

## **Estacionalidad de la mortalidad en los trópicos: el caso de Costa Rica**

### **Antecedentes**

El fenómeno de estacionalidad de la mortalidad ha sido estudiado principalmente en países distantes del ecuador, en los que las tasas de mortalidad suelen ser más elevadas en el invierno que en el verano (Gemmell, 2000). La exposición al ozono y la contaminación del aire también se han identificado como factores subyacentes a la variación estacional en la mortalidad (Levy et al, 2005). La luz solar también tiene un efecto sobre la mortalidad ya que un inadecuado nivel de vitamina D se relaciona con una serie de enfermedades (Sowah, Fan, Dennet et al, 2017).

Existen pocos estudios de mortalidad estacional en adultos de regiones tropicales. La mayoría de los existentes se enfocan en mortalidad infantil y enfermedades diarreicas. La evidencia disponible muestra patrones variables según región; por ejemplo, en Hawái la mortalidad cardiovascular aumenta durante el invierno mientras que en Nueva Orleans aumenta en el verano (Seto et al, 1998).

En Costa Rica se ha documentado estacionalidad en la morbi-mortalidad por diarrea en niños, con valores máximos en marzo o en los primeros meses del año que corresponden a la época seca y mínimos de octubre a diciembre es decir durante la época lluviosa (Espinoza, 2004).

### **Objetivo**

Determinar la existencia y magnitud de ciclos de variación estacional en la mortalidad de Costa Rica—un país tropical de latitud 10 grados.

### **Materiales y métodos**

Micro-datos de las 630.000 defunciones ocurridas en Costa Rica de 1970 a 2016, cuya información se recolecta como parte de las estadísticas vitales del país por el INEC. La información usada fue: Fecha exacta de la defunción, edad, sexo, causa de muerte y lugar de residencia del fallecido (CCP, 2018)

Como complemento, datos publicados de los promedios mensuales de precipitación fluvial y temperatura del Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (IMN Atlas climatológico, 2018)

Para modelar la naturaleza cíclica de la variación estacional, los patrones estacionales anuales de las defunciones se identifican con regresión de las funciones trigonométricas seno y coseno del ángulo que representa la fecha ubicada en el ciclo anual (Stolwijk, Straatman, Zielhuis, 1999). El patrón estacional identificado con estas regresiones se resume con la identificación de la magnitud del ápex (máximo) y nadir (mínimo) y la fecha en que ocurren. La amplitud de la variación cíclica ( y por tanto, la importancia de la variación estacional) se mide por la razón ápex / nadir.

Si  $\theta$  es el ángulo en radianes correspondiente a la fecha siguiendo las manecillas del reloj (ejemplos: a 1 de abril corresponde 0,01 radianes y a 1 de julio 4,73 radianes) y  $sen(\theta)$

es  $x$  y  $\cos(\square)$  es  $y$ , el modelo de regresión de la frecuencia de defunciones  $D$  en un fecha del ciclo anual es:

$$\ln(D) = [\beta_1x + \beta_2y + \beta_1xy + \beta_1x^2 + \beta_1y^2] + [\gamma_1t + \gamma_2t^2 + \delta_A] + \varepsilon$$

El primer corchete estima el componente estacional y el segundo corchete el componente secular de las defunciones sin estacionalidad para la fecha  $t$  y año  $A$ , una por cada año calendario.

Los coeficientes de la regresión se estiman con regresión de Poisson usando el paquete STATA en una base de datos con 16 167 observaciones de frecuencias, una por cada día del periodo 1970-2016.

## Resultados

El cuadro 1 muestra el número de observaciones (defunciones) según las variables en estudio. Más de la mitad de las defunciones son de mayores de 65 años de edad. Las frecuencias son substancialmente más pequeñas para detectar en los otros tres grupo de edades menores. Los 26 grupos de causas de muerte, presentan también una variación muy grande en sus frecuencias. En términos generales, para grupos de causas de muerte con menos de 10 000 observaciones no es probable que se identifiquen cocientes significativos de estacionalidad, a menos que esta se muy grande.

### CUADRO 1

La gráfica 1 ilustra los dos componentes de la regresión estimada para todas las defunciones. Se muestra el promedio diario de defunciones en el periodo, la frecuencia esperada con un modelo sin estacionalidad y la frecuencia esperada con estacionalidad. El cociente entre las dos frecuencias esperada mide la estacionalidad. En la gráfica, el ápex de defunciones ocurre en la primera semana del año con 3,7% más defunciones de las esperadas. El día con menor frecuencia de defunciones tiende a ser el 122 del año, es decir el 2 de mayo en años no bisiestos, con 3,1 defunciones menos de las esperadas. La amplitud del ciclo estacional por tanto es

### GRAFICA 1

Hay una clara y significativa estacionalidad en las defunciones de personas adultas mayores de 65 años con un ápex en enero y un mínimo a principios de mayo (gráfica 2). La amplitud del ciclo es de 1,070 (1,037/0,969), es decir que en Costa Rica la variación estacional hace que haya 7,0% más defunciones en el día más alto por encima del más bajo.

La gráfica 2 muestra el coeficiente de estacionalidad estimado por sexo y cuatro grandes grupos de edades. Se muestra también el intervalo de confianza (IC) al 95% de este cociente como áreas sombreadas alrededor de la línea de regresión. Si el IC no toca la línea de la unidad es indicación de que la estacionalidad es estadísticamente significativa. Asimismo, si las áreas de IC por sexo no se sobrepone entre sí, se tendría una diferencia significativa por sexo en la estacionalidad.

## GRAFICA 2

En casi todos los 8 grupos se presenta un máximo estacional en la última semana de diciembre y en la primera de enero. Este máximo es estadísticamente significativo (diferente de 1). La excepción es el grupo de niños varones menores de 15, para quienes no se observa estacionalidad significativa. Las niñas y mujeres jóvenes (menores de 35) presentan también un segundo pico de alta mortalidad a mediados de agosto.

Asimismo, los datos sugieren un nadir o mínimo de mortalidad estacional en todos los grupos (excepto los niños varones) alrededor de la primera semana de mayo.

Con el propósito de reducir la información analizada por 25 grupos de causas de muerte, la gráfica 3 resume la estacionalidad con la amplitud entre el máximo y mínimo medida como cociente. Las causas de muerte están ordenadas de mayor a menor amplitud estacional, aunque en algunos casos el intervalo de confianza es tan amplio (ej. Maternas o TB respiratoria) que la estimación puntual es poco creíble. Descartando las estimaciones poco confiables, se observa que las muertes por accidentes de carretera son las con mayor variación estacional, seguidas por diarreas, alcoholismo e infecciones respiratorias agudas (IRA). En el ápex de mortalidad en carreteras, ésta es 25% mayor que en el punto mínimo.

## GRAFICA 3

Las enfermedades cardio- y cerebro-vasculares así como las respiratorias crónicas, constituyen un segundo grupo con variación estacional de amplitud 1,1 o 1,12. La estimación de la estacionalidad para estas muertes es bastante precisa (IC corto) debido a que son de las causas de muerte más frecuentes.

Para los ocho grupos de causas de muerte cuyos ápex y nadir de estacionalidad son significativos, la gráfica 4 muestra la fecha en que ocurren estos dos extremos y su magnitud, incluyendo el IC.

## GRAFICA 4

Se observa una aglomeración de causas con mortalidad máxima a principios de año y otra aglomeración de causas con mortalidad mínima alrededor de mayo. La mortalidad por diarreas, sin embargo, escapa a ese patrón estacional. El máximo ocurre a principios de julio y el mínimo a mediados de octubre. También la mortalidad por enfermedades respiratorias crónicas como enfisema tiene un máximo peculiar a principios de agosto, en tanto que las muertes en carretera tienen un mínimo peculiar a mediados de agosto.

## Conclusiones

Los datos muestran la existencia de patrones significativos de variación estacional en la mortalidad de Costa Rica, la cual incrementa en los meses de enero y diciembre; y disminuye en el mes de mayo. Por tratarse de un país tropical, en Costa Rica no se presentan variaciones extremas en la temperatura ambiente como en los países fuera de los trópicos. La fluctuación estacional más marcada en el clima costarricense posiblemente es la pluviosidad. La gráfica 5 muestra los promedios nacionales

mensuales de temperatura máxima y pluviosidad, obtenidos de 15 estaciones climatológicas en el periodo 1970-2010 (IMN Atlas climatológico, 2018).

## GRAFICA 5

Los accidentes de tránsito y las muertes causadas por alcoholismo probablemente se originan por variaciones en el comportamiento de las personas. Los días festivos que van de diciembre a enero, las vacaciones escolares en enero, febrero y julio son los que presentan la mayor magnitud en mortalidad.

A pesar de que la mortalidad por diarreas se podría relacionar con la alta pluviosidad debido a un aumento en la presencia de contaminantes microbiológicos (Gleason, Fagliano 2017), Costa Rica presenta el nadir en diarreas en octubre, que es el mes con mayor pluviosidad.

La mortalidad por infecciones respiratorias se puede relacionar con las temperaturas más bajas las cuales se dan en los meses de diciembre y enero. Sin embargo según estudio estacionario, existe una relación del calor de las regiones tropicales con una creciente relevancia del exceso de mortalidad. (Burkarta et al, 2014).

## Referencias

- Burkarta, Katrin. Khanb Mobarak.H, Schneider, A. Breitnerc, Susanne. Langnera, Marcel. Kramerb , Alexander and Endlichera, Wilfried.(2016) *The effects of season and meteorology on human mortality in tropical climates: a systematic review*. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene
- CCP, Centro Centroamericano de Población (2018), *Sitio web de bases de datos*, en<<https://censos.ccp.ucr.ac.cr/>>, acceso 19 de marzo de 2018.
- Espinoza, Azálea. (2004) *Comportamiento de la enfermedad diarreica en Costa Rica de 1995 al 2001*. Revista Costarricense de Salud Pública, Vol 13, N 24
- Gemmell, Islay., McLoone, Philip., Boddy, FA., Dickinson, Gordon J and Watt, GCM (2000) *Sesonal variation mortality in Scotland*. International Journal of Epidemiology, Vol 29, N. 2, p. 274-279.
- Gleason Jessie.A. Fagliano Jerald.A. (2017) *Effect of drinking water source on associations between gastrointestinal illness and heavy rainfall in New Jersey*” Plos one 12
- IMN, Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (2018), *Atlas Climatológico*, en <<https://www.imn.ac.cr/atlas-climatologico>>, acceso 19 de marzo de 2018
- Levy, Jonathan I., Susan M. Chemerynski, and Jeremy A. Sarnat. (2005) *Ozone exposure and mortality: an empiric bayes metaregression analysis* Epidemiology, Vol 16, N 4, p.458
- Seto, Todd B., Murray A. Mittleman, Roger B. Davis, Deborah A. Taira, and Ichiro Kawachi (1998) *Seasonal variation in coronary artery disease mortality in Hawaii: observational study*. BMJ, Vol 316, N 7149, p. 1346-1947
- Sowah,Daniel. Fan,Xiangning. Dennett, Liz. Hagtvedt, Reidar and Straube,

Sebastian.(2017)*Vitamin D levels and deficiency with different occupations*  
Aburto,Victor. Castillejos, Margarita.. Gold, Diane R. Bierzwinski, Silvia and  
Loomis, Dana. (1998) *Mortality and Ambient Fine Particles in Southwest Mexico  
City, 1993-1995*. Environmental Health Perspectives, Vol 106, N12.

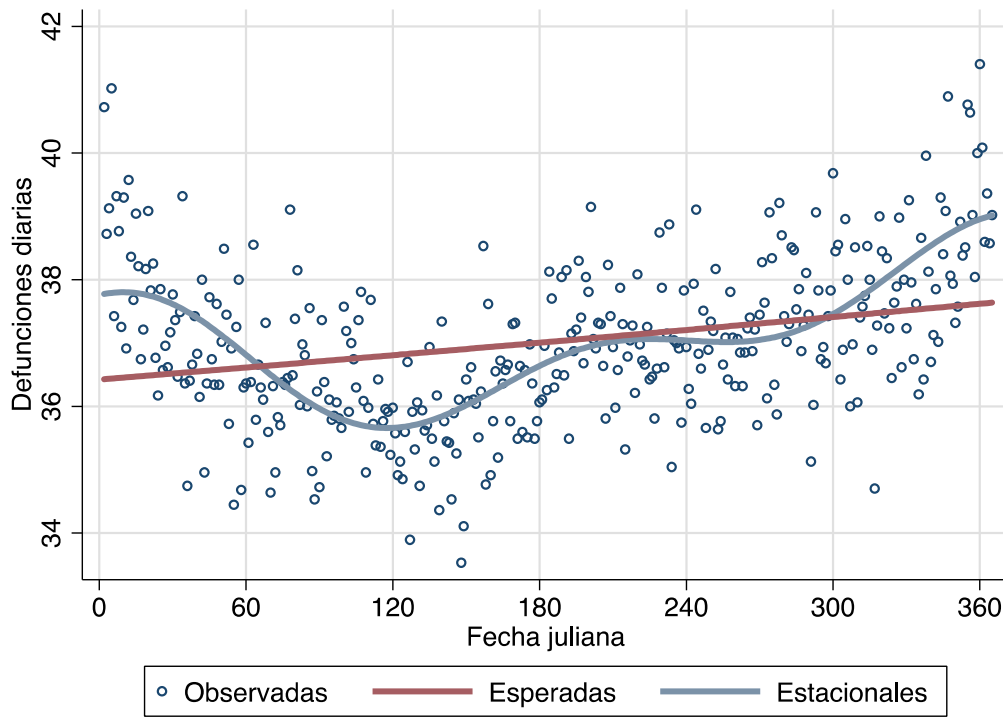
## Anexos

### Variación estacional en la mortalidad de Costa Rica 1970-2014

Cuadro 1. Defunciones por sexo, edad y grupos de causas de muerte. Costa Rica 1970-2014

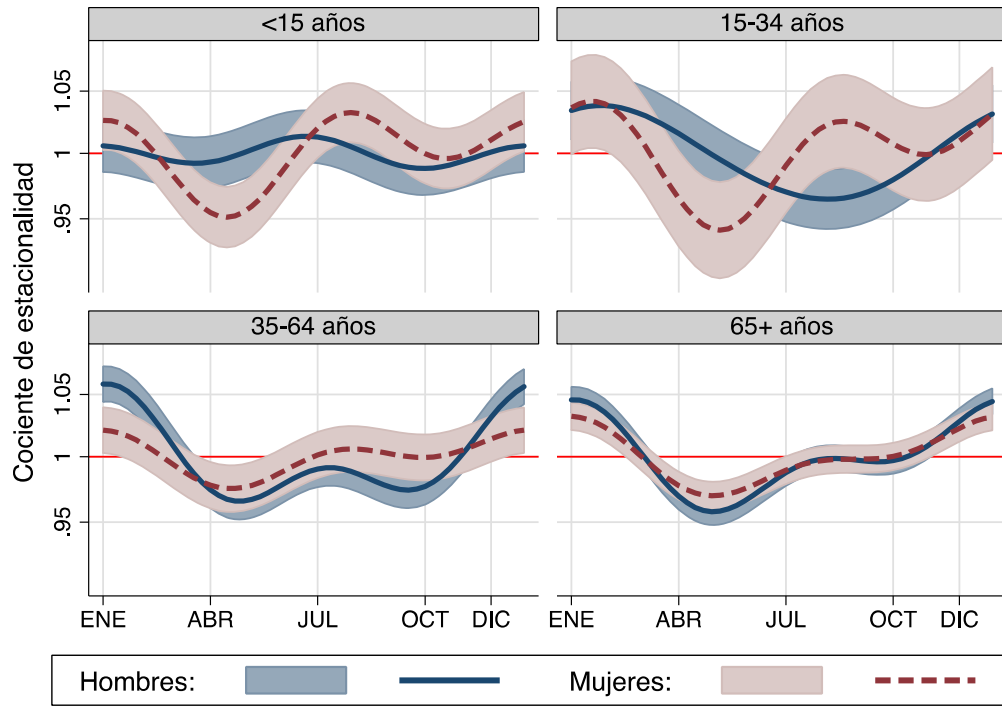
	Hombres	Mujeres	Total	Códigos CIE-10
<b>Total</b>	361,656	273,899	635,555	
<i>Edad</i>				
0-14	45,877	35,167	81,044	
15-34	36,469	14,244	50,713	
35-64	96,970	59,183	156,153	
65 +	182,340	165,305	347,645	
<i>Causa de muerte</i>				
Diarreas	5,631	4,897	10,528	A00-A09
TB Respiratoria	1,967	987	2,954	A15, A16
IRA: Infecc. Resp. Aguda	13,390	11,456	24,846	J00-J39
Otras infecciosas	5,169	4,523	9,692	A17-B19, B25-B99
Nutricionales	2,031	1,670	3,701	D50-D53, E40-E64
Maternas	0	1,162	1,162	O00-O99
Perinatales	13,505	9,513	23,018	P00-P96
Congénitas	7,880	6,781	14,661	Q00-Q99
Cáncer estómago	16,107	8,967	25,074	C16
Cáncer pulmón	7,345	3,198	10,543	C32-C34
Cáncer útero	0	6,635	6,635	C53-C55
Cáncer mama	75	7,477	7,552	C50
Cáncer próstata	9,302	0	9,302	C61
Otro cáncer	37,437	32,985	70,422	Resto en C00-D48
Respiratorias crónicas	19,352	17,514	36,866	J40-J99
Cardiovasculares	75,888	60,856	136,744	I00-I59, I70-I99
Cerebrovascul./Derrame	19,693	20,817	40,510	I60-I69
Fallo renal	6,244	4,238	10,482	N00-N29
Diabetes	8,749	11,728	20,477	E10-E14
Alcoholismo-Cirrosis	12,446	5,966	18,412	F10, K70-K77
Accidentes tránsito	20,120	4,196	24,316	V01-V89
Otros accidentes	18,710	7,939	26,649	V90-X59
Suicidio	7,600	1,352	8,952	X60-X84
Homicidio	11,110	1,877	12,987	X85-Y34
VIH-SIDA	2,993	579	3,572	B20-B24
Otras	26,873	27,229	54,102	Restantes
Senilidad y mal definidas	12,039	9,357	21,396	R00-99

Gráfica 1. Ilustración del ajuste para estimar estacionalidad en todas las defunciones. Costa Rica 1970-2016



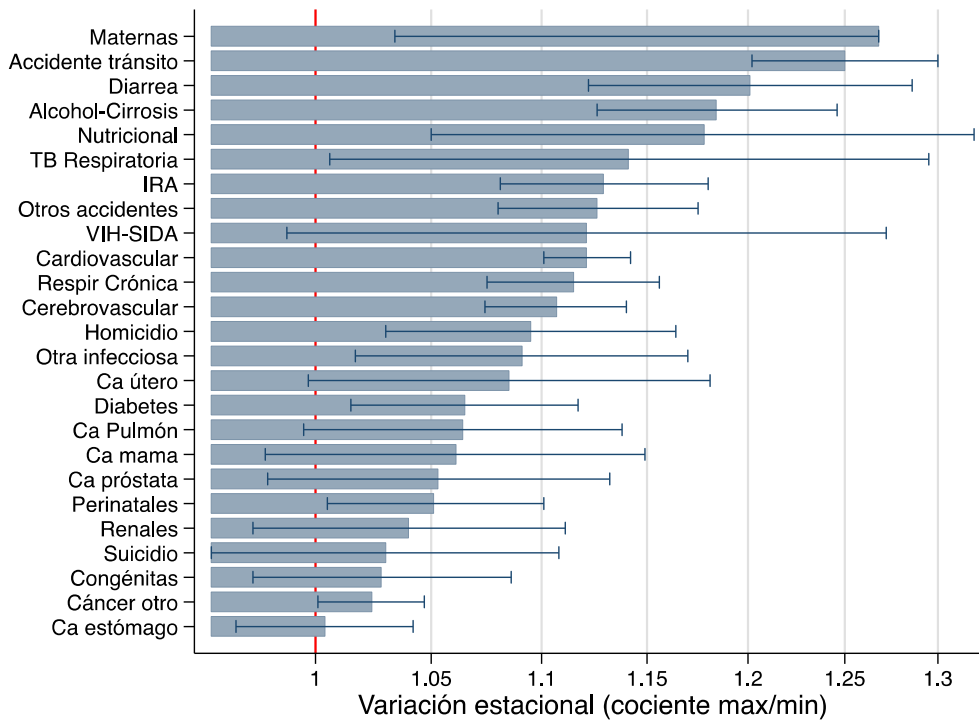
Nota: Cada punto es el número medio de defunciones en ese día del año durante 1970-2016. Esperadas = promedio esperado por variación secular.

Gráfica 2. Estacionalidad en las defunciones por sexo y 4 grandes grupos de edad. Costa Rica 1970-2016

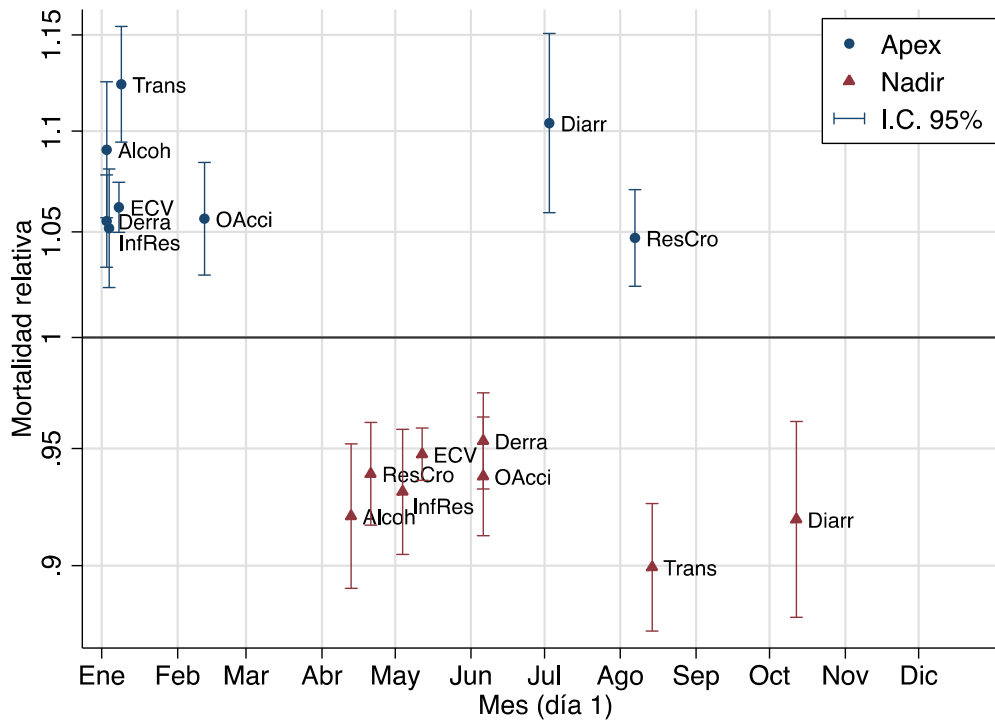




Gráfica 3. Amplitud de la estacionalidad en las defunciones por grupos de causas de muerte. Costa Rica 1970-2016



Gráfica 4. Fechas estimadas del ápex y nadir en la variación estacional de causas de muerte con estacionalidad significativa. Costa Rica 1970-2016



Gráfica 5. Promedios mensuales de pluviosidad y temperatura máxima en Costa Rica 1970-2010. (Promedios demo-ponderados de 15 regiones)

