del vapor de agua en hPa.

T: es la temperatura del aire en grados Celsius

La magnitud y el signo del valor del índice DOA determinan objetivamente las características biometeorológicas del denominado “cambio de tiempo”, el cual puede estar dado por días con poco cambio del índice DOA (neutrales), con aumento del oxígeno del aire (hiperoxia) o con disminución del mismo (hipoxia). En la [Tabla 1](#) se explican la cualidad del cambio de tiempo, su magnitud y el nivel de contraste.

Una vez organizada y sincronizada la base de datos meteorológicos con los días en que hubo MAPA, se realizó el mismo procedimiento aplicado para estimar las vulnerabilidades individuales: se calcularon los principales estadígrafos de cada variable, sus histogramas y se categorizaron los valores para realizar el análisis de correspondencia contra las anomalías observadas.

La relación entre las vulnerabilidades, los peligros y las anomalías

A partir del supuesto de que el análisis de correspondencia entre los FRI, las variables meteorológicas y las anomalías demuestre que existen relaciones estadísticamente fundamentadas entre ellos, se utilizará el programa *TabCont* (Lugo, 2012) para hacer el análisis 2D (por pares de variables) y calcular las frecuencias de ocurrencia de las múltiples interrelaciones posibles entre los FRI, las variables meteorológicas y las cuatro categorías en que se agruparon las anomalías de los siete indicadores cardiovasculares que ofrece el MAPA.

De esta forma se obtienen hasta 68 tablas de contingencia con las frecuencias relativas de los intervalos de interconexión formados por las interacciones (entre pares) de los seis elementos de vulnerabilidad individual y los 11 parámetros meteorológicos, versus las cuatro categorías de las anomalías; y resulta posible plantear la nueva hipótesis siguiente: *si existe una relación objetiva entre las vulnerabilidades individuales, los parámetros meteorológicos y las anomalías ocurridas durante las pruebas del MAPA, entonces la suma de las frecuencias de ocurrencia de los casos*

Tabla 1. Características del denominado “cambio de tiempo” en 24 horas.

Cualidad del cambio de tiempo	Valor del índice DOA	Magnitud del contraste en 24 h	Nivel de Peligro
Hipoxia fuerte	< -6.0 g/m3	Fuerte	Alto
Hipoxia moderada	-4.1 a -6.0	Moderado	Medio
Hipoxia débil	-2.1 a -4.0	Débil	Bajo
Condiciones neutras	-2.0 a 2.0	Ninguno	Ninguno
Hiperoxia débil	2.1 a 4.0	Débil	Bajo
Hiperoxia moderada	4.1 a 6.0	Moderado	Medio
Hiperoxia fuerte	> 6.0	Fuerte	Alto

con más anomalías puede ser representativa de la vulnerabilidad individual y de la incidencia de los peligros externos (incluyendo los efectos meteorotrópicos), actuando como elementos predisponentes que justifican las anomalías ocurridas.

RESULTADOS

Características de la muestra

Los resultados del monitoreo ambulatorio de la presión arterial ofrecen valiosa información sobre el funcionamiento del sistema cardiovascular del paciente, a partir de los valores de los tres parámetros medidos directamente (PAS, PAD y FC), más los cuatro calculados después (Pmedia, Pdif, el doble producto y el índice de Kerdo).

Cada fichero individual contiene los datos personales necesarios para identificar al paciente y las lecturas cada 30 minutos de todos los indicadores

que se obtienen o calculan a partir del MAPA fueron procesadas mediante el programa *TabCont*, comenzando por el control de calidad, que detecta y elimina las observaciones con errores, calcula una tabla de hasta 48 valores con todos los indicadores cardiovasculares que se obtienen en las pruebas, separando el período diurno del nocturno y dando los estadígrafos principales de los indicadores en ambos períodos del día. El programa permite representar los resultados individuales mediante gráficos con las marchas de los diferentes indicadores cardiovasculares (Fig. 1), lo cual permitió identificar visualmente las anomalías ocurridas durante las pruebas.

Los resultados en forma gráfica de la prueba de este paciente, mostraron comportamientos anómalos de todos sus indicadores cardiovasculares entre las 17:30 horas del día 1 de junio de 2015 y la 01:30 horas del día 2, con una nueva subida de la PAS y de la frecuencia cardíaca a partir del amanecer del día 2.

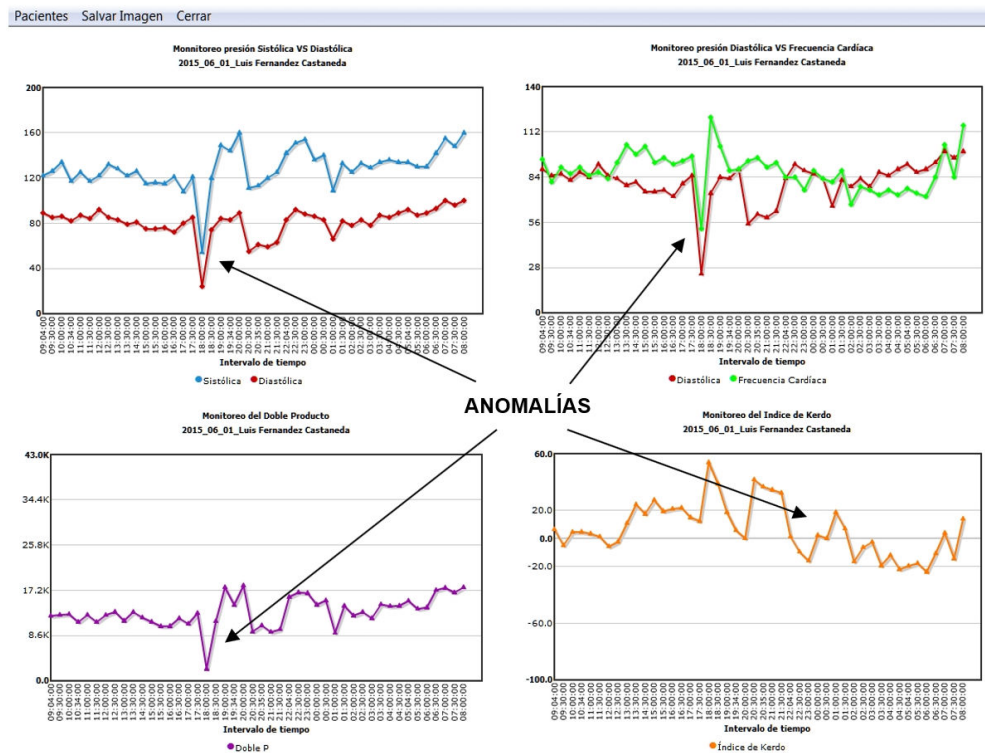


Figura 1. Resultados del MAPA de paciente con anomalías (01/06/2015).

Este proceder se aplicó a todas las pruebas individuales y el número inicial de 5089 expedientes del MAPA fue disminuyendo por varias razones. Primero se eliminaron 1628 pruebas (32 %) por errores diversos en los datos, fallos de las baterías o manipulación incorrecta del equipo, quedando la muestra reducida a 3461 exámenes diarios válidos.

Después siguió disminuyendo porque 97 expedientes (2.8 %) fueron pruebas repetidas a los mismos pacientes en diferentes momentos del período estudiado y 318 (9.2 %) no contaron con el control de las actividades realizadas durante el MAPA, por lo que se eliminaron también y la muestra se redujo a 3046 adultos de ambos sexos, de los cuales 1667 fueron hombres y 1379 mujeres, para el 54.7 % y 45.3 %, respectivamente.

Por último, al realizar el control de actividades se detectó la presencia de factores externos no meteorotrópicos durante las pruebas en 514 hombres y 430 mujeres, disminuyendo los casos nuevamente hasta 1153 hombres y 949 mujeres, pero con la garantía que las anomalías que pudieran ocurrir durante sus pruebas podían ser atribuidas a la presencia de efectos meteorotrópicos.

De esta forma se logró cumplir una premisa importante establecida en la hipótesis inicial, sobre el control de los factores externos influyentes durante las pruebas, quedando excluidos los no meteorotrópicos; pero a cambio disminuyó el tamaño de la muestra experimental.

Características de los factores de riesgo individuales

Los histogramas de los factores de riesgo individuales (FRI) tienen diferencias significativas entre ambos sexos, especialmente en los casos de la edad, el peso y la talla. Esto indicó la necesidad de procesar por separado los datos, según el sexo del paciente, para asegurar la representatividad estadística del análisis.

Los histogramas de la Fig. 2 muestran la distribución estadística de cada factor de riesgo individual, e incluye las diferencias entre los promedios de cada factor de riesgo, por sexos, con respecto a la media general de la muestra conjunta.

La muestra femenina tiene pesos, tallas y tipos de ritmos circadianos entre 5 % y 11% inferiores a los de la muestra general; pero sucede lo contrario con la edad. El promedio del índice de masa corporal (IMC) es muy parecido al de la muestra total para ambos sexos.

En la práctica médica española y cubana la clasificación del tipo de hipertensión se hace en cinco categorías, de acuerdo al patrón circadiano de presión arterial de los pacientes (Tabla 2). En la medida que el resultado de la fórmula (5)

aumenta positivamente, también aumenta el riesgo cardiovascular del paciente; y estos casos resultan los más vulnerables y complejos, porque sus máximos diarios de la PAS ocurren durante el período del sueño y la persona no se percata que puede estar sufriendo una crisis hipertensiva.

Este hecho es importante, porque la eliminación urinaria de albúmina (EUA) es un marcador de daño renal que ha sido claramente identificado como predictor de morbilidad y mortalidad cardiovascular, tanto en pacientes hipertensos como en la población general (Calvo et al., 2008).

Según estos autores, la clasificación del individuo hipertenso por el comportamiento de su ritmo circadiano, resulta relevante para los propósitos de la investigación realizada, porque el filtrado glomerular aumenta o disminuye significativamente en función de los cambios en la profundidad de la presión arterial sistólica, por lo cual la profundidad de la PAS es el indicador del MAPA más relevante como precursor de la enfermedad renal progresiva.

En otro trabajo similar, Hermida et al. (2008) concluyen que:

“Una profundidad menor del 10% (patrón *no-dipper*) y sobre todo la elevación nocturna de la presión arterial (patrón *riser*) están asociados con un aumento en la incidencia de los accidentes vasculares cerebrales (AVC) en España”. Y por esta razón afirman que: “aumentar la profundidad hacia un patrón más *dipper* mediante la Cronoterapia disminuye el riesgo de AVC.”

Los histogramas del tipo de hipertensión, calculado según las características del ritmo circadiano muestran una estructura parecida entre ambos sexos (Fig. 3), siendo el tipo más frecuente el “no profundo” con 44.1 %, seguidos del tipo “profundo” con 36.3 %. La mayor diferencia se encontró en los individuos “elevados” con 17.1 % en la muestra femenina y 14.2 % en la masculina, mientras que la frecuencia del tipo de hipertensión “muy profundo” tuvo casi el mismo valor en ambos sexos, alrededor de 3.7 %.

El cálculo de las anomalías detectadas durante las pruebas

Los valores de referencia de los percentiles seleccionados, los máximos y mínimos de cada uno de los siete indicadores cardiovasculares, obtenidos del conjunto integrado de la muestra experimental y para las etapas del sueño nocturno y de actividad diurna, se muestran en la Tabla 3. Esta constituye la línea base imprescindible para poder identificar los comportamientos anómalos que pudieran tener estos indicadores durante las pruebas del MAPA.

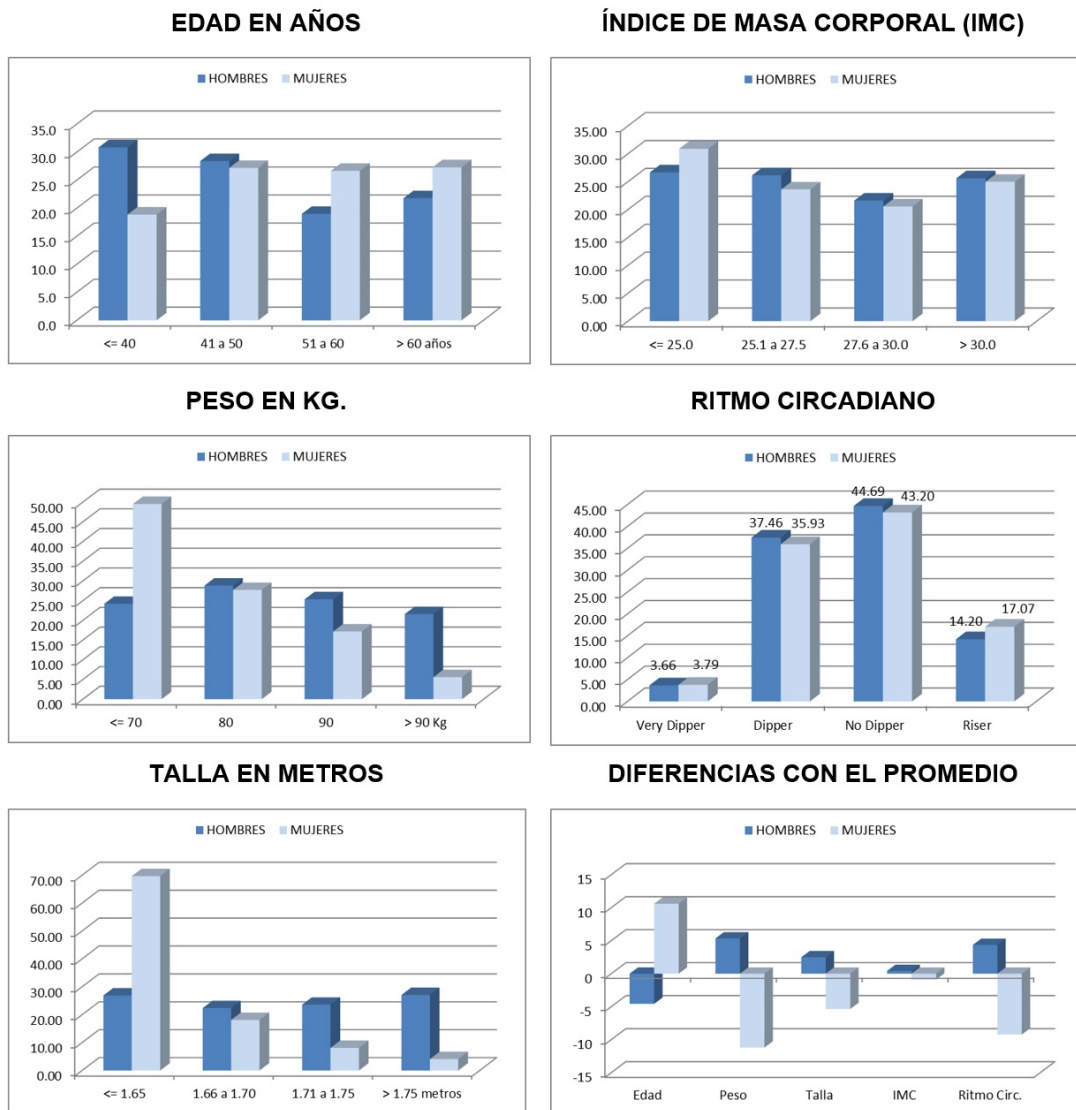


Figura 2. Histogramas de los factores de riesgo, por sexos.

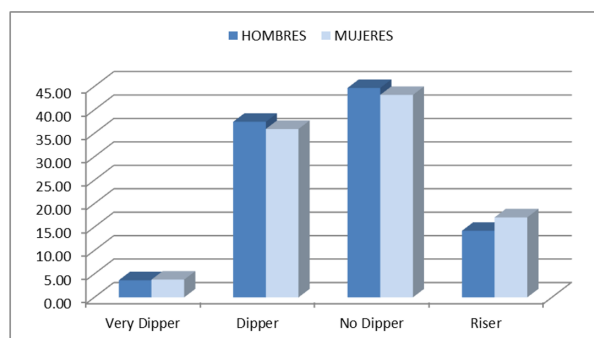


Figura 3. Histogramas del tipo de hipertensión, por sexos.

Tabla 2. Clasificación del tipo de paciente hipertenso, según el patrón circadiano.

Relación entre los promedios nocturno y diurno de la PAS en la fórmula (5)	Clasificación del tipo de paciente
Mayor a 10.0 %	Elevado Extremo (Extreme Riser)
0.1 a 10.0 %	Elevado (Riser)
0.0 a -10.0 %	No Profundo (No Dipper)
-10.1 a -20.0 %	Profundo (Dipper)
Menor a -20.0 %	Muy Profundo (Very Dipper)

Los límites superiores del umbral aceptado como normal de las presiones arteriales sistólica y diastólica durante la etapa de actividad diurna es 140/90 mm de Hg y de 130/80 mm de Hg en la etapa del sueño nocturno. Luego, es evidente que los resultados de la muestra experimental no permiten asumir los percentiles 33 y 66 como representativos, por lo que se modificó la premisa inicial, basada en los resultados de los estudios nacionales de PVR y se adoptaron los percentiles 25 y 75 como límites de normalidad para las variaciones diurnas y nocturnas de la presión arterial en la muestra experimental.

Finalmente, se consideraron anómalos los valores del binomio PAS/PAD inferiores a 107/59 durante el sueño o inferiores a 118/69 en la etapa diurna; al igual que los valores del binomio PAS/PAD por encima de 126/73 durante el sueño o superiores a 136/82 por el día.

Del comportamiento del binomio PAS/PAD dependen los demás indicadores cardiovasculares, por lo que se pudo lograr la identificación y clasificación segura de las anomalías que ocurrieron en las pruebas

individuales durante el MAPA, tanto en la etapa nocturna como diurna y según el sexo de los pacientes. Además, para conocer la posible influencia de factores externos potencialmente predisponentes para la ocurrencia de anomalías, se realizó un control individual de las actividades realizadas durante todo el período de la prueba.

De esta forma, también se garantizó una mejor concordancia con los criterios umbrales de la presión arterial normal vigentes en Cuba, lo cual unido a su uso en una muestra amplia de la población cubana adulta de ambos sexos, aseguró su representatividad clínica y demográfica.

Ponderación de las vulnerabilidades específicas

El análisis de correspondencia entre las cuatro categorías de las anomalías y cada uno de los FRI se realizó por separado, según los sexos. La [Tabla 4](#) resume los resultados obtenidos, los cuales confirmaron la validez estadística de las relaciones en todas las valoraciones realizadas.

Tabla 3. Valores de referencia de cada indicador cardiovascular en la muestra integrada.

Estadígrafos	PAS	PAD	Pdif	Pmed	FC	Kerdo	DProd
ETAPA NOCTURNA							
Mínimos	79	20	21	62	36	-91.08	3827
Percentil 25	107	59	43	84	59	-15.59	6534
Percentil 33	110	62	45	86	61	-10.88	6849
Percentil 50	115	66	49	91	65	-2.10	7488
Percentil 66	122	70	53	95	69	5.95	8164
Percentil 75	126	73	56	99	71	10.47	8639
Máximos	189	117	118	148	123	79.17	14726
ETAPA DIURNA							
Mínimos	90	25	26	73	46	-97.62	5326
Percentil 25	118	69	45	93	70	-9.80	8521
Percentil 33	121	71	46	95	72	-5.19	8935
Percentil 50	126	75	50	99	77	2.27	9741
Percentil 66	132	79	55	104	81	8.85	10503
Percentil 75	136	82	58	107	84	12.49	10987
Máximos	199	129	117	162	119	78.07	17277

Tabla 4. Resultados del análisis de correspondencia entre las anomalías y los FRI.

MUJERES					
Variables	Grados de Libertad	Umbral Crítico (p = 0.0500)	Valor de Chi-Cuadrado	Prob. p	Cumple
Edad	12	21.0261	26.5591	0.0090	Sí
Peso	9	16.9190	65.5229	0.0000	Sí
Talla	12	21.0261	28.9986	0.0040	Sí
IMC	12	21.0261	50.2067	0.0000	Sí
Tipo RC	12	21.0261	118.2220	0.0000	Sí
HOMBRES					
Variables	Grados de Libertad	Umbral Crítico (p = 0.0500)	Valor de Chi-Cuadrado	Prob. p	Cumple
Edad	12	21.0261	87.5507	0.0000	Sí
Peso	9	16.9190	61.8171	0.0000	Sí
Talla	12	21.0261	27.0889	0.0075	Sí
IMC	12	21.0261	52.8084	0.0000	Sí
Tipo RC	12	21.0261	121.3980	0.0000	Sí

Una vez confirmada la validez del uso de las anomalías ocurridas durante el MAPA como elemento índice para ponderar las vulnerabilidades específicas individuales, se realizó el análisis 2D por pares de variables mediante el programa *TabCont*, cuyas salidas brindaron las frecuencias relativas de las 20 interacciones posibles para cada sexo entre las cuatro categorías de las anomalías y los cinco FRI.

Las estructuras de las combinaciones de las anomalías versus cada FRI fueron diferentes y también lo fueron las características de las combinaciones entre mujeres y hombres. Como regularidad, en todas las combinaciones predominaron los casos sin anomalías, con magnitud de 74 % en la muestra femenina y 72 % en la masculina, lo que resultó un hecho muy significativo (Fig. 4).

Entonces, la suma de las frecuencias relativas de los tres intervalos con anomalías fue el criterio adoptado para definir las vulnerabilidades específicas en cada caso. Los pacientes se considerarán vulnerables en diferente grado, según el número total de anomalías detectadas durante el MAPA y ya este constituye un elemento práctico muy importante para el futuro desarrollo de esta línea de trabajo, por cuanto se trata de valores estandarizados, con magnitud entre 0 y 1, comparables entre sí y entre muestras de diversos orígenes, lo que constituye un requerimiento esencial para su tratamiento estadístico y en la práctica médica diaria.

Por último, los valores de cada vulnerabilidad específica en los diferentes intervalos de los FRI se ajustaron al comportamiento de funciones matemáticas conocidas, mediante las facilidades de proceso estadístico incluidas en el programa MS Excel, logrando establecer un modelo estadístico preliminar en todos los casos y con coeficientes cuadráticos satisfactorios (Tabla 5).

De esta forma se calcularon las vulnerabilidades específicas y totales de todos los integrantes de la muestra experimental, por sexos, en las cuales se aprecian varios aspectos de interés (Figura. 5).

El peso, el índice de masa corporal (IMC) y el tipo de ritmo circadiano tienen las mayores vulnerabilidades específicas, incluso varias personas obesas y ancianos con más de 80 años, fueron acotados a la unidad porque sus valores respectivos excedieron el máximo admisible de la variable. Los pesos relativos de las vulnerabilidades específicas de la edad y la talla son más bajos y tienen menor variabilidad que los otros FRI, tanto en las mujeres como en los hombres.

También es válido destacar que la vulnerabilidad promedio de la edad de las mujeres es ligeramente superior a la correspondiente a los hombres. Entre los hombres la vulnerabilidad específica del peso tiene una variabilidad muy superior a la femenina, indicando la presencia de numerosos obesos entre los hombres; lógicamente, este mismo resultado también

se observa en la vulnerabilidad del IMC. Por último, el comportamiento de las vulnerabilidades específicas según el tipo de ritmo circadiano tuvo una estructura similar para ambos sexos, con alta variabilidad entre los individuos.

En general, la muestra del sexo masculino resultó más vulnerable, hecho que se justifica por las diferencias entre ambos sexos que existen en las características del peso y del índice de masa corporal. El máximo de la vulnerabilidad total de los pacientes varones fue de 3.46 puntos (57.6 %) y en la muestra femenina llegó hasta 3.22 puntos (53.7 %).

Estimado del peligro asociado a las influencias meteorológicas

Los días con posibles afectaciones por efectos meteoro-tropicos no ocurrieron todos los días que se efectuó el MAPA y esto provocó la reducción de la muestra experimental hasta 1553 individuos, de los cuales 875 fueron hombres y 678 mujeres, para el 56.3 % y 43.7 %, respectivamente, de la muestra válida.

Por esta razón, las series de los datos a comparar no se filtraron según el sexo de los pacientes ni según el período diurno o nocturno; y todas las variables meteorológicas se categorizaron para efectuar el análisis de correspondencia.

El primer nivel de significación escogido en la tabla de la función Chi-Cuadrado fue ($p=0.05$), pero solo la relación entre las anomalías y la presión atmosférica reducida al nivel medio del mar, medida a las 12 GMT, se aproximó a dicho umbral de significación estadístico. Se realizaron entonces varias pruebas sucesivas variando el nivel de significación del análisis de correspondencia, pues cuanto mayor sea el valor real de p , más débil será la evidencia de que existe un vínculo entre las anomalías y los parámetros analizados, pero eso no significa que la relación no existe.

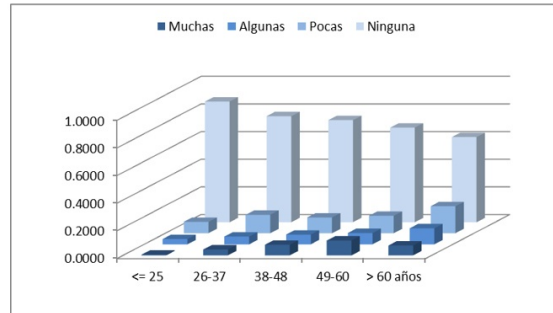
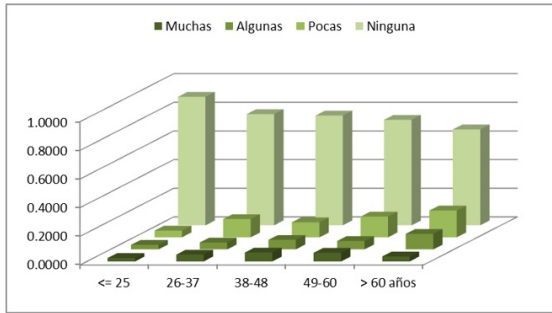
En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos para un nivel de significación de $p=0.975$. Todos los procesos y variables cumplieron con rechazar la hipótesis nula y definen una relación con las anomalías observadas durante las pruebas, pero no con el alto nivel de significación que hubiera sido deseado.

El análisis bivariado entre las anomalías y los elementos meteorológicos aislados se realizó después de estratificar los datos de cada elemento meteorológico en conjuntos de hasta siete intervalos de clase, los cuales se relacionaron con los cuatro conjuntos en que se dividen las anomalías ocurridas durante el MAPA. Esto equivale a 28 combinaciones posibles por elemento y las salidas del programa dieron como frecuencias predominantes las categorías de *ninguna* y *pocas* anomalías, por lo que la suma de ambas frecuencias se utilizó como el valor para ponderar el peso relativo de cada peligro específico.

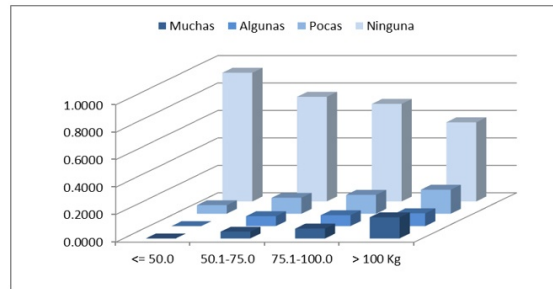
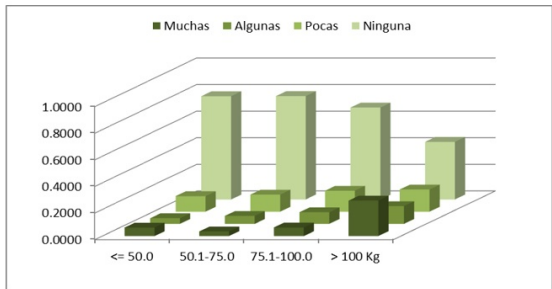
MUESTRA FEMENINA

MUESTRA MASCULINA

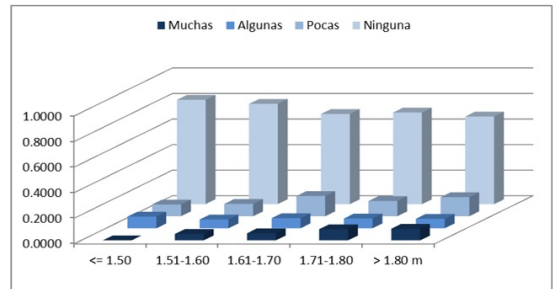
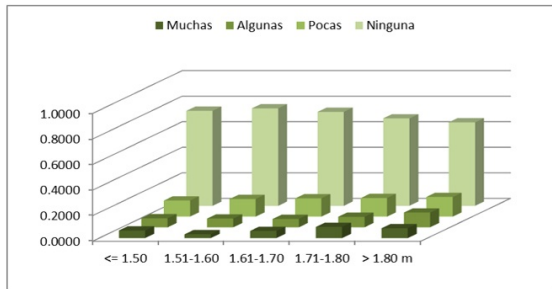
EDAD



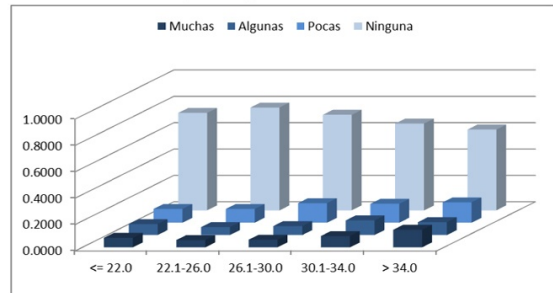
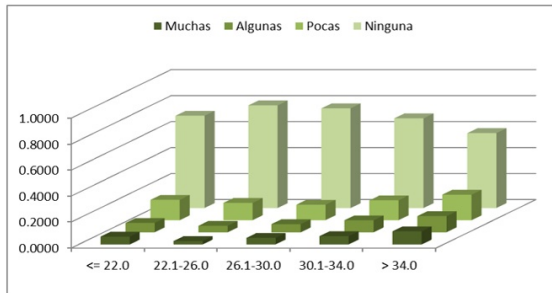
PESO



TALLA



ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC)



TIPO DE RITMO CIRCADIANO

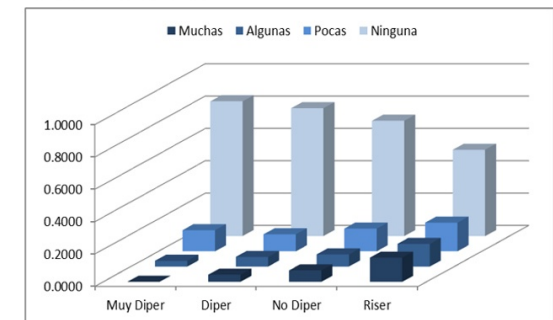
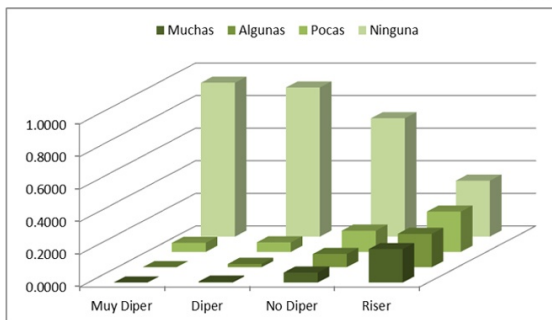


Figura 4. Relación entre los factores de riesgo y las anomalías observadas.

Tabla 5. Funciones para estimar las vulnerabilidades específicas (Ve).

SEXO	Coef. R ²	Función matemática de mejor ajuste
Mujeres		Se aplica un valor constante de 0.5536
Hombres		Se aplica un valor constante de 0.4464
EDAD		
Mujeres	0.8595	$Y = 0.0044 \times X + 0.0424$
Hombres	0.9576	$Y = 0.0054 \times X + 0.0355$
PESO		
Mujeres	0.9954	$Y = 0.0647 \times X^2 - 0.2121 \times X + 0.375$
Hombres	0.9576	$Y = 0.0052 \times X - 0.1253$
TALLA		
Mujeres	0.9445	$Y = 0.8814 \times X^2 - 2.6493 \times X + 2.2378$
Hombres	0.8701	$Y = 0.3275 \times X - 0.2822$
IMC		
Mujeres	0.9839	$Y = 0.002 \times X^2 - 0.1011 \times X + 1.5171$
Hombres	0.9224	$Y = 0.0008 \times X^2 - 0.0368 \times X + 0.6541$
TIPO RC		
Mujeres	0.9971	$Y = 0.0005 \times X^2 + 0.0247 \times X + 0.3672$
Hombres	1.0000	$Y = 0.0002 \times X^2 + 0.0112 \times X + 0.3368$

En este caso y por la falta de homogeneidad del tipo de peligro potencial asociado a los eventos, procesos y variables meteorológicas involucradas, estas sumas no fueron utilizadas directamente para estimar los peligros específicos, sino que fue definido un nuevo indicador denominado **factor de impacto biotrópico (FIB)**, el cual resultó mucho más representativo de la relación entre las influencias meteorológicas y las anomalías individuales observadas.

El **FIB** se calcula dividiendo la suma de las frecuencias de las categorías con *algunas* y *muchas* anomalías, sobre la frecuencia esperada del intervalo de interconexión correspondiente. Por ejemplo, la ocurrencia de temperaturas muy frías, inferiores a los 13°C a las 12:00 GMT, tiene una frecuencia de *muchas* anomalías de 0.1250 y para *algunas* anomalías la frecuencia es de 0.3125, de manera que la suma de ambas frecuencias es 0.4375. Sin embargo, tales días ocurren en la muestra con una frecuencia muy baja, de solo 0.0103, por lo que al dividir se alcanza un **FIB** elevado, equivalente a:

$$FIB = \frac{0.4375}{0.0103} = 42.4757 \quad (11)$$

Que es un valor representativo del impacto biotrópico poco frecuente de esa condición meteorológica, pero como caso inverso: cuando la frecuencia de *muchas* y *algunas* anomalías asociadas al intervalo de temperatura de 19.1°C a 22.0°C es de 0.3374, como dicho rango fue muy frecuente en la muestra y tiene una frecuencia relativa de 0.3645, o sea, más de la tercera parte de los casos. Entonces el **FIB** sería igual a:

$$FIB = \frac{0.3374}{0.3645} = 0.9257 \quad (12)$$

Que es un valor pequeño, sin impacto biotrópico apreciable.

De esta forma, los valores del **FIB** de los diferentes elementos meteorológicos analizados son una expresión objetiva de los peligros específicos (*Pe*) y se deben expresar igual que las vulnerabilidades específicas (*Ve*), mediante un número comprendido entre 0 y 1. Por esta causa y para garantizar una apreciación estándar de su variabilidad, así como la comparación entre los diferentes peligros, en los casos que fue requerido, los valores del **FIB** fueron ajustados mediante coeficientes empíricos y se expresan hasta el cuarto lugar decimal.

Sin embargo, el proceso realizado tiene varios pasos importantes, no por su complejidad matemática, sino porque se trata de llegar a definir un parámetro que exprese objetivamente la magnitud y duración del peligro asociado a los elementos meteorológicos individuales. Como ejemplo demostrativo a continuación se muestra el proceso con las temperaturas máximas diarias del aire, correspondientes a los mismos días del MAPA.

Inicialmente se confecciona la tabla de contingencia con el número de casos de cada uno de los intervalos de interconexión que expresan la relación entre las anomalías observadas durante el mapa y la temperatura máxima (Tabla 7).

A continuación, se calculan las frecuencias relativas correspondientes, tomando como referencia el total de casos de cada columna, o sea, según los intervalos de clase de la temperatura máxima (Tabla 8), de manera que el resultado del primer intervalo de clase de la primera columna de la tabla sería: $0 \div 2 \times 100 = 0.00$, el segundo sería $1 \div 2 \times 100 = 0.50$, y así sucesivamente hasta abajo, donde se suma la columna.

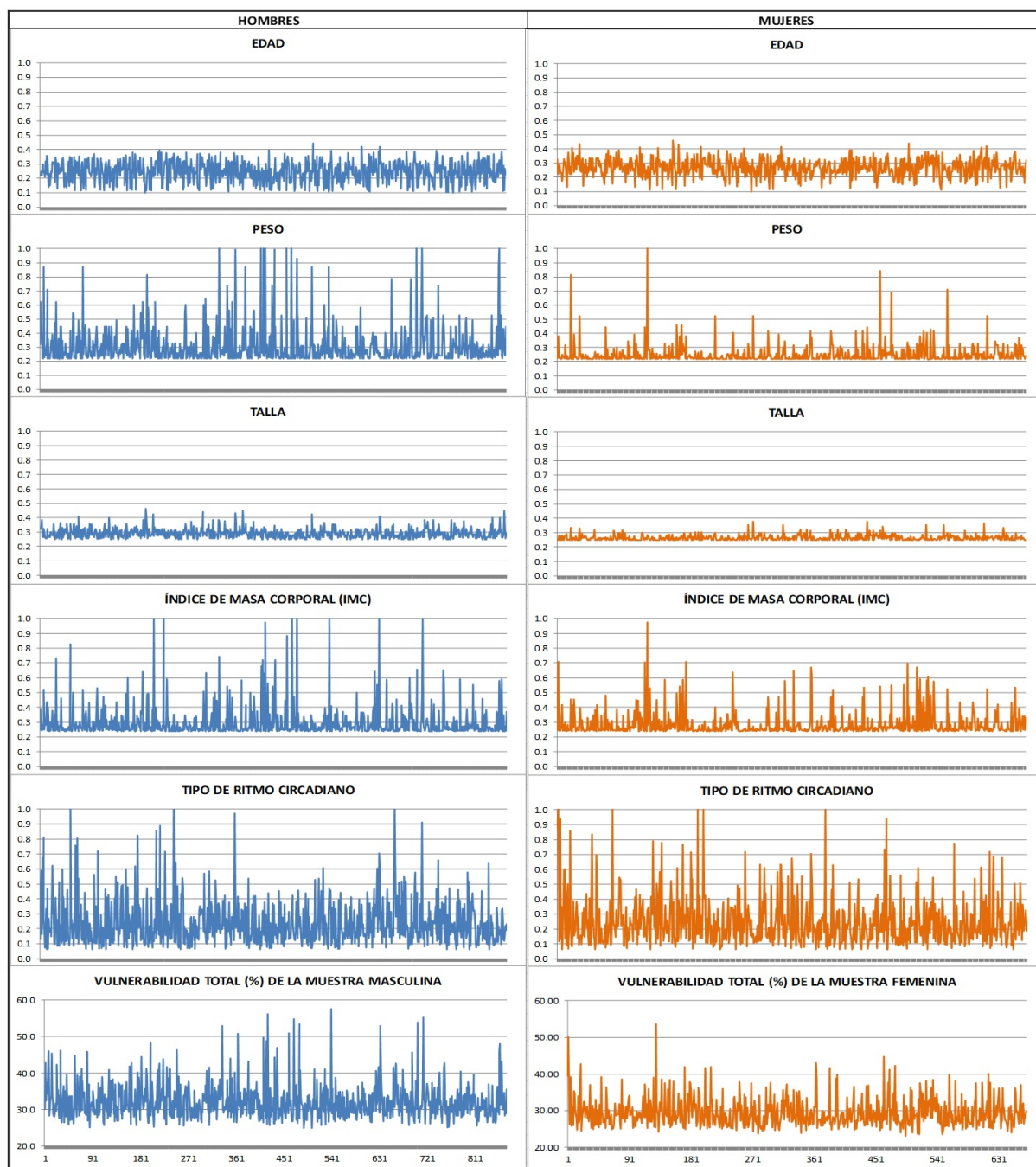


Figura 5. Estimado de las vulnerabilidades específicas y total, por sexos.

Tabla 6. Resultados del análisis de correspondencia entre las anomalías, los procesos y elementos meteorológicos para significación de $p=0.975$.

Elementos meteorológicos	Grados Libertad	Umbral Crítico	Valor Chi-Cuadrado	Prob. p	Cumple
Presión 12 GMT	12	4.4038	21.6249	0.0420	Sí
ETD (5 tipos)	12	4.4038	19.9447	0.0682	Sí
Índice DOA 24 horas	18	8.2308	24.5268	0.1386	Sí
ETD (18 subtipos)	45	28.3756	49.4658	0.2997	Sí
Temp. Aire 12 GMT	12	4.4038	13.6061	0.3266	Sí
Temp. Mínima	6	1.2373	6.6952	0.3500	Sí
TSS (19 subtipos)	51	32.3574	49.5307	0.5322	Sí
DOA 12 GMT	12	4.4038	10.9429	0.5338	Sí
TSS (8 tipos)	21	10.2829	19.3657	0.5617	Sí
Temp. Máxima	6	4.4038	4.8155	0.5677	Sí

El cálculo del **FIB** para cada intervalo de la variable seleccionada se efectúa sumando las frecuencias de muchas y algunas anomalías (50.0 para la primera columna de la **Tabla 7**) y se divide por la frecuencia general del primer intervalo de la **Tabla 6** (que es ≤ 20.0 y equivale a 0.1288), dando como resultado: 388.20, el cual es un valor muy peligroso.

Este proceso se repitió para los demás elementos meteorológicos, dando como resultado los valores del **FIB** que se muestra en la **Tabla 9**.

Son seis las variables con **FIB** medio superior a 10 puntos, destacándose las temperaturas extremas diarias del aire como las más peligrosas, seguidas por la presión atmosférica a las 12:00 GMT (7 am hora local), pero según el comportamiento del **FIB** a lo largo del rango de valores que puede tomar cada elemento meteorológico, se puede diferenciar el impacto del peligro meteorológico: varios son los elementos cuya peligrosidad aumenta hacia los extremos de su distribución estadística, siendo en algunos casos mayor el peligro en los mínimos y en otros el peligro es mayor en los máximos; otras variables como la lluvia diaria aumentan el peligro

a medida que aumenta el valor de la lluvia diaria, lo mismo sucede con la velocidad del viento media diaria, pero en el caso de la velocidad del viento al mediodía el peligro es mayor cuando hay calma, especialmente en los meses no invernales, porque se está reflejando el impacto de las sensaciones de calor. Luego, el procedimiento utilizado responde satisfactoriamente al estimado del peligro meteorológico de los elementos meteorológicos individuales.

A partir de esta tabla y combinando por pares los valores centrales de cada intervalo o categoría con el **FIB** correspondiente, fue posible determinar un conjunto de funciones matemáticas que expresa objetivamente la relación entre el **FIB** y cada elemento meteorológico (**Fig. 6**).

Con la ayuda de estas funciones fue factible desarrollar un modelo para estimar el peligro meteorológico asociado a cada elemento, consistente en tres pasos:

Paso 1: ubicar en la tabla el valor real del **FIB** correspondiente al comportamiento observado del elemento (**FIB 1**).

Tabla 7. Tabla de contingencia que relaciona la temperatura máxima del aire con las anomalías observadas durante el MAPA.

Anomalías	≤ 20.0	23.0	26.0	29.0	32.0	35.0	> 38.0	Suma	%
Muchas	0	3	11	26	100	45	3	188	12.11
Algunas	1	1	19	44	145	86	7	303	19.51
Pocas	1	4	41	105	327	212	9	699	45.01
Ninguna	0	1	24	63	145	123	7	363	23.37
Sumas	2	9	95	238	717	466	26	1553	100.00
Frec. %	0.1288	0.5795	6.1172	15.325	46.169	30.006	1.6742	100.00	

Tabla 8. Frecuencias relativas (en %) de los intervalos de interconexión y cálculo del **FIB** para cada intervalo de las temperaturas máximas.

Anomalías	≤ 20.0	23.0	26.0	29.0	32.0	35.0	> 38.0
Muchas	0.0	33.33	11.58	10.92	13.95	9.66	11.54
Algunas	50.0	11.11	20.0	18.49	20.22	18.45	26.92
Pocas	50.0	44.44	43.16	44.12	45.61	45.49	34.62
Ninguna	0.0	11.11	25.26	26.47	20.22	26.39	26.92
Sumas	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
FIB	388.20	76.69	5.16	1.92	0.74	0.94	23.0

Tabla 9. Valores del **FIB** según los intervalos definidos para cada variable.

Variables	U.M.	1	2	3	4	5	6	7	FIBmed
Temp. Máxima	°C	388.25	76.69	5.16	1.92	0.74	0.94	22.97	76.90
Temp. Mínima	°C	172.56	13.43	7.68	2.19	0.67	0.97	97.56	
Presión 7 am	hPa	64.33	9.68	3.38	0.81	0.89	2.41	62.12	20.52
TVA 7	hPa	97.06	11.25	4.13	1.27	0.74	1.42		19.31
Temp. 7 am	°C	42.46	11.46	2.90	0.93	0.62	26.87	35.24	14.21
DOA 7 am	g/m ³	22.97	0.59	1.00	3.35	6.74	25.85		10.08
V.Vto. media	Km/h	9.23	0.83	0.88	1.95	5.75	24.27		7.15
Índice DOA	g/m ³	18.31	3.03	0.82	0.78	4.24	12.05	0.00	5.60
Lluvia diaria	mm	0.50	1.29	5.36	6.47	14.26			5.57
V.Vto. 1 pm	Km/h	16.62	1.85	1.06	2.29	1.86	3.38		4.51
HR media	%	7.35	2.39	1.32	1.15	1.73	2.76		2.78
Nubos. Media	1/8	9.59	0.01	0.01	0.02	0.32			1.99

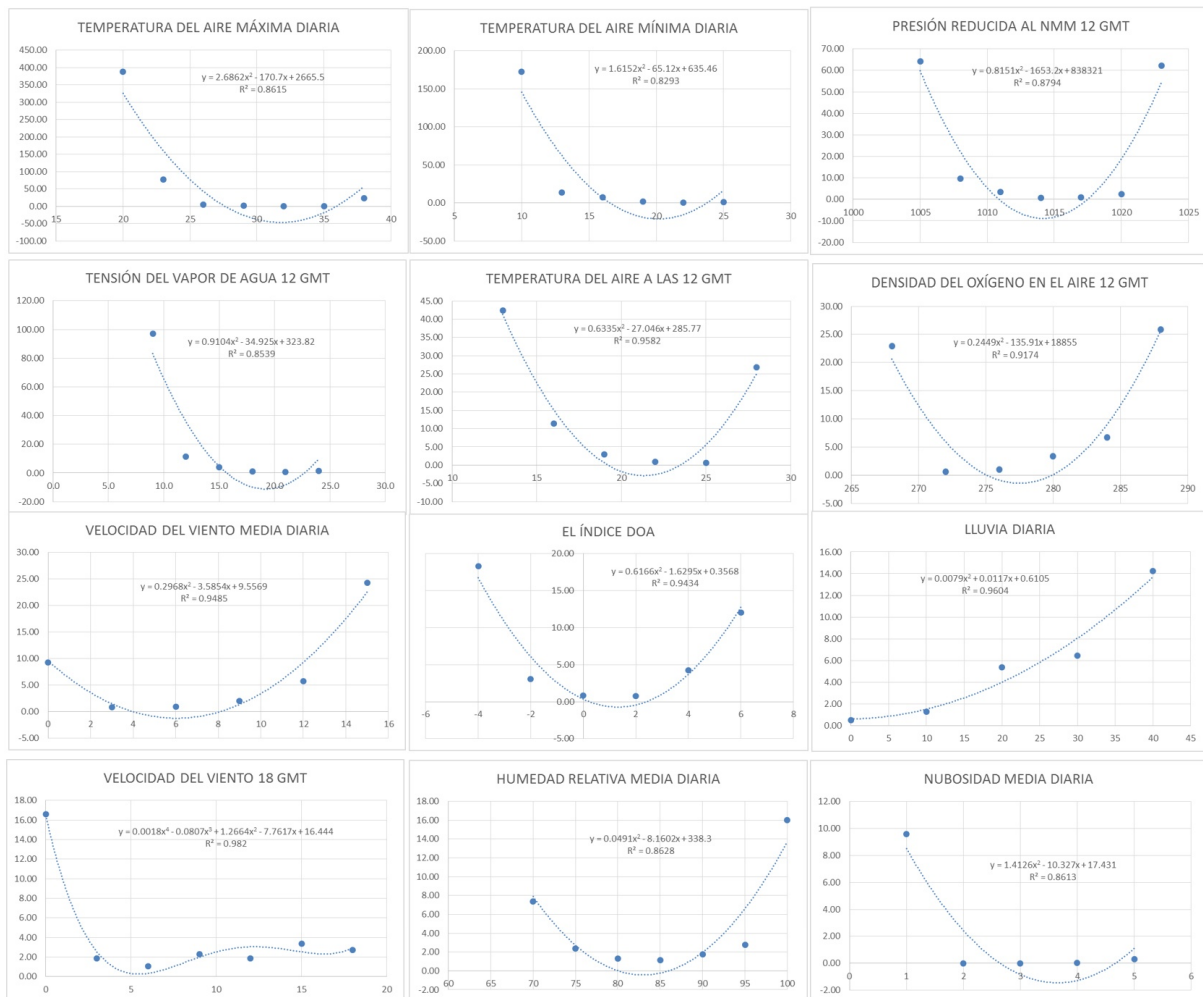


Figura 6. Funciones matemáticas que permiten el cálculo del *FIB* por elementos.

Paso 2: aplicar la función matemática correspondiente y extender los valores del *FIB* al rango usual de la variable en las condiciones climáticas de Cuba. Los valores de *FIB* 1 se sustituyen al aplicar la función y se obtiene la estructura de *FIB* 2.

Paso 3: dividir cada valor de *FIB* 2 por el valor máximo de la estructura del elemento considerado, para estandarizar la interpretación práctica del *FIB*, tal y como se hace en los estudios cubanos de PVR.

Nuevamente, se utiliza el ejemplo de la temperatura máxima diaria del aire para ilustrar el cálculo del *FIB* estandarizado, tal y como se resume en la Tabla 10, pero los valores del *FIB* para cada elemento se incluyen en los materiales complementarios del artículo (colocar enlace a materiales complementarios).

Finalmente, los valores de *FIB* 2 no pueden ser superiores a la unidad, ya que se calcularon a partir del máximo de las estructuras estadísticas de las variables, pero sí puede haber valores negativos. En tales casos, cuando se suman los *FIB* de todos los elementos para calcular el valor del peligro total (*Pt*),

solo se consideran los valores positivos del indicador, aplicando la conocida función del Excel “sumar.si” o transformando en zeros todos los valores negativos.

Según el comportamiento cualitativo de la relación entre las variables analizadas y el *FIB*, estas se pueden clasificar en tres grupos: las variables que producen impactos biotrópicos en ambos extremos de su rango de referencia, las que producen el impacto en el sector de los mínimos y las que producen el impacto en el sector de sus máximos.

En todos los casos resultó posible definir un intervalo de impacto mínimo, así como los umbrales, por encima o por debajo de los cuales, el valor del *FIB* aumenta rápidamente, pero en el caso de la presión atmosférica los mínimos del *FIB* nunca son inferiores a 0.25, o sea, es un elemento meteorológico claramente meteorotrópico, aún en los intervalos de menor *FIB*.

Entonces resulta posible representar gráficamente los peligros específicos y el peligro total de los integrantes de la muestra experimental que participó en el MAPA. Como muestra la Fig. 7, en primer lugar, las situaciones sinópticas tuvieron una fuerte influencia en cuatro de los días del MAPA, momentos en que el *FIB* estandarizado alcanzó la unidad.

Tabla 10. Ejemplo de cálculo del FIB de la temperatura máxima estandarizado.

Tmáx (°C)	FIB 1	FIB 2	FIB Est.
11.0		1112.8302	1.0000
14.0		802.1952	0.7209
17.0		539.9118	0.4852
20.0	388.2500	325.9800	0.2929
23.0	76.6914	160.3998	0.1441
26.0	5.1623	43.1712	0.0388
29.0	1.9192	-25.7058	-0.0231
32.0	0.7401	-46.2312	-0.0415
35.0	0.9369	-18.4050	-0.0165
38.0	22.9734	57.7728	0.0519
41.0		182.3022	0.1638

FIB 1. Valores del **FIB** por intervalos de la temperatura máxima diaria del aire, obtenidos a partir de su relación con las anomalías observadas en el MAPA.

FIB 2. Valores del **FIB** calculados por la función matemática, aplicada al rango usual de acción del elemento.

FIB Est. Valores estandarizados del **FIB**, obtenidos por regla de tres, dividiendo todos los valores de **FIB 2** por el máximo de la serie.

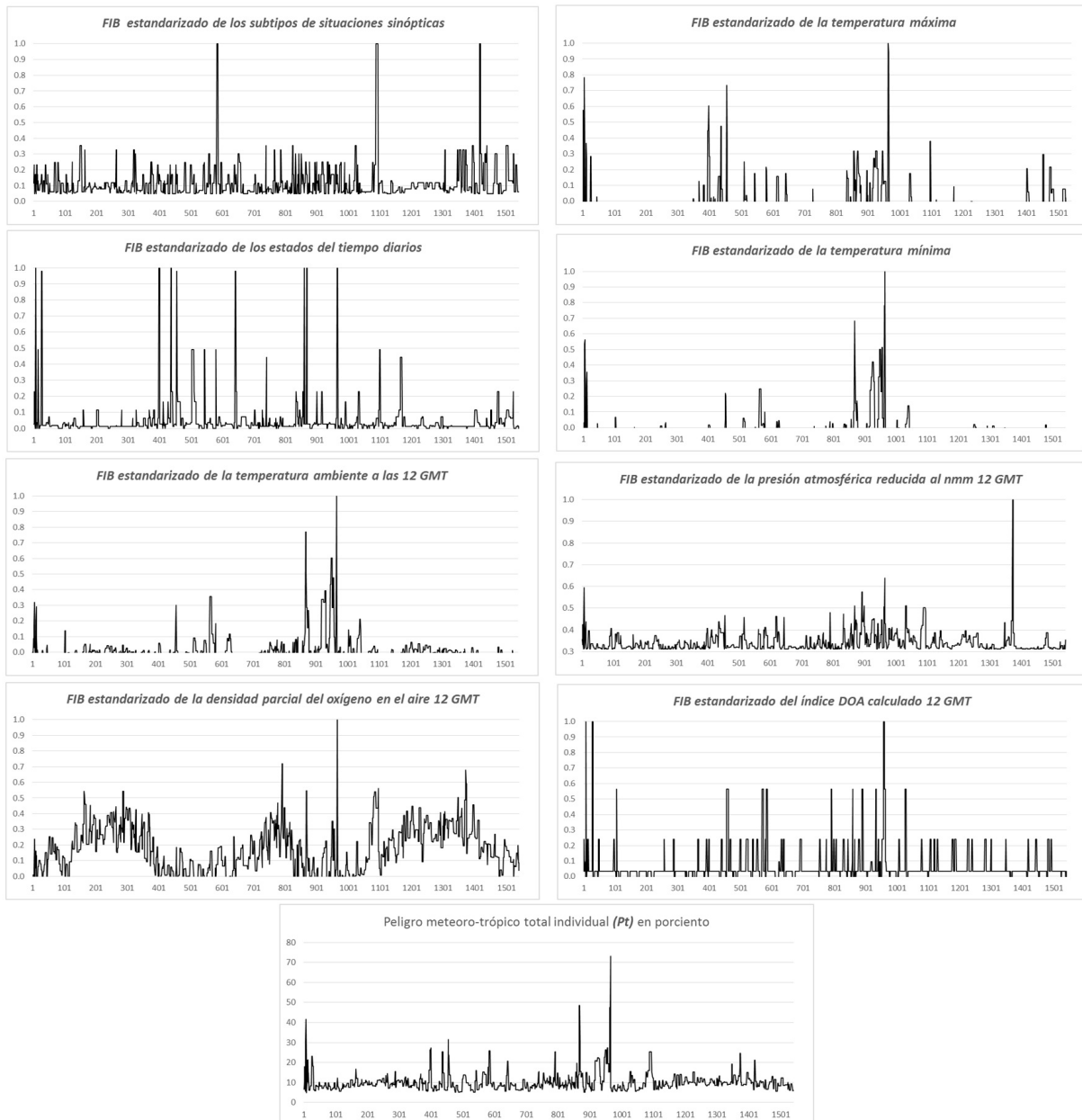


Figura 7. Comportamiento de los peligros específicos (Pe) y total (Pt) en los individuos de la muestra experimental.

El impacto de los estados del tiempo fue más frecuente, con varios máximos muy elevados y que ocurrieron en días no siempre asociados al impacto de otros elementos analizados. Los máximos de las temperaturas extremas y a las 12 GMT si se observan sincronizados, así como los de la densidad parcial del oxígeno en el aire y sus cambios en 24 horas (el índice DOA). La presión, por su parte, tiene varios períodos de impacto y marcó un día con el máximo **FIB** posible.

La representación del peligro total, calculado sobre la base de estos ocho elementos, muestra claramente la variación día tras día de este indicador, reflejando con la necesaria calidad y representatividad la influencia de las condiciones meteorológicas sobre los individuos de la muestra experimental.

De esta forma, el 63.5 % de los días con resultados del monitoreo ambulatorio de la presión arterial no reflejaron la influencia de efectos meteoro-trópicos, en el 32 % de los días dichos efectos tuvieron un peligro asociado medio o moderado, siendo alto en el 4 % de los días y muy alto solamente en el 0.52 % de los días con MAPA.

Como muestra la **Figura 8-A**, la influencia del sector cálido, dentro de la circulación cerrada de las bajas extratropicales que influyen sobre el centro de Cuba y que producen los llamados “Sures de Cuaresma” (TSS 9) resulta el subtipo más meteoro-tropical entre todos los TSS analizados, con un **FIB** = 0.8973. Después aparece el subtipo 14 (frente frío revesino), seguido de los sistemas frontales en disipación (TSS 16) y en cuarto lugar, en orden descendente, están los ciclones tropicales (TSS 6). Todos con valores del **FIB** superiores a 0.40.

Sin embargo, cuando se calculan los promedios de los valores del **FIB** correspondientes a los subtipos dentro de cada categoría principal de los TSS, los resultados son diferentes (**Fig. 8-B**). Ahora los ciclones tropicales (TSS IV) resultan la TSS de mayor impacto, resultado completamente lógico, seguido por los sistemas frontales (TSS VII) en su conjunto y la influencia de las bajas extratropicales (TSS VI) en tercer lugar.

La magnitud del **FIB** calculada para los estados del tiempo diarios, aún después de haber sido ajustada, arrojó valores muy superiores a los del resto de los elementos meteorológicos analizados. Entre todos, el ETD 2 sobrepasa significativamente el **FIB** de los otros subtipos, y este tipo de tiempo se corresponde con los días estivales muy cálidos, muy húmedos,

con viento, pocas precipitaciones y característicos del proceso de intensificación del anticiclón subtropical del Atlántico norte, cuando la dorsal anticiclónica penetra en cuña hasta el Golfo de México en los días del pleno verano de Cuba.

Otros cinco ETD mantienen valores del **FIB** elevados: los días muy cálidos y muy húmedos (ETD I con 0.3895) caracterizado por temperaturas máximas superiores a los 30°C, mínimas superiores a los 20°C y humedad relativa media diaria superior a 80 %; le siguen los días con ETD III y XIII (ambos con 0.2588), caracterizados por condiciones muy diferentes: el ETD III son los días con cielo cubierto, cálidos y muy cálidos, pero sin lluvia; mientras que el ETD XIII representa a los días con sensaciones de frío muy intensas para la población local, cuando las temperaturas máximas diarias son inferiores a los 20°C o las mínimas son inferiores a los 10°C o ambas condiciones.

El cuarto y quinto lugares, en orden descendente del **FIB**, con valores 0.1902 y 0.1699, respectivamente, están los días con cielo cubierto, lluviosos y con temperaturas frías (ETD VIII y IX), típicos del invierno cubano, los cuales se originan por varios procesos meteorológicos diferentes, pero todos asociados a la ocurrencia de efectos meteoro-tropicos significativos. Los valores de los peligros específicos o **FIB** correspondientes a los tipos y subtipos de las situaciones sinópticas y los estados del tiempo diarios se ofrecen en el Anexo.

Estimado del riesgo meteoro-tropical

Una vez conocidas las vulnerabilidades individuales, por sexos, y los peligros asociados a la influencia de los tipos de situaciones sinópticas, estados del tiempo diarios y elementos meteorológicos aislados, se pudo calcular el riesgo meteoro-tropical total (**Rmt**) de cada individuo, según su sexo, donde (**Rmt**) representa el riesgo meteoro-tropical de una persona que tiene la vulnerabilidad meteoro-tropical total (**Vmt**), calculada a partir de la suma de las vulnerabilidades específicas evaluadas por sus FRI poco modificables, y que se expone al peligro meteoro-tropical total (**Pmt**), dado por la suma de los peligros específicos correspondientes a los diferentes TSS influyentes, el ETD del día, más los seis elementos meteorológicos con mayor **FIB**.

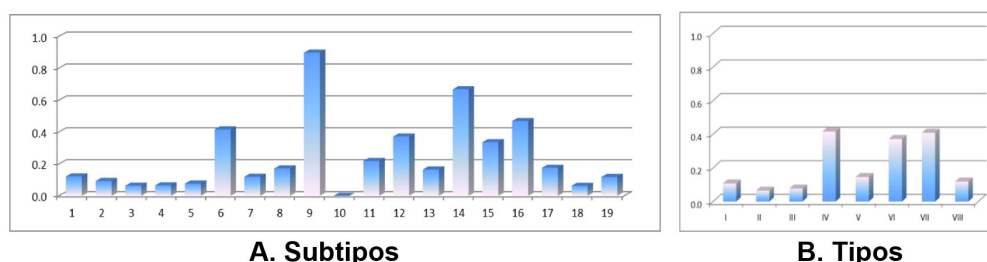


Figura 8. Valores del **FIB** de las situaciones sinópticas influyentes.

Entonces, el valor máximo posible del riesgo meteorológico-tropical, expresado en puntos adimensionales, será igual al producto del número de factores de riesgo individuales (FRI) por la cantidad de peligros evaluados, o sea: 6 FRI x 8 peligros = 48 puntos, que será el valor máximo de referencia para expresar el riesgo meteorológico-tropical individual en puntos o en porcentaje.

La expresión gráfica del riesgo individual de todos los individuos de la muestra experimental es muy elocuente. Como se observa en la Fig. 9, hay máximos diarios bien definidos, que se corresponden con la incidencia de efectos meteorológicos-tropicales notables en determinados días con pruebas del MAPA realizadas.

En el 57.3 % de los días con MAPA el nivel de riesgo meteorológico-tropical fue bajo, los pacientes estuvieron expuestos a riesgo meteorológico-tropical medio en el 37.8 % de los días con MAPA y quedaron expuestos a riesgos alto y muy alto en casi el 5 % de los días con MAPA, siendo notable la ocurrencia de anomalías durante esos días.

La calidad satisfactoria de las relaciones estadísticas obtenidas entre los elementos de vulnerabilidad, los peligros y el riesgo meteorológico-tropical individual permitieron la obtención de ecuaciones de regresión lineal múltiple capaces de estimar satisfactoriamente el nivel individual de riesgo total (Rmt), conocidas las vulnerabilidades totales por sexos (Vt) y los peligros totales (Pt), todos expresados en puntos. Dichas ecuaciones se obtuvieron para ambos sexos y tienen la expresión siguiente:

$$Rmt_{mujeres} = 1.79734 \times Pt + 0.87992 \times Vt - 1.57710 \text{ (en puntos)} \quad (13)$$

$$Rmt_{hombres} = 1.98337 \times Pt + 0.92956 \times Vt - 1.84237 \text{ (en puntos)} \quad (14)$$

Los parámetros de la regresión múltiple fueron satisfactorios para ambos sexos. El error estándar de estimación en la muestra femenina fue 0.0840, con un coeficiente de correlación ajustado R^2 igual a 0.9804 y un valor de la "F" de Fischer igual a 16792, con dos grados de libertad y 669 casos válidos. Estos parámetros estadísticos en la muestra masculina fueron iguales a 0.0615, R^2 ajustado = 0.9925 y el indicador "F" de Fischer 57815, con dos grados de libertad y 867 casos válidos.

La satisfactoria relación estadística lograda permitió construir para cada sexo un diagrama tridimensional que ofrece, en puntos o en porcentaje, el nivel de riesgo meteorológico-tropical (eje Z), a partir de la vulnerabilidad (eje Y) y el peligro (eje X) de cada individuo, como se muestra en la Fig. 10.

La muestra femenina llega hasta 12 puntos (25 %) en la tabla, mientras que la masculina alcanzó hasta 16 puntos (33 %). La diferencia encontrada entre sexos justifica el diseño y empleo de diagramas diferentes, pero confiables para evaluar el riesgo meteorológico-tropical de los adultos cubanos, las cuales se pueden calcular y adecuar a las características individuales de las personas bajo tratamiento,

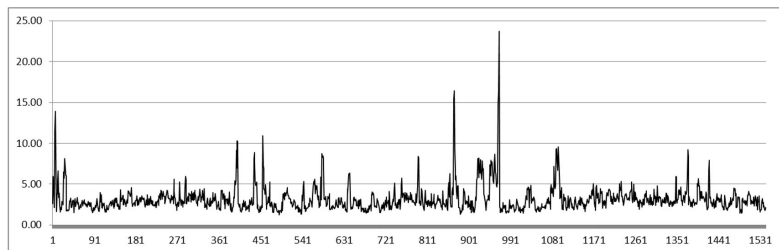


Figura 9. El riesgo meteorológico-tropical en los días con MAPA.

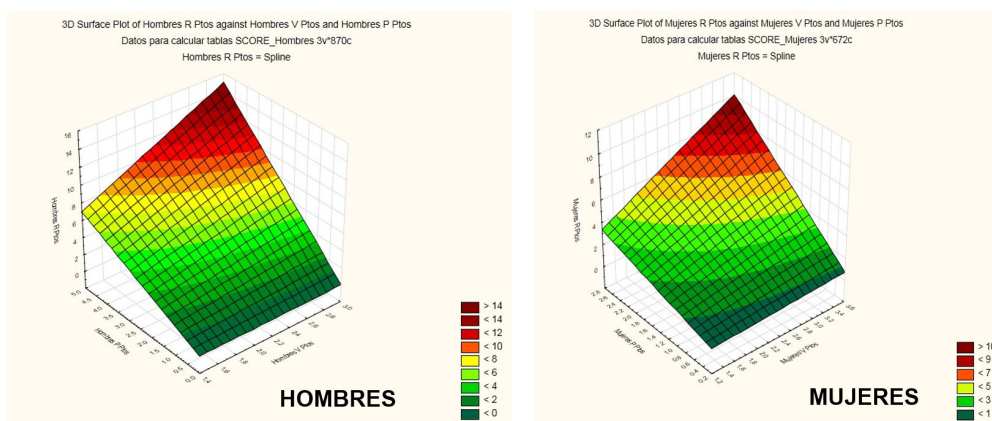


Figura 10. Diagramas para estimar el riesgo meteorológico-tropical total por sexos.

actualizando sus contenidos según vayan progresando los tratamientos individuales y teniendo en cuenta los nuevos resultados individuales que se obtienen del MAPA según las indicaciones médicas.

Dentro de las personas clasificadas con alto riesgo ($Rmt > 10\%$) el día de su prueba respectiva, se identificaron 172 pacientes, cantidad equivalente al 11.2 % del total. De ellos: 109 hombres y 63 mujeres, siendo muy relevantes la magnitud y diversidad de las anomalías observadas durante sus pruebas individuales, así como las características de las condiciones meteorológicas influyentes en esos mismos días. En este subgrupo se incluyeron 45 adultos mayores a 60 años (22 hombres y 23 mujeres), pero no se encontró relación estadística entre la edad de los pacientes y su nivel de riesgo meteorotrópico. En 16 ocasiones se observó la presencia de días consecutivos con alto riesgo y en el transcurso del trimestre de diciembre 2014 a febrero de 2015 hubo varios episodios de este tipo, todos asociados a las condiciones meteorológicas influyentes.

CONCLUSIONES

La adaptación de la metodología para el estudio de los peligros, vulnerabilidades y riesgos (PVR), que se aplica en Cuba para el manejo y prevención de los efectos asociados a los desastres de origen natural, ha resultado pertinente para estimar las vulnerabilidades meteorotrópicas individuales de una muestra de adultos cubanos, hipertensos, de ambos sexos, sometidos al monitoreo ambulatorio de su presión arterial durante períodos de 24 horas, a partir de la relación encontrada entre sus factores de riesgo individual poco modificables y las anomalías ocurridas durante el MAPA, así como para evaluar la magnitud del peligro asociado a la influencia de las condiciones meteorológicas presentes durante el MAPA, actuando como un factor externo predisponente para la ocurrencia de meteoropatías.

Los adecuados resultados experimentales obtenidos permiten estimar, modelar y evaluar el riesgo meteorotrópico que puede afectar a los pacientes hipertensos en Cuba, lo cual constituye un enfoque novedoso y de gran valor aplicado al facilitar el manejo, tratamiento y prevención de las crisis de salud asociadas a una de las enfermedades crónicas de mayor prevalencia en el país y causante de una parte significativa de la mortalidad por enfermedades cardio y cerebrovasculares.

Los resultados de la investigación son relevantes para la aplicación médica de los pronósticos biometeorológicos, por cuanto facilita el desarrollo de tratamientos médicos, medidas de mitigación y acciones preventivas personalizadas, según la intensidad y duración de los efectos meteorotrópicos que pueden afectar una población dada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a Mayelín González Sifontes, Yagnaly Marrero Collazo y Yaquelin López Hernández como eficientes colaboradoras de la investigación durante toda la etapa de trabajo experimental, expresada en la atención y manejo de los pacientes durante las pruebas del monitoreo ambulatorio de la presión arterial, en el proceso de las Historias Clínicas y el manejo operativo de la base de datos del MAPA, sin ellas la ejecución del trabajo experimental no hubiera sido posible.

REFERENCIAS

- AMA - Agencia de Medio Ambiente (2017). Propuesta de guía metodológica para realizar los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo en Cuba para desastres en la población humana: Epidemias. Grupo de Evaluación de Riesgos, AMA-CITMA, La Habana; 28 p.
- Calvo, C., López, J.E., Rodríguez, M., Hermida, A., Mojón, A., Alonso, I., Fernández, J.R., Ayala, D.E. y Hermida, R.C. (2008). Correlación entre la profundidad de la presión arterial y la función renal en pacientes hipertensos. En: *Resúmenes del IV Simposio Internacional de Hipertensión Arterial y II Taller sobre Riesgo Vascular*, Centro de Convenciones Bolívar, Santa Clara, Mayo 27-29.
- CDN - Consejo de Defensa Nacional (2022). Directiva 1/2022 Para la gestión de la reducción del riesgo de desastre en la República de Cuba. *Gaceta Oficial 130*, Ordinaria del 20 de diciembre de 2022; 42 p.
- CENETEC (2005). Guía Tecnológica 20: Monitor Ambulatorio de Presión Arterial (GMDN 36888). Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. Secretaría de Salud, México; 18 p.
- CNHTA - Comisión Nacional Técnica Asesora del Programa de Hipertensión Arterial (2017). Guía Cubana de Diagnóstico, Evaluación y Tratamiento de la Hipertensión Arterial, MINSAP, La Habana; 152 p.
- Fernández, P. y Lecha, L. (2008). Validación en el norte de España de dos sistemas de alerta sanitarios basados en la idea del contraste meteorológico extremo. *Pub. Asoc. Española Climatología: El cambio climático regional y sus impactos*, Serie A-6. ISBN 978-84-612-6051-5.
- Hermida, R.C., Calvo, C., López, J.E., Rodríguez, M., Mojón, A., Hermida, A., Fernández, J.R. y Ayala, D.E. (2008). Monitorización ambulatoria de la presión arterial y eventos cardiovasculares. Estudio MAPEC. En: *IV Simposio Internacional de Hipertensión Arterial y II Taller sobre Riesgo Vascular*, Centro de Convenciones Bolívar, Santa Clara, Mayo 27-29.

- Lapinel, B. (1988). La circulación atmosférica y las características espacio-temporales de las lluvias en Cuba. Tesis de doctorado. Inst. Meteorología, La Habana; 147 pp.
- Lecha, L. y Delgado, T. (1996). On a regional health watch and warning system. En: *Proc. of the 14th Int. Congress of Biomet.*, Ljubljana, Slovenia, 2(3): 94-107.
- Lecha, L. (1998). Biometeorological classification of daily weather types for the humid tropics. *Int. Jour. Biomet.* 42(2):77-83.
- Lecha, L. (2018). Biometeorological forecasts for health surveillance and prevention of meteorotropic effects. *Int. Jour. Biomet.* Special Issue on Latin America/Caribbean. DOI <http://doi.org/10.1007/s00484-017-1405-2>.
- Lecha, L. (2019). Pronósticos Biometeorológicos [eBook]. Ed. Citmatel, La Habana; 240 p. ISBN 978-959-237-752-3.
- Lugo, D. (2012). Programa Tabla de Contenido (TabCont) para el cálculo analítico de tablas de contingencia y el análisis diferencial de variables meteorológicas. Centro Met. Prov. Villa Clara.
- MINSAP (Ministerio de Salud Pública, 2023). Anuario Estadístico de Salud del año 2022. *Ctro. Nac. Inf. de Ciencias Médicas*, La Habana. ISSN: 1561-4433.
- Montezano, A.C., Dulak-Lis, M., Tsiropoulou, S., Harvey, A., Briones, A.M. y Touyz, R.M. (2015). Oxidative Stress and Human Hypertension: Vascular Mechanisms, Biomarkers, and Novel Therapies. *Canadian Jour of Cardiology*, 31: 631-641.
- Ovcharova, V.F. (1981). Cálculo del contenido de oxígeno en el aire sobre la base de parámetros meteorológicos (presión, temperatura y humedad) para el pronóstico de los efectos de las condiciones de hipoxia [en ruso]. *Prob. Climatoterapia, fisioterapia y rehabilitación*, 2; 29-34.
- Peña, A. (2019). Vulnerabilidad, lluvias y desastres en Perú. Boletín de la PUCP, Lima, Perú. En: <https://puntoedu.pucp.edu.pe/voce-pucp/vulnerabilidad-lluvias-y-desastres-en-el-peru/>.
- Piepoli, M.F. (2016) Guía sobre prevención de la enfermedad cardiovascular en la práctica clínica. *Rev. Esp. Cardiología*, 69(10): 939-987. <http://www.revespcardiol.org>.
- Sarduy, O., Perera, A., Ávila, I. y Martínez, Z. (2004). Comportamiento y evaluación de la tensión arterial en trabajadores agrícolas. *Rev. Cub. Salud y Trabajo*, 5(1): 26-30.
- Sauchay, L., Rivero, A. y Ortiz, P.L. (2017). Mortalidad por accidentes cerebro vasculares e influencia de la variabilidad climática en el occidente de Cuba, 2001-2005. *Rev Cub Met*, 23, 1:43-56. ISSN 0864-1517.
- Sauchay, L. (2023). Risco de mortalidade cerebrovascular associada aos efeitos das temperaturas e da poluição do ar nas capitais brasileiras, 2004-2017. Tesis en opción del grado científico de Dr. en Salud Pública y Medio Ambiente, Esc. Nac. Salud Pública Sergio Arouca, Fundación FioCruz, Río de Janeiro, Brasil; 204 p.
- Vergara, C. (2015). Programa para el procesamiento de los ficheros MAPA. Manual de Usuario. Centro de Estudios y Servicios Ambientales, Villa Clara; 18 p.
- Zommers, Z. y Singh, A. (2014). Reducing Disaster: Early Warning Systems for Climate Change. Ed. Springer; 387 p. ISBN 978-94-017-8597-6.

Luis B. Lecha Estela. Centro Meteorológico de la Isla de la Juventud, INSMET. Teléfono: +53 42216624. E-mail: luis.lecha@gmail.com

Luis Monteagudo Lima. Cardiocentro Ernesto "Che" Guevara de Villa Clara, MINSAP. Teléfono: +53 58067760; E-mail: monte@infomed.sld.cu

Luis Sauchay Romero. Centro Médico de Salud "Raphael de Paula Souza", Asociación Paulista para el Desarrollo de la Medicina (SPDM), Río de Janeiro, Brasil. Teléfono: +55 (21) 8376-1935; E-mail: lusauirom@gmail.com