

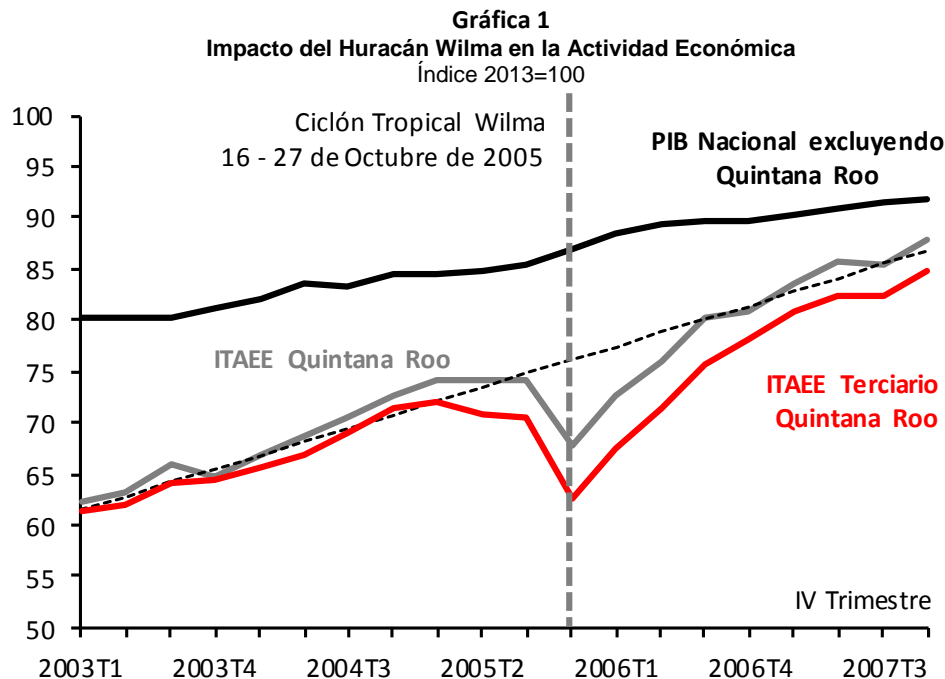
El Impacto de los Ciclones Tropicales en la Actividad Económica Regional

Extracto del Reporte sobre las Economías Regionales Abril – Junio 2018, Recuadro 4, pp. 35-38, Septiembre 2018

Introducción

Los Ciclones Tropicales (CT) son sistemas atmosféricos de tormenta que, como resultado de la combinación de intensidad, tamaño, velocidad sostenida, avance de los vientos y volúmenes de lluvia, pueden ocasionar afectaciones en la actividad económica de las regiones expuestas a este tipo de eventos naturales.¹ México, por su ubicación geográfica en las inmediaciones del trópico de Cáncer, se encuentra entre los diez países con mayor exposición a estos sucesos; especialmente las 17 entidades costeras: 11 en el Pacífico y 6 en el Atlántico (Hsiang y Jina, 2014).

Un caso emblemático del efecto de los CT en la actividad económica es el huracán Wilma, uno de los más intensos registrados en la cuenca del Atlántico, el cual impactó al estado de Quintana Roo en el mes de octubre de 2005. Como se observa en la Gráfica 1, la actividad económica en esta entidad se contrajo durante el trimestre en el que estuvo activo este huracán, afectando principalmente al sector terciario, lo cual contrasta con el desempeño del resto del país en ese periodo. Sin embargo, no se observó que dicho fenómeno haya tenido efectos de largo plazo en la entidad, toda vez que esta retomó su trayectoria de crecimiento (véase Informe sobre la Inflación, Octubre - Diciembre 2005 del Banco de México).



Fuente: Elaboración del Banco de México con base en datos del INEGI ajustados por estacionalidad.

¹ En el hemisferio norte, los CT se originan en los océanos Pacífico y Atlántico entre junio y noviembre, teniendo una mayor frecuencia en septiembre. De acuerdo con la velocidad sostenida del viento que alcanzan, los CT se clasifican en: i) depresión tropical, ii) tormenta tropical y iii) huracanes. Con base en la escala Saffir-Simpson, los huracanes categoría 1 presentan vientos que se encuentran en el rango de 119-153 km/h; la categoría 2 en el rango 154-177 km/h; la categoría 3 pertenece al rango 178-208 km/h; la categoría 4 al rango 209-251 km/h; y la categoría 5 presenta vientos mayores a 252 km/h.

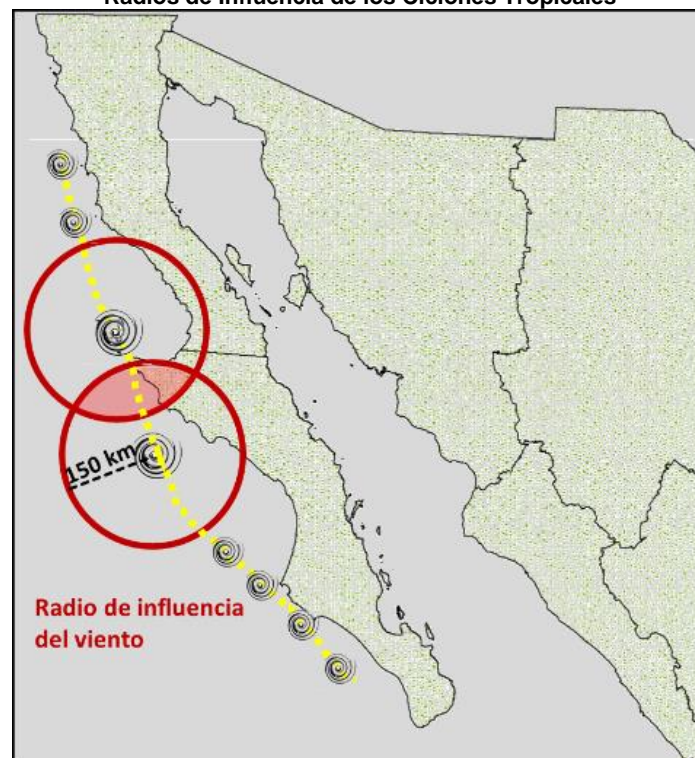
En este contexto, el objetivo del presente Recuadro es cuantificar los efectos de los CT en la actividad económica de las entidades costeras de México. Dado que los CT son impredecibles en cuanto a su ocurrencia, duración, trayectoria e intensidad, es posible evaluar directamente sus consecuencias económicas, toda vez que representan una variación exógena que incide sobre el desempeño de la actividad económica. Para el análisis se sigue la metodología sugerida por Hsiang (2010) y UNIATMOS (2018).

La Medición de la Exposición a los Ciclones Tropicales

La literatura relativa al estudio de los efectos de los CT sobre la actividad económica ha utilizado la velocidad del viento como una variable *proxy* de la intensidad de los mismos (Emanuel, 2011; Hsiang y Jina, 2014; Ishizawa *et al.*, 2017; Boose *et al.*, 2004).

En este Recuadro, la medida de exposición al viento se construyó a nivel de entidad federativa considerando un radio de influencia de 150 km a lo largo de la trayectoria del CT (Figura 1; véase UNIATMOS, 2018; Domínguez y Magaña, 2018). Posteriormente, se utilizó el Índice de Poder de Disipación (IPD) sugerido por Emanuel (2005) para medir la energía que un CT emite a su paso.² Este indicador captura tanto la severidad como la persistencia del fenómeno al contabilizar las intersecciones entre los radios de influencia generados en cada punto de la trayectoria del evento. Finalmente, el IPD se pondera con la población de las localidades urbanas y rurales en cada estado del país, para lo cual se utiliza el Marco Geoestadístico de junio 2017 y el Censo de Población y Vivienda 2010, ambos publicados por el INEGI, para así obtener el IPD por entidad federativa.

Figura 1
Radios de Influencia de los Ciclones Tropicales



Fuente: Elaboración del Banco de México con base en los mapas de UNIATMOS (2018).

² De acuerdo con Emanuel (2005), el IPD es una aproximación del poder neto de emisión de un CT que utiliza la velocidad máxima de viento sostenido V_{max} para capturar la energía física que estos fenómenos atmosféricos irradian sobre un territorio determinado usando la siguiente expresión:

$$IPD = \int_0^T V_{max}^3 dt$$

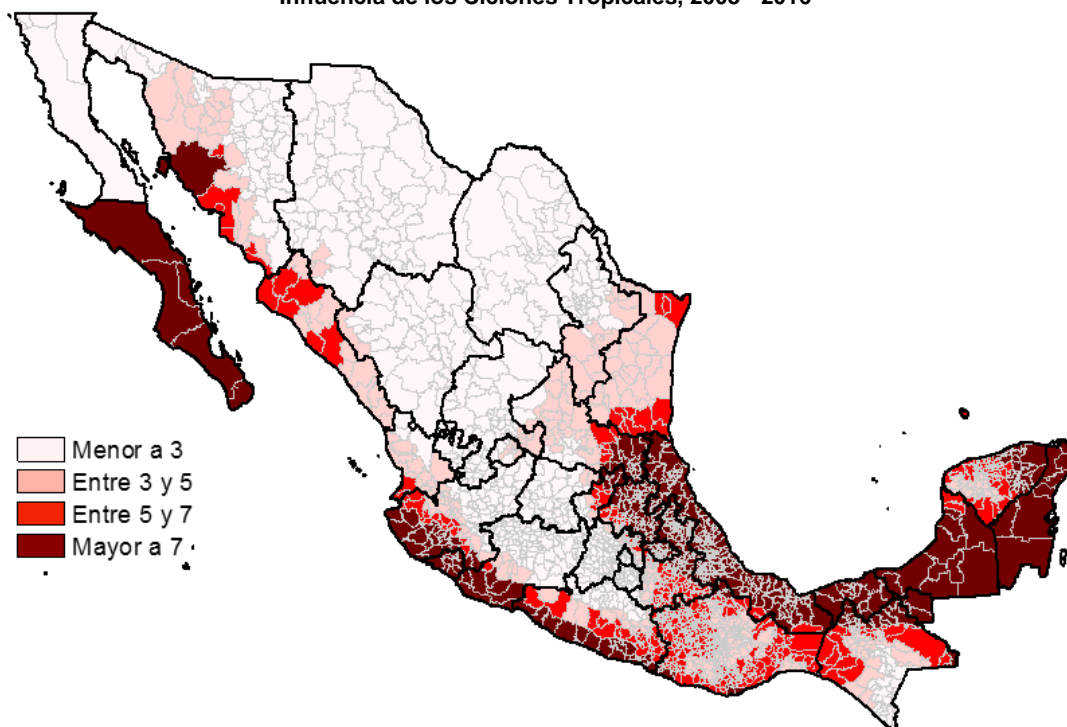
La información referente a la velocidad y la trayectoria de los CT se obtuvo del *Best Track Archive of Climate Stewardship* (IBTrACS) publicado por el Centro Nacional de Huracanes de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) del gobierno de Estados Unidos. Esta base de datos contiene los registros para cada seis horas sobre las coordenadas geográficas de la trayectoria y la velocidad del viento sostenido de los CT desde 1850. Con respecto a los datos de actividad económica de las entidades federativas, se utilizaron las series originales del Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAE) total y para los tres grandes sectores económicos (primario, secundario y terciario), excluyendo la minería petrolera, publicados por el INEGI.

Los Ciclones Tropicales en México entre 2003 y 2016

En los últimos años, los CT han capturado mayor atención debido a que se ha documentado un incremento en la intensidad de los mismos. Holland y Bruyère (2014) muestran que la proporción de huracanes categorías 4 y 5 a nivel mundial, la clase más poderosa de CT, aumentó entre 25% y 30% con respecto a 1975. Cabe destacar que en el Atlántico se ha originado la mayoría de los huracanes categorías 4 y 5 en años recientes.

La Figura 2 muestra un conteo del número de veces que un municipio estuvo dentro de un radio de influencia de viento de un CT para el periodo 2003 - 2016. Como se observa, existen alrededor de 600 municipios que presentan una elevada exposición a los CT (municipios en rojo intenso). En el Pacífico, estos municipios se localizan principalmente en las entidades de Baja California Sur, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Por su parte, en el Atlántico puede apreciarse que la mayor parte de los municipios de Veracruz, Tabasco, Campeche y Quintana Roo exhibieron una elevada frecuencia de estos eventos naturales durante el periodo de estudio. En contraste, las entidades que no colindan con ningún litoral exhiben un número de eventos notablemente menor.

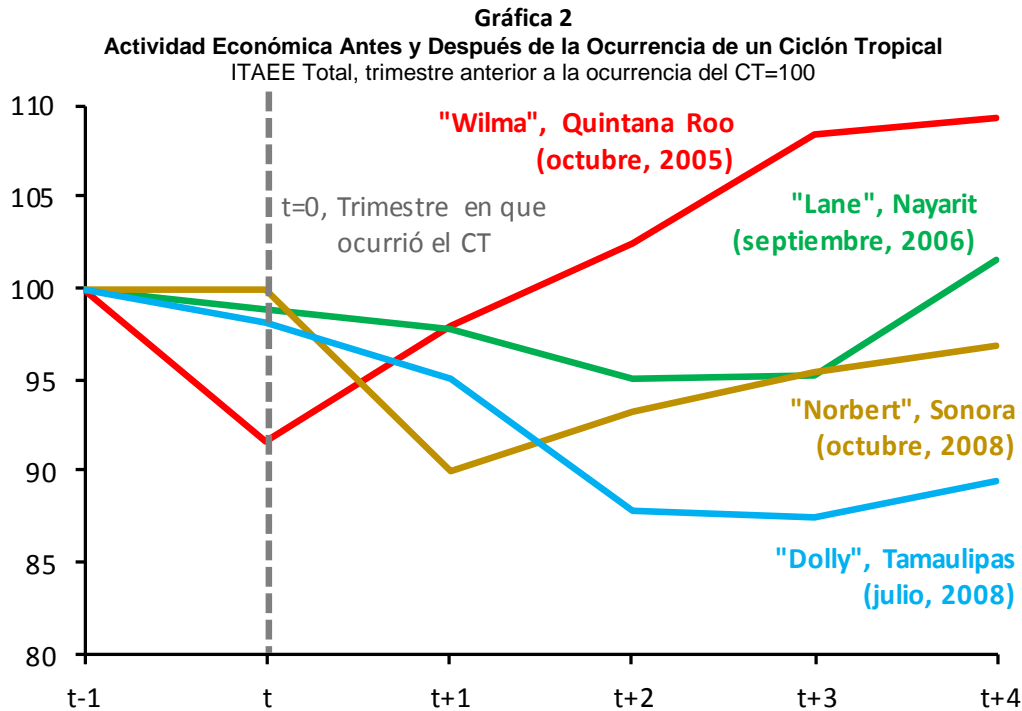
Figura 2
Conteo de la Exposición de los Municipios a los Radios de Influencia de los Ciclones Tropicales, 2003 - 2016



Nota: Este indicador cuantifica el número de veces que el conjunto de las localidades que conforman los municipios han estado expuestas a los radios de influencia de vientos de los CT.

Fuente: Elaboración del Banco de México con información del IBTrACS).

Los CT pueden ocasionar disminuciones considerables en la actividad económica de aquellas entidades federativas más expuestas a estos fenómenos. Al respecto, la Gráfica 2 muestra el comportamiento del ITAEE un trimestre antes y cuatro trimestres después del impacto de algunos de los CT más intensos registrados entre 2003 y 2016. En general, se observa que los CT pueden incluso impactar la actividad económica en los trimestres posteriores a su ocurrencia. No obstante, una primera aproximación sugiere que dicho efecto tiende a disiparse.



Fuente: Elaboración del Banco de México con datos del INEGI ajustados por estacionalidad.

Estimación del Efecto de los Ciclones Tropicales en la Actividad Económica

Derivado del análisis anterior, las entidades más alejadas de los litorales presentan una menor propensión a este tipo de afectaciones. Por esta razón, la estimación del efecto de los CT presentada en este Recuadro se enfoca en las 17 entidades costeras.³ De acuerdo con datos del INEGI, estas entidades representaron alrededor del 44 por ciento del PIB nacional entre 2003 y 2016.

Para medir el impacto de los CT sobre la actividad económica estatal se empleó el modelo de Hsiang y Jina (2014), el cual explota la variación exógena que introducen los CT. Dicha metodología consiste en estimar la siguiente ecuación usando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO):

$$\Delta \ln(ITAEE_{i,t}) = \mu_i + \eta_t + \gamma_i t + \sum_{j=0}^4 \beta_j IPD_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Donde $\Delta \ln(ITAEE_{i,t})$ es el crecimiento trimestral del ITAEE en la entidad i y en el trimestre t ; μ_i y η_t representan efectos fijos por entidad federativa y trimestre, respectivamente, con el objetivo de controlar por las distintas estructuras económicas de cada entidad federativa y patrones recurrentes en cada trimestre que puedan afectar la actividad económica; γ_i es el coeficiente que captura la heterogeneidad en la tendencia del crecimiento de cada entidad; y $\varepsilon_{i,t}$ es el término de error del modelo. Por su parte, $IPD_{i,t}$ mide la exposición acumulada al viento de los CT para la entidad i en el periodo t . De manera similar a Hsiang y Jina (2014) y a Hsiang (2010), se estandarizó el $IPD_{i,t}$ con respecto a sus valores observados en la muestra. Así, el coeficiente β_j mide el efecto

³ Las 17 entidades costeras consideradas en este Recuadro son: Baja California, Sonora y Tamaulipas en la región norte; Baja California Sur, Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Sinaloa en el centro norte; así como Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán en el sur.

en el crecimiento de la actividad económica estatal j trimestres después del impacto de un CT con un IPD equivalente a una desviación estándar por arriba del promedio de los CT observados entre 2003 y 2016.⁴

El Cuadro 1 presenta los resultados de la estimación del modelo (1) para el ITAEE agregado y los tres grandes sectores de la economía: primario, secundario y terciario.

Cuadro 1
Efecto Acumulado de los Ciclones Tropicales en el Crecimiento de la Actividad Económica en los Estados Costeros, 2003 – 2016

Puntos porcentuales					
Efecto del viento	Total	Primario	Secundario	Terciario	
Contemporáneo	-0.901 *** (0.298)	-0.597 (1.249)	0.554 * (0.262)	-1.094 *** (0.300)	
Un trimestre	-0.196 * (0.094)	1.389 (1.436)	1.056 ** (0.391)	-0.381 ** (0.132)	
Dos trimestres	-0.016 (0.128)	0.446 (1.591)	0.627 (0.435)	-0.070 (0.068)	
Tres trimestres	0.045 (0.306)	0.533 (0.625)	0.940 (0.736)	-0.145 (0.226)	
Cuatro trimestres	-0.218 (0.287)	1.384 (1.395)	0.499 (0.863)	-0.302 ** (0.123)	
Efectos fijos de tiempo	Si	Si	Si	Si	
Efectos fijos de entidad	Si	Si	Si	Si	
Tendencia lineal por entidad	Si	Si	Si	Si	
Número de observaciones	884	884	884	884	
Número de entidades	17	17	17	17	

Nota: Errores estándar en paréntesis. *** denota significancia al 1%, $p < 0.01$; ** al 5%, $p < 0.05$; y * al 10%, $p < 0.1$.

Fuente: Estimaciones del Banco de México con datos del IBTrACS, SMN y el INEGI.

Así, ante un CT con un IPD equivalente a una desviación estándar por arriba del promedio en el periodo de análisis, la actividad económica de una entidad costera podría reducir su crecimiento en 0.9 puntos porcentuales (p.p.) en el trimestre del suceso, si bien este efecto tiende a disiparse dos trimestres después del evento.⁵ En particular, en el sector terciario se observa un efecto similar, aunque de una magnitud mayor, reduciéndose la actividad en dicho sector en una magnitud cercana a 1.1 p.p. en el trimestre de ocurrencia, lo cual se explica, en buena parte, por los efectos negativos que tienen estos fenómenos en algunas de las principales actividades desarrolladas en las entidades costeras, especialmente el turismo y el comercio. En el sector primario no se encontraron impactos significativos, aunque el signo del coeficiente es el esperado en el trimestre del evento, toda vez que la agricultura es una actividad altamente vulnerable a los CT (Hsiang, 2010).

Por el otro lado, un CT de estas características tendría un efecto positivo de 0.6 y 1.1 p.p. en el crecimiento del sector secundario en el trimestre del evento y el subsecuente, respectivamente. Esto se explica, posiblemente, por el impulso en la construcción derivado de los esfuerzos de reconstrucción y rehabilitación, tanto en las edificaciones como en la infraestructura, lo cual es congruente con los hallazgos de otros estudios (Hsiang, 2010).

⁴ También es posible dimensionar estos efectos en términos del IPD generado por algunos de los CT más emblemáticos que han impactado a México en años recientes. Por ejemplo, el huracán Patricia, uno de los huracanes con vientos más intensos registrados hasta 2016 y que azotó las costas de Colima, Jalisco y Michoacán en octubre de 2015, tuvo un IPD equivalente a 13 desviaciones estándar por arriba de la media. Por su parte, Odile, que afectó Baja California Sur y Sonora en septiembre de 2014, tuvo un IPD de casi tres desviaciones estándar por arriba del CT promedio observado entre 2003 y 2016.

⁵ Estas estimaciones son robustas bajo distintas especificaciones de la ecuación (1) y la eliminación de valores atípicos en la muestra.

Consideraciones Finales

En este Recuadro, se identificaron las entidades federativas con mayor exposición a los CT. En el Pacífico destacan Baja California Sur, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero, mientras que en el Atlántico sobresalen Veracruz, Tabasco, Campeche y Quintana Roo. En línea con la literatura, los resultados de este Recuadro sugieren que la exposición a los CT tiene un impacto negativo en el crecimiento de la actividad económica de las entidades costeras, si bien este es de corto plazo, es heterogéneo entre sectores y tiende a diluirse alrededor del segundo trimestre después de la ocurrencia del evento.

A la luz de estos hallazgos y del reciente incremento de la severidad de los CT (Holland y Bruyère, 2014), resulta fundamental continuar fortaleciendo los mecanismos de adaptación al cambio climático. En particular, es necesario implementar acciones que reduzcan la vulnerabilidad de la población y los sectores productivos, y que desarrollen la resistencia de la infraestructura estratégica, con el objeto de aumentar la resiliencia de las regiones más expuestas al impacto de estos fenómenos.

Referencias Bibliográficas

- Dell M., B. Jones, B. y Olken B. (2014) “What Do we Learn from the Weather? The New Climate-Economy Literature”, *Journal of Economic Literature*, Vol. 5, pp. 740–98.
- Domínguez C. y Magaña, V. (2018) “The Role of Tropical Cyclones in Precipitation over the Tropical and Subtropical North America”, *Frontiers in Earth Sciences*, Vol. 6, pp. 19.
- Emanuel, K. (2005) “Increasing Destructiveness of Tropical Cyclones over the Past 30 Years”, *Nature Letters*, Vol. 436, No. 4.
- Holland, G. y Bruyère, C. (2014) “Recent Intense Hurricane Response to Global Climate Change”, *Climate Dynamics*, Vol. 42, pp. 617–627.
- Hsiang, S. M. (2010) “Temperatures and cyclones strongly associated with economic production in the Caribbean and Central America”, *PNAS*, Vol. 107, pp. 15367–72.
- Hsiang S. M. y Jina, A. S. (2014) “The Causal Effect of Environmental Catastrophe on Long-Run Economic Growth: Evidence from 6,700 Cyclones”, *NBER Working Paper No. 20352*.
- Hsiang, S. (2016) “Climate Econometrics”, *Annual Review of Resources Economics*, Vol. 8, pp. 43–75.
- B. Jones B. y Olken, B. (2014) “Climate Shocks and Exports” *American Economic Review: Papers & Proceedings*, Vol. 100, pp. 454–459.
- Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS) (2018) “Mapas de Contabilidad sobre los Ciclones Tropicales que Tocaron Tierra”, Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM. (<http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>)
- Emanuel, K. (2011) “Global warming effects on US hurricane damage”, *Weather, Climate, and Society*, Vol. 3, No. 4, pp. 261–268.
- Ishizawa, O., Miranda, J. y Strobl, E. (2017) “The Impact of Hurricane Strikes on Short-Term Local Economic Activity: Evidence from Nightlight Images in the Dominican Republic”. *World Bank Group: Policy Research working paper no. 8275*; Impact Evaluation series. Washington, D.C.
- Boose, E., Serrano, M. y Foster, D. (2004) “Landscape and Regional Impacts of Hurricanes in Puerto Rico”, *Ecological Monographs*, Vol. 74, No. 2, pp. 335-352.