



## *Población y Salud en Mesoamérica*

Revista electrónica publicada por el  
Centro Centroamericano de Población  
Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica  
<http://ccp.ucr.ac.cr>

---

### **Población y Salud en Mesoamérica**

#### **Revista electrónica**

Volumen 3, número 2, artículo 2

Enero - junio, 2006

Publicado 1 de enero, 2006

<http://ccp.ucr.ac.cr/revista/>

## **Distribución Espacio-Temporal de la Fiebre Dengue en Costa Rica**

*Roger E. Bonilla*

© 2006 Centro Centroamericano de Población

## Distribución Espacio-Temporal de la Fiebre Dengue en Costa Rica<sup>1</sup>

Roger E. Bonilla<sup>2</sup>

### RESUMEN

El objetivo de este estudio es presentar los resultados de una aplicación de rastreo estadístico espacio-temporal (*space-time scan statistic*) para la evaluación de los sistemas de alarmas tempranas en los casos de fiebre dengue reportados en Costa Rica entre el período 1997-2003. Los excesivos casos observados de fiebre dengue en la Cuenca del Golfo de Nicoya fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ). Otras regiones en donde se presentan excesivos casos de dengue, los cuales son significativos son: Limón (2000-2003), Guácimo (2001-2002), la Cuenca del Golfo Dulce (1998), Tambor de Alajuela (2002) y Quepos (2002). Los casos de un sector del Área Metropolitana de San José (Uruca) en el 2002 no son significativos ( $p > 0.05$ ). El rastreo estadístico espacio-temporal es una herramienta muy útil en el proceso de toma de decisiones. El método ayuda a decidir en qué regiones críticas o conglomerados (*clusters*) merece dirigir los esfuerzos para la prevención del dengue, por ser estadísticamente significativos y en qué regiones estudiar con detalle las ocurrencias.

### ABSTRACT

This article presents the results of an application of a 2-dimensional scan statistic useful for evaluating space-time cluster alarms for dengue fever in Costa Rica during 1997-2003. The observed excess dengue fever cases at the Nicoya Gulf watershed were statistically significant ( $p < 0.05$ ). Other statistically significant areas were : Limon (2000-2003), Guacimo (2001-2002), Dulce Gulf watershed (1998), Tambor de Alajuela (2002) and Quepos (2002). The observed excess cases of a metropolitan sector (Uruca) in 2002 were not statistically significant ( $p > 0.05$ ). The space-time scan statistic is a very important tool in the decision-making process. The method permits identification of geographically critical areas (*clusters*) where the administration of resources and the focusing of efforts for preventing and controlling dengue fever are needed.

---

<sup>1</sup> Agradecimientos al Centro Centroamericano de Población (CCP) por su apoyo en la presente investigación

<sup>2</sup> Licenciado en Estadística, Universidad de Costa Rica. Investigador, Centro Centroamericano de Población y profesor Escuela de Estadística. Universidad de Costa Rica, [rebonill@ccp.ucr.ac.cr](mailto:rebonill@ccp.ucr.ac.cr)

## INTRODUCCIÓN

Uno de las metas más importantes en el proceso de toma de decisiones en salud es controlar el número de casos de enfermedades transmisibles para evitar su expansión. Tradicionalmente, se realiza análisis comparativo de las tasas estandarizadas en un intervalo de tiempo entre regiones, sin embargo este tipo de comparaciones es insuficiente. La incidencia de una enfermedad puede estar determinada por elementos espaciales (geografía) y temporales (tiempo) que hacen que análisis comparativo univariado sea limitado. Otra razón es porque en tal comparación, las fronteras espaciales y temporales de un área geográfica está definidas en base a un conjunto de casos observados, generando un sesgo de preselección en el análisis estadístico. (Kulldorff *et. al.*, 1998).

Un conglomerado (*cluster*) es una región geográfica en donde el número de casos reportados de una enfermedad (*incidencia*) es significativamente mayor a los casos esperados. Generalmente, los profesionales en salud evalúan las alarmas de enfermedades en dichos conglomerados críticos. Se propone el uso del rastreo estadístico espacio-temporal (*space-time scan statistic*) para el análisis de la incidencia de las enfermedades en el espacio y el tiempo.

### Dengue en Costa Rica

El dengue es una enfermedad viral endémica y frecuentemente epidémica en muchos países tropicales. Es una fuente significativa de morbilidad y mortalidad en el mundo, afectando anualmente a millones de personas. (Panagos *et al.* 2005). El dengue es transmitido por la picadura del mosquito *Aedes aegypti*. Fiebre alta, dolor de cabeza, dolor retro-ocular, pérdida del gusto y apetito, erupciones, náuseas y vómitos son algunos de los síntomas de la enfermedad. En su versión hemorrágica, puede conducir a un estado de *shock*, que puede llevar a la muerte.

Con la excepción de algunos brotes epidémicos esporádicos en las islas del Caribe, el dengue y la fiebre amarilla fueron efectivamente controlados en las Américas de 1946 hasta finales de los 70' como resultado del programa de erradicación del mosquito conducido por la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Durante los 70'y los 80', el mosquito re infectó todos los países de donde había sido eliminado. A partir de entonces, el Centro de Control de Enfermedades de los Estados Unidos (CDC) y OPS respondieron trabajando en proyectos para prevenir y controlar la enfermedad en las Américas. (Gubler, 2005).

En Costa Rica, en 1994 se presentó una epidemia de dengue en donde se reportaron 14 mil casos. En 1997 se volvió a repetir la epidemia con 14.5 mil casos de dengue (Ministerio de Salud, 2005). En el año 2004 la epidemia estuvo bajo control y a mediados del año 2005, el Ministerio de Salud reportó 4.5 mil casos de dengue, 1500 casos más que el 2004, en donde la enfermedad estuvo bajo control. El caribe costarricense es el que tiene mayor número de casos, cerca de 2 mil enfermos por dengue en el 2005. A finales del año 2005, 33 mil personas habían enfermado de dengue en todo el país, lo que representaba un 321% más en relación con el número de casos

registrado para la misma fecha del año 2004. (Ministerio de Salud, 2005). El dengue hemorrágico aumentó en un 327% en relación con el 2004.

## MATERIALES Y METODOS

### Rastreo estadístico espacio-temporal

Un rastreo estadístico espacio-temporal se usará para estudiar la incidencia del dengue en Costa Rica en el período 1997-2003. El método está ampliamente explicado en Kulldorff et. al. (1998) y consiste en crear una especie de *ventana cilíndrica* con una base circular correspondiente a un área geográfica y una altura correspondiente al tiempo. La base está centrada alrededor de muchos posibles centroides ubicados en toda el área de estudio. El radio del centroide varía continuamente de tamaño. La altura del cilindro refleja cualquier posible intervalo temporal que es de la mitad del total del tiempo del estudio o menos. La ventana se mueve en el espacio y en el tiempo, de tal forma que para cada ubicación y tamaño de la ventana, se incluye un intervalo de tiempo posible. De esta forma, se genera un número infinito de ventanas cilíndricas de diferente tamaño y forma que se cruzan entre sí y que cubren toda el área de estudio. Cada cilindro refleja un posible conglomerado.

Se asume que los casos de dengue tienen una distribución de Poisson. El modelo probabilístico discreto se ajusta más cuando el número de casos comparado con la población en riesgo es muy pequeño, lo que genera probabilidades de baja ocurrencia (riesgo). Suponiendo riesgo constante en el espacio y el tiempo (hipótesis nula), se contrasta dicha suposición con que el riesgo es diferente dentro y fuera de al menos uno de los cilindros (hipótesis alternativa). Para cada cilindro, el número de casos de la enfermedad dentro y fuera del cilindro es contabilizado junto con el número esperado de casos estimado según el modelo, reflejando la población en riesgo y otras variables asociadas que podrían estar asociadas a la incidencia de dengue (si aplica). Estas variables son de tipo demográfico (edad, sexo, etc.), física (temperatura, lluvia) o institucional (cobertura de salud). Con base a estos números, se calcula la *verosimilitud* dentro de cada cilindro. El cilindro con la máxima verosimilitud y que contiene más casos de lo esperado se denomina *conglomerado más probable*. (Kulldorff et. al., 1998).

La significancia del aumento de casos observados por encima del número esperado es evaluada con simulaciones de Monte Carlo al nivel de significancia del 5%. Algunas variables asociadas (edad, sexo, nivel socioeconómico, etc.) pueden servir para ajustar el número de casos esperados y refinar el análisis.

### Aplicación: Dengue en Costa Rica

Los casos de dengue para cada distrito fueron obtenidos de la base de datos de los Egresos Hospitalarios disponibles en línea en [<http://censos.ccp.ucr.ac.cr>]. De 1997 al 2003 se reportaron

6987 casos de fiebre del dengue, en su versión clásica o hemorrágica (*Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas relacionados con la Salud, Décima Revisión [CIE-10]* códigos A90 y A91). Para cada egreso hospitalario, se obtuvo el año y el distrito de residencia. Para cada distrito y año, se obtuvo la estimación de población, la cual también está disponible en línea [<http://censos.ccp.ucr.ac.cr>], así como las coordenadas geográficas del centroide poblacional del distrito. Se ajustó por la edad y el sexo del egreso hospitalario.

Los cálculos fueron realizados con el programa SaTScan versión 3.0.5 (Kulldorff *et. al.*, 2002). En una Pentium PC de 2.80 GHz, el programa tomó cerca de 34 minutos para realizar 9999 simulaciones de Monte Carlo.

## RESULTADOS

El ajuste por edad y sexo del egreso hospitalario no aportó ningún valor agregado al análisis. Ajustando las tasas de incidencia por tendencia temporal (aproximadamente 1% al año), el conglomerado más probable está ubicado en la cuenca del Golfo de Nicoya del 2001 al 2003 (Tabla 1 y Figura 1). En esta área se reporta aproximadamente el 60% de los casos de dengue en el período de estudio. Este conglomerado es estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ). En la cuenca del Golfo de Nicoya se reportan 2992 casos de dengue en el período, cuando lo esperado era de 343 casos.

El segundo conglomerado en nivel de importancia es Limón (2000-2003) con 1460 casos reportados en el período en donde 161.2 son los casos esperados. Al 5%, el conglomerado es significativo. Aproximadamente el 29% de los casos reportados de dengue se encuentra en esta zona (Tabla 1).

El tercer conglomerado es Guácimo, ubicado también en el caribe costarricense (2001-2002). Esta zona reporta aproximadamente el 6% de los casos de dengue en el período (270 casos, en donde 28 son los esperados). El conglomerado es significativo al 5% ( $p < 0.05$ ).

La cuenca del Golfo Dulce (1998), Tambor de Alajuela (2002) y Quepos (2002) (Tabla 1) son otros tres conglomerados significativos ( $p < 0.05$ ). Los casos observados de dengue son 165, 56 y 54 respectivamente y 9.4, 14.5 y 4.9 son los valores esperados. Estas tres zonas contienen el 5.5% de los casos reportados de dengue en el período.

Un último conglomerado de un sector del Área Metropolitana de San José (Uruca) en el 2002 no es significativo al  $\alpha=5\%$  ( $p=0.06$ ), a pesar de que el número de casos observados (26) es tres veces mayor que el esperado (8.5).

## DISCUSION

Los datos muestran que la incidencia del dengue en Costa Rica no es un proceso al azar, si no que más bien está localizado en determinadas regiones geográficas. Se determinó un conglomerado principal y cinco conglomerados secundarios en donde los casos de dengue son superiores a los casos esperados.

¿Hasta donde estos resultados son válidos y confiables? Un elemento que podría restar validez a los resultados obtenidos es que la gran cantidad de casos de dengue encontrada en la cuenca del Golfo de Nicoya puede deberse al tamaño del conglomerado. El área geográfica es de dicho conglomerado es de aproximadamente 11,600 km<sup>2</sup>. Este problema surge debido a que la información disponible de la incidencia de dengue está disponible por unidades geográficas administrativas (*distritos*) y no por unidades más pequeñas (segmentos o viviendas). Esto provoca que haya una probabilidad muy alta de que los conglomerados significativos al 5% sean grandes, sin embargo no es posible desagregar la base de datos a niveles más bajos que el del distrito.

Un segundo elemento es que las tasas de incidencia no fueron estandarizadas por sexo y edad, debido a que en un análisis preliminar, estas variables no dieron valor agregado al análisis. Es necesario realizar más investigaciones para determinar qué variables al nivel de distritos podría estar asociadas a las tasas de incidencia de dengue.

Una pregunta a responder sería: ¿Qué factores físicos, ambientales, sociales y económicos podrían estar influenciando la incidencia del dengue en la cuenca del Golfo de Nicoya? ¿Es posible encontrar sub-conglomerados de alta incidencia en esta región?

Este trabajo contribuye a presentar evidencia que el rastreo estadístico espacio-temporal es una herramienta muy útil en el proceso de toma de decisiones. El método complementa los análisis estadísticos tradicionales para decidir en qué regiones críticas o conglomerados (*clusters*) merece priorizar los esfuerzos para el manejo del dengue en Costa Rica.

## REFERENCIAS

- Egresos Hospitalarios de Costa Rica 1990-2003. Consulta del 15 de octubre del 2005, de la base de datos de los egresos hospitalarios. *Centro Centroamericano de Población*. <http://censos.ccp.ucr.ac.cr>
- Gubler, D. (2005). The Emergence of Epidemic Dengue Fever and Dengue Hemorrhagic Fever in the Americas: A case of Failed Public Health Policy. *Editorial. Rev. Panam. Salud Pública*; 17(4):225-9.

- Kulldorff M, W. Athas, E. Feuer, B. Miller & C. Key. (1998). Evaluating Cluster Alarms: A Space-Time Scan Statistic and Brain Cancer in Los Alamos, New Mexico. *American Journal of Public Health* 88:1377-1380.
- Kulldorff M. & Information Management Services Inc. (2002). SaTScan v. 3.0.5: Software for the Spatial and Space-Time Scan Statistics. Bethesda, Maryland: *National Cancer Institute*. USA.
- Ministerio de Salud. Consulta del 28 de noviembre del 2005. *Vigilancia epidemiológica*.  
<http://www.netsalud.sa.cr/ms/estadist/enferme/dengue.htm>  
<http://www.ministeriodesalud.go.cr/dirvigil/estadisticas%20dengue%202005.htm>
- Panagos A., E. R. Lacy, D. J. Gubler, C.N.L. Macpherson. (2005). Dengue in Grenada. *Rev. Panam. Salud Pública*; 17(4):225-9.
- Proyecciones Distritales de la Población de Costa Rica. Consulta del 15 de octubre del 2005, de la base de datos de las proyecciones distritales de la población de Costa Rica. *Centro Centroamericano de Población*. <http://censos.ccp.ucr.ac.cr>

**Tabla 1. Análisis Geográfico de las Tasas de Incidencia de Dengue usando Análisis Espacio-Temporal: Costa Rica 1997-2003.**

	Años	Casos observados	Esperados	Incidencia estandarizada	Log-radio de máxima v.	<i>P</i> <sup>a</sup>
Ajustados por tendencia temporal <sup>b</sup>						
Conglomerado más probable: Cuenca del Golfo de Nicoya	2001-2003	2992	342.6	8.73	4451.94	0.00
Conglomerado secundario: Limón	2000-2003	1460	161.2	9.06	2050.66	0.00
Conglomerado secundario: Guácimo	2001-2002	270	27.5	9.81	378.37	0.00
Conglomerado secundario: Cuenca del Golfo Dulce	1998	165	9.4	17.60	319.29	0.00
Conglomerado secundario: Tambor	2002	56	14.5	3.87	34.32	0.00
Conglomerado secundario: Quepos	2002	54	4.9	10.99	80.52	0.00
Conglomerado secundario: Uruca	2002	26	8.5	3.06	11.57	0.06

<sup>a</sup> Valor-P simulado, calculado con 9999 simulaciones de Monte Carlo.

<sup>b</sup> La incidencia se incrementa aproximadamente 1% al año.



**Figura 1. Conglomerado (*clusters*) Significativos de Incidencia de Fiebre Dengue, usando el Rastreo Estadístico Espacio-Temporal: Costa Rica, 1997-2003.**

