



Población y Salud en Mesoamérica

E-ISSN: 1659-0201

revista@ccp.ucr.ac.cr

Universidad de Costa Rica

Costa Rica

Ramírez Solano, Ana María; Chamizo García, Horacio Alejandro; Fallas Sojo, Juan Carlos

El Fenómeno ENOS y el dengue, Regiones Pacífico Central y Huetar Atlántico, Costa Rica, 1990 a 2011

Población y Salud en Mesoamérica, vol. 15, núm. 1, julio-diciembre, 2017, pp. 1-18

Universidad de Costa Rica

San José, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44656020002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Población y Salud en Mesoamérica



PSM

El Fenómeno ENOS y el dengue, Regiones Pacífico Central y
Huetar Atlántico, Costa Rica, 1990 a 2011

Ana María Ramírez Solano


Horacio Alejandro Chamizo García

Juan Carlos Fallas Sojo



Revista electrónica semestral
Visite [aquí](http://ccp.ucr.ac.cr/revista/) el sitio web de la revista
Centro Centroamericano de Población
Universidad de Costa Rica





El Fenómeno ENOS y el dengue, Regiones Pacífico Central y Huetar Atlántico, Costa Rica, 1990 a 2011

ENSO and Dengue, in the Pacific Central and Huetar Atlántico Regions, Costa Rica, 1990 to 2011

Ana María Ramírez Solano¹, Horacio Alejandro Chamizo García², Juan Carlos Fallas Sojo³

- **RESUMEN:** En los últimos años, se ha evidenciado en Costa Rica un aumento importante en la cantidad de casos de dengue, por lo que se necesitan estudios donde se identifiquen las condiciones que promueven la propagación de la enfermedad, el ciclo de vida del vector, así como fenómenos atmosféricos entre los que sobresale el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). **Objetivo:** Analizar el efecto del Fenómeno ENOS en la propagación del virus del Dengue, en las Regiones Pacífico Central y Huetar Atlántico de Costa Rica en el periodo comprendido de 1990 a 2011. **Métodos:** se utilizó un estudio ecológico exploratorio, el cual tomó fuentes de información primaria, generadas por el Ministerio de Salud (MINSa), el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). **Resultados:** en los periodos durante los cuales se presentó en el país la fase cálida, las incidencias acumuladas promedio mensuales aumentaron en el Pacífico y disminuyeron en el Caribe, mientras que durante los periodos en que se mantuvo la fase fría, la incidencia acumulada promedio mensual aumentó en el Caribe y disminuyó en el Pacífico. **Conclusiones:** el fenómeno del ENOS afecta el aumento y disminución de los casos de dengue en los litorales de manera inversa.
- **Palabras Clave:** dengue, clima, El Niño Oscilación del Sur, ENOS.
- **ABSTRACT:** Over the last years in Costa Rica, there has been a worrying increase in the number of people infected by Dengue. This situation reveals the necessity of searching for the causes that promote the mosquito's proliferation; especially concerning the relationship with environmental type that affects life cycle of the vector, such as atmospheric phenomena: El Niño/Southern Oscillation (ENSO). **Objective:** The investigation objective was to analyze the effect that ENOS has in the propagation of the Dengue virus in Pacific Central and Huetar Atlántico in Costa Rica between 1990 and 2011. **Methods:** It was used an experimental, ecological study and different sources like Ministerio de Salud (MINSa), the Instituto Meteorológico Nacional (IMN) and the Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) as primarily information bases. **Results:** The monthly impact accumulated of Dengue grew up during the Warm Phase at the Pacífico, and it decreased at The Caribe, while during the Cold Phase the monthly impact accumulated expanded at The Caribe and detracted at the Pacífico. **Conclusions:** Among the numerous findings, it turns out that the ENSO phenomenon alters the percentage of the people infected at the littorals in an inverse way.
- **Keywords:** dengue, weather, El Niño Southern Oscillation, ENSO.

Recibido: 9 ago, 2016 | Corregido: 01 feb, 2017 | Aprobado: 28 mar, 2017

¹Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnologías en Salud. COSTA RICA. gelita1890@gmail.com

²Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnologías en Salud. COSTA RICA horacio.chamizo@ucr.ac.cr

³Universidad de Costa Rica. Escuela de Física e Instituto Meteorológico Nacional. COSTA RICA. jcfallas@imn.ac.cr



1. Introducción

Existe interés en el estudio de las variaciones de las condiciones en que vive el ser humano a consecuencia del cambio climático. El ambiente impone límites para la supervivencia de los seres vivos tales como insectos, los cuales en ciertos casos son considerados vectores biológicos por su capacidad de transmitir enfermedades como en el dengue.

El dengue es una infección de origen viral (arbovirosis) transmitida a partir de la picadura de un mosquito hembra infectado (*Aedes aegypti* o *Aedes albopictus*). Se trata de una enfermedad que cursa con fiebre alta, cefaleas, mialgias intensas y otros síntomas diversos que pueden producir incapacidad del paciente por varios días e incluso puede ser letal sobre todo en el caso del dengue hemorrágico. Más recientemente, el *Aedes aegypti* se ha asociado también a la transmisión de otras enfermedades como el zika y chicungunya por lo que adquiere mucha más relevancia desde el punto de vista epidemiológico.

La Organización Mundial de la Salud reconoce que el dengue es la enfermedad transmitida por vectores de más rápida difusión mundial, 50 millones de infectados y cerca de 15000 defunciones son atribuidas a esta causa. El clima es un determinante muy potente que, unido a factores socioeconómicos y de saneamiento, explica la incidencia de casos nuevos en zonas urbanas y rurales (World Health Organization and World Meteorological Organization, 2012).

Debido a los cambios que se han presentado en el clima de algunas regiones del planeta, las enfermedades transmitidas por vectores podrían no solo aumentar su incidencia, sino retornar en zonas donde ya se habían erradicado. El dengue, en los últimos cincuenta años, incrementó su frecuencia en la población hasta treinta veces y también se expandió a través del espacio geográfico afectando nuevos territorios en los que se presenta ahora como enfermedad nueva, particularmente en las ciudades (Prieto, 2014).

Diversas investigaciones dan cuenta sobre la relación entre variables meteorológicas como precipitaciones y temperatura y la ocurrencia de epidemias de dengue (Ortiz Bultó *et al.*, 2008). Las variaciones en las condiciones climáticas inducidas por el fenómeno de El Niño-Oscilación Sur (ENOS) influyen en que enfermedades como el dengue se distribuyan de diferentes formas y que la magnitud de su transmisión varíe en ciertos periodos.

En Costa Rica, esta enfermedad transmitida al ser humano por el mosquito *Aedes aegypti* es la más sobresaliente asociada a vectores por su constante reporte de casos y creciente incidencia, sin embargo, las condiciones ambientales relacionadas con fuentes de agua, temperatura, humedad y reservorios se han convertido en sus limitantes espaciales. En el caso de los factores climáticos, estos han cambiado con el

paso de los años debido a procesos planetarios, probablemente influidos por el cambio climático (como el fenómeno ENOS) (Wong, Marilys Suarez y Xiomara, 2006). La alteración de un elemento del ecosistema puede generar consecuencias diversas en el vector y la exposición del ser humano.

El propósito del presente estudio es analizar exploratoriamente durante cuál fase del ENOS es más exitosa la transmisión de la enfermedad, debido a la variabilidad climática que implica la fase fría o la fase cálida, así como la intensidad del fenómeno en cada periodo de tiempo.



2. Marco Teórico

El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es un fenómeno natural que implica temperaturas oceánicas fluctuantes en el Pacífico ecuatorial (Instituto Meteorológico Nacional, s.f, a). Este fenómeno, que afecta la temperatura del agua oceánica, los sistemas de corrientes marinas, los grandes centros de presión atmosférica, los vientos y las precipitaciones, termina afectando también a los seres vivos en su ecosistema y, por lo tanto, influye en la situación de salud del ser humano; por ejemplo, en Cuba se reconocen evidencias claras del impacto del cambio climático en la transmisión del dengue (Lemus Lago y Carratge Delgado, 2009).

En Costa Rica en la década de los años 60, el *Aedes aegypti* fue erradicado del territorio nacional. Sin embargo, a partir del año 1993, se reportan casos en Puntarenas. Según el informe del Instituto Meteorológico y el Ministerio de Salud de Costa Rica, la probabilidad de enfermar es mucho mayor en las regiones Chorotega, Pacífico Central y Huetar Atlántica. No obstante, con el aumento de las temperaturas se cree que podría empezar a manifestarse con más fuerza en el Valle Central como consecuencia de variaciones climáticas asociadas a fenómenos atmosféricos como el ENOS (Instituto Meteorológico Nacional [IMN], 2008).

Se reconoce que las variables climáticas, más allá de otras de carácter socioeconómico e incluso entomológicas, se utilizan en zonas donde existen adecuados modelos de vigilancia epidemiológica. Son factibles de utilizar en modelos predictivos de incidencia de dengue. Tan solo las variables climáticas, particularmente la precipitación y la temperatura, pueden ser utilizadas como una primera aproximación para comprender la exposición de la población y la transmisión del dengue a escala nacional (World Health Organization and World Meteorological Organization, 2012)

En Cuba, los modelos explicativos demuestran un aumento en las poblaciones de mosquitos asociado a altas temperaturas, combinado con una elevada humedad relativa y bajas precipitaciones y, por lo tanto, una mayor probabilidad de enfermar (Ortiz Bultó *et al.*, 2008). Los periodos de sequías pueden incrementar el número de criaderos y sostener la población de vectores dentro de las viviendas y en su perímetro. Además, resulta viable la reproducción del vector por la disminución del caudal en los

márgenes de los ríos y presas de agua, unido a un incremento en el manejo del agua intradomiciliar debido a posible insuficiencia en el servicio. Se ha reconocido que el papel de las precipitaciones como variable en los modelos explicativos tiene que ver con las condiciones locales, es decir, la redistribución de la humedad en función del relieve (Funges Gomes, Araújo Nobre, y Goncalves Cruz, 2012).

Teniendo en cuenta la relación que podría existir entre el fenómeno del ENOS y la transmisión del dengue, a nivel internacional se han realizado estudios orientados a la comprensión de la asociación entre factores climáticos y su epidemiología. Se han encontrado correlaciones entre las condiciones climáticas y la transmisión del dengue en el Este de Caracas, reflejado en el ingreso de pacientes con la enfermedad en un hospital. Un hecho similar se ha visto también en Barbados, Tailandia, Puerto Rico, Argentina, entre otros; donde las variaciones climáticas influyen en la incidencia de esta enfermedad (Rifakis *et al.* 2005). En el mismo estudio, se encontró una asociación significativamente positiva entre la incidencia del dengue y el fenómeno de La Niña. En forma inversa, se encontró una relación negativa entre la incidencia de la enfermedad y las temperaturas máximas notificadas para la ciudad, donde a mayores temperaturas se registra una menor incidencia de la enfermedad.

En el estudio en Costa Rica, se asoció la estacionalidad del dengue en la costa Pacífica con el clima, la relación existente entre la precipitación pluvial y el patrón estacional de la incidencia de la enfermedad es clara, ya que el comportamiento de esta última varía con el aumento y disminución de la precipitación en función de los cambios climáticos globales. El dengue en la vertiente del Pacífico de Costa Rica es una enfermedad que se manifiesta estacionalmente con ciclos hiperanuales identificables, los cuales deben tener un vínculo directo con las precipitaciones (Wong, Marilyns Suarez y Xiomara, 2006). Algunos estudios dan cuenta de un aumento de los casos reportados ante la disminución de la precipitación pluvial (Meza-Ballesta y Gónima, 2014; Sequera de Souza, Garcia da Silva y Garcia da Silva, 2010).

En otra investigación de carácter ecológico en Costa Rica, se encontró que las variables que mostraron una mayor relación con la incidencia de dengue clásico y dengue hemorrágico son las climáticas y socioeconómicas (Mena, Troyo, Bonilla y Calderon, 2011). Estos factores tienen consecuencias en la distribución espacial en el comportamiento de los vectores, ya que se relacionan directamente con sus parámetros biológicos.



3. Materiales y Métodos

La investigación se realizó por medio de un estudio ecológico exploratorio, el cual tomó fuentes de información secundarias generadas por las bases de datos del Ministerio de Salud (MINSA) (Ministerio de Salud, s.f) para obtener el número de casos de dengue; el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) (Instituto Meteorológico Nacional, s.f, b) para obtener datos climáticos; y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, s.f) para obtener datos de proyecciones de población. Se obtuvo información necesaria para explorar a nivel ecológico el efecto del fenómeno del ENOS sobre la transmisión del virus del dengue en Costa Rica.

Los estudios ecológicos tienen el propósito de dar seguimiento a problemas de salud que son objeto de vigilancia epidemiológica y para los que se cuenta con información sobre exposición o riesgo. Además, son de gran utilidad para la evaluación de políticas sanitarias que se expresan espacialmente y afectan a grandes poblaciones (Valvidia, 1999). La selección de un estudio ecológico-exploratorio para este trabajo se fundamentó en la oportunidad de acceso a la información existente en las bases de datos de las instituciones que fueron consultadas, además de que brindó la posibilidad de obtener resultados rápidos, pero de utilidad para impulsar la investigación en esta línea u orientar la toma de decisiones en materia de vigilancia epidemiológica.

El área de estudio se localizó en la región Pacífico Central y la región Huetar Atlántico, ya que son las zonas más afectadas por la enfermedad en el país, además de que son representativas a nivel de clima por pertenecer al régimen del Pacífico y al régimen del Caribe respectivamente, lo que permitió que los resultados de la comparación fueran más visibles dado que el efecto del fenómeno del ENOS es más evidente en estas dos regiones, en las cuales según la fase presentan efectos contrarios más marcados que en el resto del país.

Se capturó la cantidad de casos de dengue reportados semanalmente para las regiones Pacífico Central y Huetar Atlántica, también se consultaron los registros sobre precipitación pluvial mensual por estación meteorológica, y la población humana proyectada por distrito en el periodo de 1990-2011.

Se trabajó con dos variables principales: las precipitaciones pluviales asociadas al fenómeno del ENOS y la incidencia acumulada (IA) del dengue. La primera se operacionalizó de acuerdo con su fase fría y su fase cálida según los subperiodos de duración correspondientes a todo el periodo de estudio. Esta clasificación se sustenta en la observación de los patrones de precipitaciones para las dos regiones seleccionadas. Se calculó la incidencia acumulada mensual correspondiente a cada fase del fenómeno ENOS y sus subperiodos. Se hizo uso de gráficos de comportamiento de la enfermedad según las fases del fenómeno del ENOS y su intensidad.

Se realizó una comparación entre las incidencias acumuladas (IA) promedios mensuales de los subperiodos en los que se desarrolló el fenómeno de El Niño, el fenómeno de la Niña y los subperiodos neutros (periodos en que no se está bajo el efecto de ninguna de las fases del fenómeno del ENOS). Además, se comparó visualmente la intensidad de los eventos con la IA, mediante gráficos, en los cuales la curva trazada indicó la intensidad del evento como alta, media o baja, de acuerdo con lo que ha establecido la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

El análisis se enfocó en la hipótesis del impacto diferenciado por zonas geográficas (regiones Pacífico Central y Huetar Atlántica) del fenómeno ENOS, según sus variaciones (fase fría, cálida y neutra), sobre el riesgo de enfermar por dengue. El Índice Comparativo de Morbilidad (ICM) se calculó para cada subperiodo de tiempo establecido de acuerdo con la predominancia de una fase u otra del ENOS y para cada zona geográfica, lo que permitió constatar variaciones temporales y espaciales.

El ICM es un indicador de riesgo relativo que permite comparar los casos observados para cada zona y el subperiodo frente a los casos esperados. Los casos esperados se obtienen a partir de la multiplicación de la IA obtenida para un subperiodo de referencia (el primero de toda la serie temporal) y la población proyectada para cada subperiodo siguiente según región. De esta forma, se construyó una serie temporal (curva) de riesgos relativos con sus respectivos intervalos calculados al 95% de confianza. Los intervalos de confianza permiten tener referencia de las variaciones aleatorias de los valores puntuales de riesgo relativo y así mismo una idea mucho más certera de la evolución de la probabilidad de enfermar.

Así mismo, para cada zona geográfica se construyó un modelo a partir del cálculo del ICM o riesgo relativo de enfermar de dengue para las fases fría, cálida y neutra (agrupando subperiodos): $ICM = co/ce$, donde los casos observados (co) se obtuvieron a partir del conteo de casos ocurridos durante la predominancia de una u otra fase y los casos esperados (ce) se obtuvieron: $ce = IA * población$ por región según fase del ENOS. Se trabajó con la población a mitad de periodo para cada zona geográfica, estimada a partir de proyecciones demográficas.

Para el cálculo de los casos esperados (ce) por zona geográfica y fase del ENOS, se utilizó una IA diferente según el modelo de análisis. En el modelo correspondiente a la región Huetar Atlántica, se utilizó la IA mensual calculada para la fase de El Niño (considerada hipotéticamente como fase protectora para esta zona desde el punto de vista del riesgo de enfermar). Para la región Pacífico Central, se utilizó la IA mensual calculada para la fase de La Niña (considerada hipotéticamente como fase protectora para esta zona desde el punto de vista del riesgo de enfermar). Se calcularon pruebas de Chi-Cuadrado que comparan los casos observados y casos esperados de ICM. Adicionalmente, se tomó la distribución Chi-cuadrado como distribución muestral para calcular los intervalos de confianza a los ICMs.

4. Resultados

En el período que abarca esta investigación (1990-2011), el fenómeno del ENOS se presentó en doce subperíodos, en los cuales el fenómeno de El Niño dominó siete de estos y el de La Niña los cinco restantes, como se puede observar en los cuadros 1 y 2. En dichos subperíodos, las mayores incidencias de casos de dengue coincidieron con años durante los cuales se presentó alguna de las fases del fenómeno de El ENOS, en combinación con tormentas tropicales y huracanes.

En el cuadro 1, se presentan los datos de IA, el ICM y sus intervalos de confianza según períodos de influencia de El Niño y La Niña o neutro, para la Región Pacífico Central.

Cuadro 1

Incidencia acumulada promedio mensual según fase del fenómeno del Niño-Oscilación del Sur en la región Pacífico Central, Costa Rica 1993-2011.

Subperíodos	Fase del ENOS	IA promedio mensual por cada 100 000 habitantes	ICM	IC+	IC-
Julio 1992-abril 1994	-	204,74	0,54	0,61	0,46
Mayo de 1994-abril de 1995	El Niño	381,69	1,01	1,09	0,94
Mayo de 1995-agosto de 1995	-	158,78	1,01	1,13	0,89
Setiembre de 1995-marzo de 1996	La Niña	93,59	1,01	1,17	0,86
Abril de 1996-abril de 1997	-	3,92	1,01	1,75	0,26
Mayo de 1997-mayo de 1998	El Niño	404,24	1,08	1,15	1
Junio de 1998	-	28,76	1,09	1,38	0,81
Julio de 1998-junio de 2000	La Niña	43,7	1,11	1,34	0,87
Agosto de 2000-setiembre de 2000	-	285,35	1,13	1,22	1,04
Octubre de 2000-enero de 2001	La Niña	80,85	1,14	1,31	0,96
Febrero del 2001-abril del 2002	-	99,34	1,19	1,35	1,03
Mayo de 2002-marzo de 2003	El Niño	129,97	1,20	1,34	1,06
Abril del 2003-junio del 2004	-	154,4	1,22	1,34	1,08
Julio de 2004-enero de 2005	El Niño	106,09	1,23	1,38	1,07
Febrero del 2005-julio del 2006	-	250,25	1,24	1,34	1,14
Agosto de 2006-enero de 2007	El Niño	90,14	1,26	1,43	1,08
Febrero de 2007-agosto del 2007	-	141,47	1,27	1,4	1,12
Setiembre de 2007-mayo de 2008	La Niña	93,4	1,27	1,44	1,09
Junio del 2008-mayo del 2009	-	114,2	1,28	1,44	1,12

Subperiodos	Fase del ENOS	IA promedio mensual por cada 100 000 habitantes	ICM	IC+	IC-
Junio de 2009-abril de 2010	El Niño	97,49	1,29	1,46	1,12
Mayo del 2010-junio del 2010	-	221,85	1,30	1,41	1,18
Julio de 2010-abril de 2011	La Niña	125,07	1,30	1,45	1,15

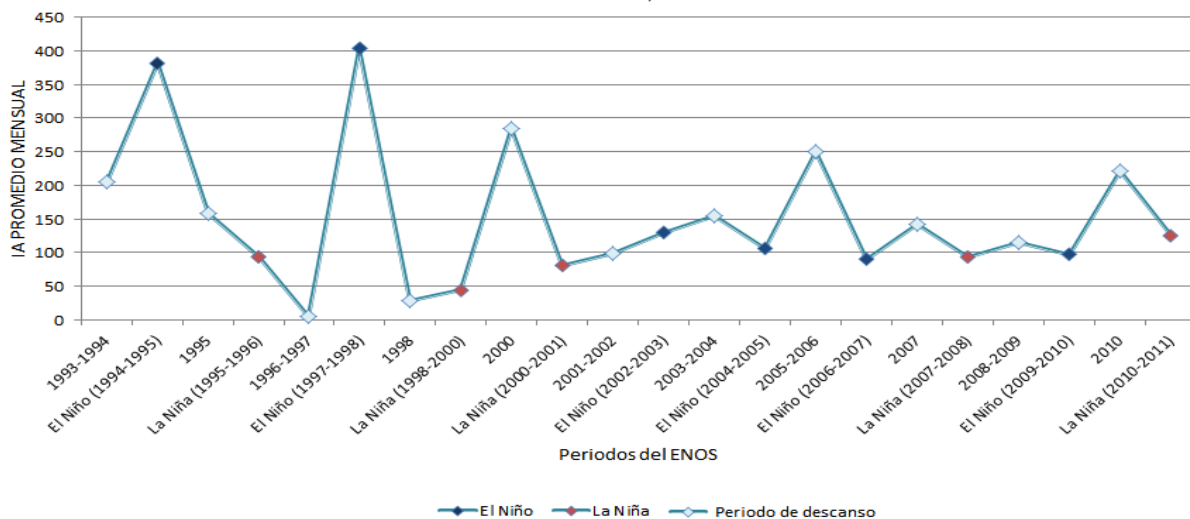
Fuente: Elaborado a partir de los datos del MINSA y del IMN, 2014.

En la región Pacífico Central, las mayores incidencias acumuladas (IA) del promedio mensual se presentaron en los periodos de El Niño ocurridos en 1994 y 1997-1998 con 381 y 404 casos por cada cien mil habitantes respectivamente. En el resto de los años, las principales incidencias ocurrieron durante la fase cálida y los subperiodos neutros, mientras que las incidencias más bajas ocurrieron en aquellos años en que la fase fría se manifiesta.

El Índice Comparativo de Morbilidad indicó que, en la mayoría de los periodos, la morbilidad de la enfermedad es mayor a la del año de 1993¹, varía de ICM=10% a ICM=30%, y las variaciones entre periodos van de 1% a 30% presentándose los mayores incrementos a partir del año 2000 con un nivel de confianza del 95%. Las variaciones entre las IA promedio mensuales presentadas en las distintas fases del fenómeno del ENOS se observan con mayor detalle en el gráfico 1.

Gráfico 1

Incidencia acumulada promedio mensual según fase del fenómeno del Niño-Oscilación del Sur, 1993-2011.



Notas: (1) Intensidad de la fase del ENOS según National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA): F=fuerte M= moderado D=débil.

Fuente: Elaborado a partir de los datos del IMN y del MINSA, 2014.

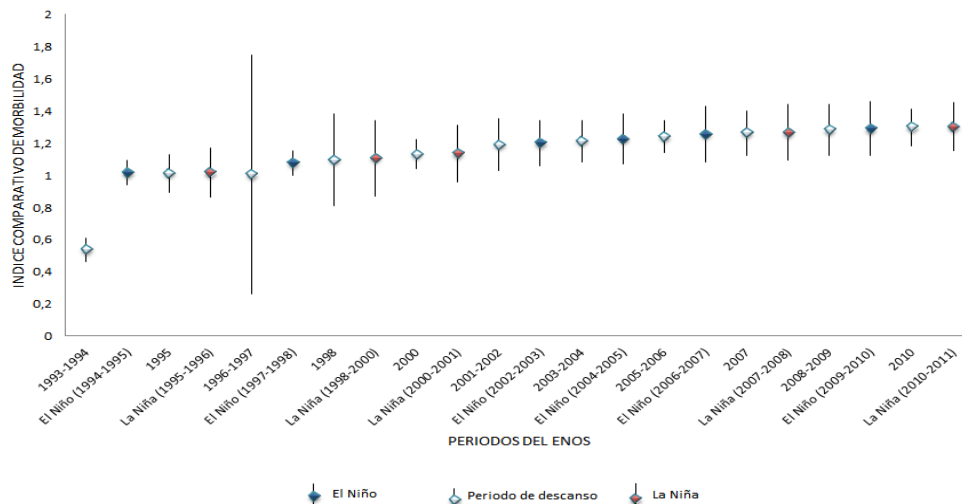
¹ Se tomó el año de 1993 como año de referencia para el Índice Comparativo de Morbilidad.

Sobre el gráfico 1 es importante resaltar que no se observó una tendencia al incremento o disminución de la IA que respondiera a la magnitud de las fases del ENOS (fuerte, moderada, débil). Sin embargo, se aprecia claramente que los periodos en los que domina el fenómeno de El Niño existe una tendencia al incremento en la probabilidad de desarrollar casos de dengue en esta zona. Más adelante se retoma esta hipótesis de trabajo.

En el gráfico 2 se muestra la evolución de la tendencia de la probabilidad de enfermar en el tiempo, a través del ICM y su intervalo de confianza al 95%.

Gráfico 2

Índice de morbilidad comparativa para los periodos del fenómeno del Niño-Oscilación del Sur en la región Pacífico Central, Costa Rica 1993-2011.



Fuente: Elaborado a partir de los datos del IMN y del MINSA, 2014.

En el gráfico 2, comparando con el primer año del período de estudio, se observa una ligera tendencia al incremento del ICM, es decir, se incrementa la probabilidad anual de desarrollar casos. Hacia el final del periodo se alcanza un mayor exceso de riesgo significativamente diferente respecto al inicio de la observación (con un nivel de confianza del 95%).

En el cuadro 2, se observan datos probatorios de la hipótesis del incremento del riesgo de desarrollar dengue durante la fase neutra y el fenómeno de El Niño respecto al fenómeno de La Niña, para la región Pacífico Central.

Cuadro 2

Exceso de riesgo promedio mensual de enfermar de dengue (ICM, Región Pacífico Centra, Costa Rica 1990-2011) en fase neutra y de El Niño, respecto al fenómeno de La Niña.

Fase del ENOS	ICM	Límites de confianza del ICM	p
Neutra	1,73	1,52-1,98	0,000
El Niño	2,31	2,03-2,61	0,000

Fuente: Elaborado a partir de los datos del MINSA, 2014.

Es evidente el exceso de riesgo mensual de enfermar de dengue en la región Pacífico Central en la fase de El Niño. Durante el período de tiempo analizado, en el transcurso de la fase neutra, el exceso de riesgo de enfermar de dengue alcanzó 1,73 veces más probabilidad que en la fase de La Niña, fase en la que esta región se protege. En el transcurso de la fase de El Niño, la población que habita la región Pacífico Central es aún mayor que en la fase neutra, tuvo 2,31 veces más probabilidad de enfermar como promedio mensual que durante la fase de La Niña. Estos excesos de riesgo de enfermar son significativos al 95% de confianza y los intervalos de confianza evidencian un nivel aceptable de confiabilidad.

En el cuadro 3 se presentan los datos de IA, el ICM y sus intervalos de confianza según subperíodos de influencia de El Niño y La Niña o neutro, para la región Huetar Atlántica.

Cuadro 3

Incidencia acumulada promedio mensual según fase del fenómeno del Niño-Oscilación del Sur en la Región Huetar Atlántico, Costa Rica 1993-2011.

Subperíodos	Fase del ENOS	IA promedio mensual por cada 100 000 habitantes	ICM	IC+	IC-
Julio 1992-abril 1994	-	0,10	0	0	0
Mayo de 1994-abril de 1995	El Niño	5,54	0,97	1,53	0,49
Mayo de 1995-agosto de 1995	-	19,74	1,03	1,31	0,74
Setiembre de 1995-marzo de 1996	La Niña	76,88	1,03	1,17	0,88
Abril de 1996-abril de 1997	-	49,91	1,05	1,23	0,87
Mayo de 1997-mayo de 1998	El Niño	10,38	1,08	1,48	0,67
Junio de 1998	-	0,00	-	-	-
Julio de 1998-junio de 2000	La Niña	61,76	1,15	1,32	0,97
Agosto de 2000-setiembre de 2000	-	35,97	1,45	1,7	1,19
Octubre de 2000-enero de 2001	La Niña	98,61	1,46	1,61	1,3
Febrero del 2001-abril del 2002	-	43,44	1,49	1,73	1,26
Mayo de 2002-marzo de 2003	El Niño	41,19	1,54	1,78	1,29
Abril del 2003-junio del 2004	-	91,32	1,59	1,76	1,43
Julio de 2004-enero de 2005	El Niño	79,72	1,63	1,81	1,45
Febrero del 2005-Julio del 2006	-	155,38	1,67	1,8	1,54
Agosto de 2006-enero de 2007	El Niño	36,99	1,71	1,98	1,44
Febrero de 2007-agosto del 2007	-	175,17	1,74	1,86	1,61
Setiembre de 2007-mayo de 2008	La Niña	86,11	1,75	1,92	1,56

Subperiodos	Fase del ENOS	IA promedio mensual por cada 100 000 habitantes	ICM	IC+	IC-
Junio del 2008-mayo del 2009	-	33,37	1,78	2,06	1,48
Junio de 2009-abril de 2010	El Niño	9,40	1,81	2,36	1,25
Mayo del 2010-junio del 2010	-	36,75	1,85	2,13	1,56
Julio de 2010-abril de 2011	La Niña	162,94	1,86	2	1,73

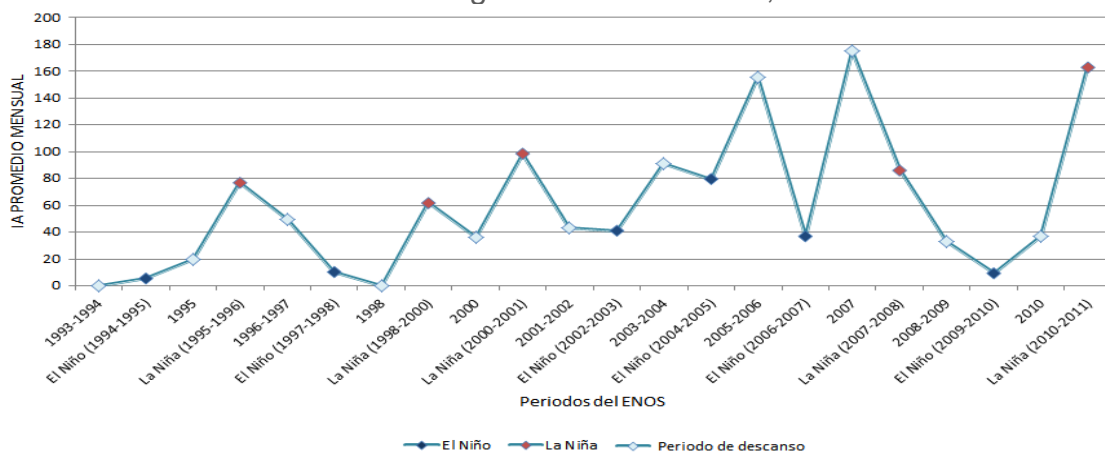
Fuente: Elaborado a partir de los datos del IMN y del MINSA, 2014

Respecto a la región Huetar Atlántico, la relación con el ENOS es diferente a la descrita para la región Pacífico Central, ya que en los periodos en que La Niña predomina, las IA aumentan; mientras que en los periodos en que se presenta El Niño, la probabilidad de desarrollar nuevos casos es menor. Esta hipótesis se retomará más adelante.

Las variaciones entre las IA promedio mensual presentadas en las distintas fases del fenómeno del ENOS se observan con mayor detalle en el gráfico 3.

Gráfico 3

Incidencia acumulada promedio mensual en los periodos del Fenómeno del Niños-Oscilación del Sur en la región Huetar Atlántico, Costa Rica 1993-2011.



Notas: (1) Intensidad de la fase del ENOS según National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA): F=fuerte M= moderado D=débil.

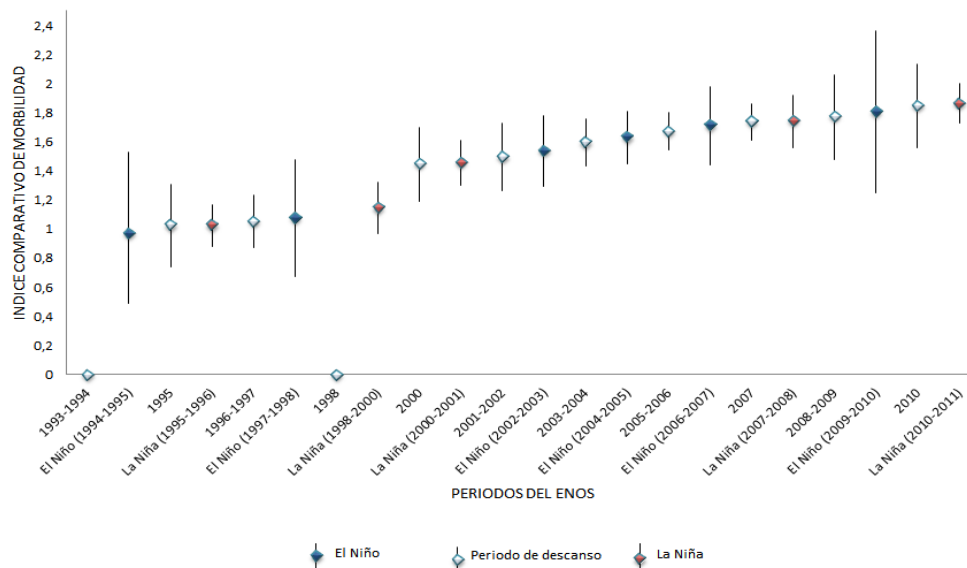
Fuente: Elaborado a partir de los datos del IMN y del MINSA, 2014.

Sobre el gráfico 3 es importante resaltar que no se observó una tendencia al incremento o disminución de la IA que respondiera a la magnitud de las Fases del ENOS (fuerte, moderada, débil). Sin embargo, se aprecia claramente que, los periodos en los que domina el fenómeno de La Niña, existe una tendencia al incremento en la probabilidad de desarrollar casos de dengue en esta zona.

En el gráfico 4 se muestra la evolución de la tendencia de la probabilidad de enfermar en el tiempo, a través del ICM y su intervalo de confianza al 95%.

Gráfico 4

Índice de morbilidad comparativa para los periodos del fenómeno del Niño-Oscilación del Sur en la región Huetar Atlántico, Costa Rica 1993-2011.



Fuente: Elaborado a partir de los datos del MINSA, 2014.

En el gráfico 4 se observa una tendencia clara al incremento prácticamente sostenido del riesgo de enfermar desde el inicio del período. Al final del período de estudio, el exceso de riesgo tiende a hacer significativamente superior (con un nivel de confianza del 95%).

En el cuadro 4, se observan datos probatorios de la hipótesis del incremento del riesgo de desarrollar dengue durante el fenómeno de La Niña respecto al fenómeno de El Niño y las fases neutras, para esta zona.

Cuadro 4

Exceso de riesgo promedio mensual de enfermar de dengue (ICM, región Huetar Atlántico, Costa Rica 1993-2011) en fase de La Niña.

Fase del ENOS	ICM	Límites de confianza del ICM	p
Neutra	1,91	1,72-2,15	0,000
La Niña	3,18	3,03-3,37	0,000

Fuente: Elaborado a partir de los datos del MINSA, 2014.

Es evidente el exceso de riesgo mensual de enfermar de dengue en la región Huetar Atlántica en la fase de La Niña. Durante el período de tiempo analizado, en el transcurso de la fase La Niña, la población que habita la región Huetar Atlántica tuvo 1,91 veces más probabilidad de enfermar como promedio mensual que durante la fase Neutra y 3,18 veces más durante la fase de El Niño. Estos excesos de riesgo de enfermar son significativos al 95% de confianza y los intervalos de confianza evidencian un nivel aceptable de confiabilidad.

5. Discusión

La relación entre los factores climáticos y la probabilidad de enfermar de dengue ha sido documentada. En el área fronteriza entre Texas, Estados Unidos y México se realizó un estudio con el fin de evaluar el clima y el fenómeno El Niño Oscilación del Sur, en la re emergencia de la enfermedad. Entre los resultados se evidencia un aumento de 19.4% en la incidencia de casos, las semanas posteriores a incrementos de 1°C en la temperatura superficial del mar (Brunkard, Cifuentes, y Rothenberg, 2008).

En esta investigación, los resultados de la evolución en el tiempo del riesgo de enfermar indican que a partir del año 2000 la cantidad de enfermos aumentó en los litorales de Costa Rica en más de un 10%, alcanzando hasta un 86% en el Caribe. Para el período de estudio, el riesgo de enfermar se incrementa sostenidamente en ambas zonas con relativa independencia de la predominancia de alguna de las fases del ENOS.

Diversos estudios señalan la correlación positiva entre factores climáticos y el riesgo de enfermar de dengue. Se reconoce que el incremento de las precipitaciones genera el aumento de la población de vectores y también el número de casos (Medeiros Silva, Marques da Silva, Pereira da Almeida, y Da Silva Chavez, 2015). Se ha evidenciado que al colocar en una gráfica de tiempo las curvas de precipitación pluvial e incidencia de dengue es posible comprobar la existencia de patrones de comportamiento comunes. Este ejercicio empírico se llevó a cabo en Cambodia (World Health Organization and World Meteorological Organization, 2012).

En esta investigación, en relación con la intensidad de las fases del ENOS durante el periodo de estudio no se observó una tendencia al aumento o disminución de los casos de dengue que pudiera indicar que la magnitud del evento afecta la incidencia de la enfermedad. A mayor intensidad del fenómeno es posible que el riesgo de inundación aumente, y después de una inundación se generen condiciones aptas para la propagación de la enfermedad; por ejemplo, en 1996 las inundaciones vividas en la región Chorotega (Costa Rica) cuando se presentó el fenómeno del ENOS en su fase fría, la cantidad de casos de la enfermedad que fueron atendidos por el Ministerio de Salud después de la inundación se elevó en un 16% (Brenes y Barquero, 1996). En otros países como Bolivia, la reemergencia del dengue y las altas incidencias de la enfermedad coincidieron con la fase El Niño de magnitud fuerte, sin embargo, a partir de 1999 se observó, en las investigaciones realizadas, que la incidencia solo tendía hacia el incremento de casos, sin mantener una clara relación con la variabilidad climática y la magnitud del fenómeno (Providas, 2013).

De acuerdo con los resultados expuestos en la presente investigación, si bien no se encontró asociación entre la magnitud del fenómeno y la incidencia de casos, si se evidencia un vínculo entre la alternancia de sus fases y el riesgo de enfermar. El fenómeno del ENOS se relaciona con el aumento y disminución de la probabilidad de enfermar de dengue en los litorales, de manera que cuando se presenta la Fase Cálida conocida como El Niño las IA mensuales aumentan en el Pacífico y disminuyen en el Caribe. No obstante, cuando se presenta la fase fría/La Niña, el litoral Caribe es el que se reporta las mayores afectaciones por dengue. Dicha relación es similar a la experimentada en Venezuela donde los estudios indican que las incidencias de la enfermedad en el Este de Caracas, litoral Caribe, aumentan significativamente en los periodos de La Niña, así como el hecho de que países insulares del Pacífico presentan durante la fase cálida del ENOS aumentos importantes en la cantidad de casos de dengue (Rifakis *et al.* 2005).

Para la región Huetar Atlántica, la fase cálida de ENOS (El Niño) se presenta como periodos de relativa protección y el riesgo de enfermar disminuye significativamente. En tanto, la fase neutra incrementa el riesgo y más aún en la fase fría (La Niña). Por el contrario, en la región Pacífico Central es la fase fría (La Niña) la que genera la mayor protección, en la neutra se incrementa el riesgo que llega a ser significativamente más alto durante la fase cálida (El Niño). En ambas regiones, la fase neutra es una etapa transitoria entre una fase de menor riesgo a una de mayor riesgo. Las tendencias descritas sobre la probabilidad de enfermar y sus variaciones según fases del ENOS son estadísticamente significativas.

En una investigación realizada en Montería, Colombia, se señala que contradictoriamente en momentos de disminución de la pluviosidad asociada a fenómenos de oscilación climática, se notó un incremento de los casos de dengue (Cassab, Morales, y Mattar, 2010), situación similar se ha reconocido en Cuba (Ortiz Bultó *et al.*, 2008) así como en el nordeste brasileño (Anyamba, Chretien, Small, Tucker y Linthicum, 2006).

En un estudio llevado a cabo en Costa Rica sobre el efecto del cambio climático en la salud humana, se consideró la relación del fenómeno del ENOS con la tasa de incidencia del dengue en las provincias de Alajuela, Guanacaste, Puntarenas y Limón, y se concluyó al igual que en esta investigación que la relación entre las fases con la propagación de la enfermedad existe y las mayores incidencias del Pacífico se asocian a El Niño, mientras que en el Caribe se genera una relación con La Niña (IMN, 2008).

La disminución de la pluviosidad no necesariamente implica una reducción en el reporte de casos de dengue, esto es tal vez porque el *Aedes aegypti* puede mantener su ciclo en estas circunstancias a expensas de criaderos artificiales como son sitios de almacenaje de agua que puede escasear y aún con baja densidad se encuentra en la capacidad de transmitir la enfermedad (Sequeira de Souza y Garcia da Silva, 2010), algo similar se encontró también en Colombia (Meza-Ballesta y Gónima, 2014). Con independencia de la época seca o húmeda, es posible encontrar cierto número de mosquitos por casa debido a la presencia de criaderos, observándose también falta de correlación en el tiempo entre la cantidad de precipitaciones y el número de casos (Cruz Pineda et al., 2010; Rubio-Palis, Perez-Ybarra, Infante-Ruiz, Comach, y Urdaneta Marquez, 2011). Por otro lado, una alta pluviosidad puede significar la pérdida de las condiciones que necesita el vector en el medio acuático, en reservorios naturales.



6. Conclusiones

El fenómeno del ENOS afecta el aumento y disminución de los casos de dengue en los litorales de manera inversa, ya que en los periodos durante los cuales se presentó en el país durante la fase cálida, las IA promedio mensuales aumentaron en el Pacífico y disminuyeron en el Caribe. Durante los periodos en que se mantuvo la fase fría, la IA promedio mensual aumentaron en el Caribe y disminuyeron en el Pacífico. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, en los periodos neutros, las IA promedio mensuales reportadas en ambas regiones presentan en la mayoría de los periodos valores importantes y que la tendencia general del riesgo de enfermar es al aumento sostenido durante todo el periodo de tiempo de este estudio. La posibilidad de considerar información climatológica en el análisis del riesgo como parte de la vigilancia epidemiológica puede ser relevante para la prevención de casos dengue en el país.



7. Recomendaciones

Debido a que el dengue es la más destacada enfermedad asociada con vectores en el país y que su incidencia en los últimos años ha presentado una tendencia hacia el

aumento, es recomendable que esta investigación sea tomada como un punto de referencia para el inicio de acciones en salud que tomen en cuenta esta tendencia. Estas acciones pudieran estar enfocadas en reforzar la vigilancia, la información y la promoción de buenas prácticas de saneamiento en las poblaciones, que se espera, sean más vulnerables durante una determinada fase del ENOS.

No obstante, debido al carácter exploratorio de este estudio, es importante que se realicen investigaciones específicas y de mayor detalle, en las cuales la metodología se centre en áreas geográficas más reducidas y se consideren otra clase de variables potencialmente confusoras de carácter ambiental y socioeconómico.



8. Referencias

- Anyamba, A., Chretien, J. P., Small, J., Tucker, C. J., y Linthicum, K. J. (2006). Developing global climate anomalies suggest potential disease risk for 2006-2007. *International Journal Health Geographics*, 5(60). DOI: 10.1186/1476-072X-5-60
- Brenes, W., y Barquero F. (1996). *Dengue y su relacion con un desastre natural por inundación: crónica de una epidemia*. San José: CIET.
- Brunkard, J., Cifuentes, E., y Rothenberg, S. (2008). Assesing the roles of temperature, precipitation, and enso in dengue re-emergence on the Texas-Mexico border region. *Salud Pública de México*, 50(3), 227-234.
- Cassab, A., Morales, V., y Mattar, S. (2010). Factores climáticos y casos de dengue en Montería, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 13(1), 115-128.
- Cruz Pineda, C. A., Sebrango Rodríguez, C., Cristo Hernández, M. E., Pina, C., Marquetti Fernández⁴, M. d., y Sánchez Valdés, L. (2010). Comportamiento estacional y temporal de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Sancti Spíritus, 1999-2007. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 62(1), 5-10.
- Funges Gomes, A., Araújo Nobre, A., y Goncalves Cruz, O. (2012). Análise temporal da relação entre dengue e variáveis meteorológicas na cidade do Rio de. Cad. *Saúde Pública*, 28(11), 2189-2197.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (s.f.). *Base de datos de población 1990-2011*. San José, Costa Rica: Autor.
- Instituto Meteorologico Nacional. (2008). *Efectos del Clima, su variabilidad y cambio climatico sobre la salud humana en Costa Rica*. San José: Autor.

Instituto Meteorológico Nacional. (s.f.a). *ENOS*. Recuperado de <https://www.imn.ac.cr/54>

Instituto Meteorológico Nacional. (s.f.b). *Base de datos sobre humedad, temperatura precipitaciones 1990-2011*. San José, Costa Rica: Autor.

Lemus Lago, E. R., y Carratge Delgado, H. (2009). Cambio Climático y dengue en Cuba. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 25(4).

Medeiros Silva, A., Marques da Silva, R., Pereira da Almeida, C. A., y Da Silva Chavez, J. J. (2015). Modelagem geoestatística dos casos de dengue e da variação termopluviométrica em João Pessoa, Brasil. *Soc. & Nat., Uberlândia*, 27(1). 157-169. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-451320150111>

Mena, N., Troyo, A., Bonilla, R., y Calderon, O. (2011). Factores asociados con la incidencia de dengue en Costa Rica. *Revista Panamericana Salud Publica*, 29(42). 234–42.

Meza-Ballesta, A., y Gónima, L. (2014). Influencia del clima y de la cobertura vegetal en la ocurrencia del Dengue (2001-2010). *Revista de Salud Pública*, 16(2), 293-306.

Ministerio de Salud. (s.f.). *Base de datos incidencia del dengue 1990-2011*. San José, Costa Rica: Autor.

Ortiz Bultó, P., Perez Rodriguez, A., Rivero Valencia, A., Perez Carrera, A., Cangas, J. R., y Lecha Estela, J. B. (2008). La variabilidad y el cambio climático en cuba: potenciales impactos en la salud humana. *Revista Cubana de Salud Pública*, 34(1).

Prieto, M. A. (2014). *XIII Curso de experto universitario en epidemiología y nuevas tecnologías aplicadas*. Trabajo VIII – Vigilancia epidemiológica. Dengue. UNED. Costa Rica.

Providas, C. (2013). *Cambio climatico y el desafio de la salud en Bolivia*. Bolivia: PNUD.

Rifakis I., P; Gonçalves C., N; Omaña R., W; Manso M., M; Espidel G., A; Intingaro R., A; Hernández M., O; Rodríguez-Morales, A J; (2005). Asociacion entre las variaciones climaticas y los casos de Dengue en un hospital de Caracas, Venezuela, 1998-2004. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 22(3), 183-190

Rubio-Palis, Y., Perez-Ybarra, L. M., Infante-Ruiz, M., Comach, G., y Urdaneta Marquez, L. (2011). Influencia de las variables climáticas en la casuística de dengue y la abundancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Maracay, Venezuela. *Bol Mal Salud Amb.*

Sequera de Souza, S., Garcia da Silva, I., y Garcia da Silva, H. H. (2010). Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de *Aedes aegypti*, no Estado de Goiás. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 43(2).152-155. <https://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822010000200009>

Valvidia G, B. (1999). Estudios ecológicos. *Medicina de Chile*, 1-5.

Wong, R., Suarez Pérez, M., y Badilla Vargas, X. (2006). Estudio de la estacionalidad del dengue en la costa pacífica de Costa Rica (1990-2004). *Acta Médica Costarricense*, 49(1), 38-41.

World Health Organization and World Meteorological Organization. (2012). *Atlas of Health and Climate*. Geneva: World Health Organization.



9. Agradecimientos

Se agradece a la Escuela de Tecnologías en Salud, Facultad de Medicina, Universidad de Costa Rica y al Instituto Meteorológico Nacional.