



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Eventos Hidro-climáticos en América Central y Variabilidad Climática

Eric Alfaro(1,2,3), Hugo Hidalgo(1,2), Paula M. Pérez-Briceño(1)*

1-Centro de Investigaciones Geofísicas, 2-Escuela de Física, 3-Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología. Universidad de Costa Rica

Taller UCREA

Programa Integrado del Corredor Seco Centroamericano

25- 29 setiembre, 2017

Centro de Investigaciones Geofísicas, Universidad de Costa Rica, Ciudad de la Investigación, Costa Rica

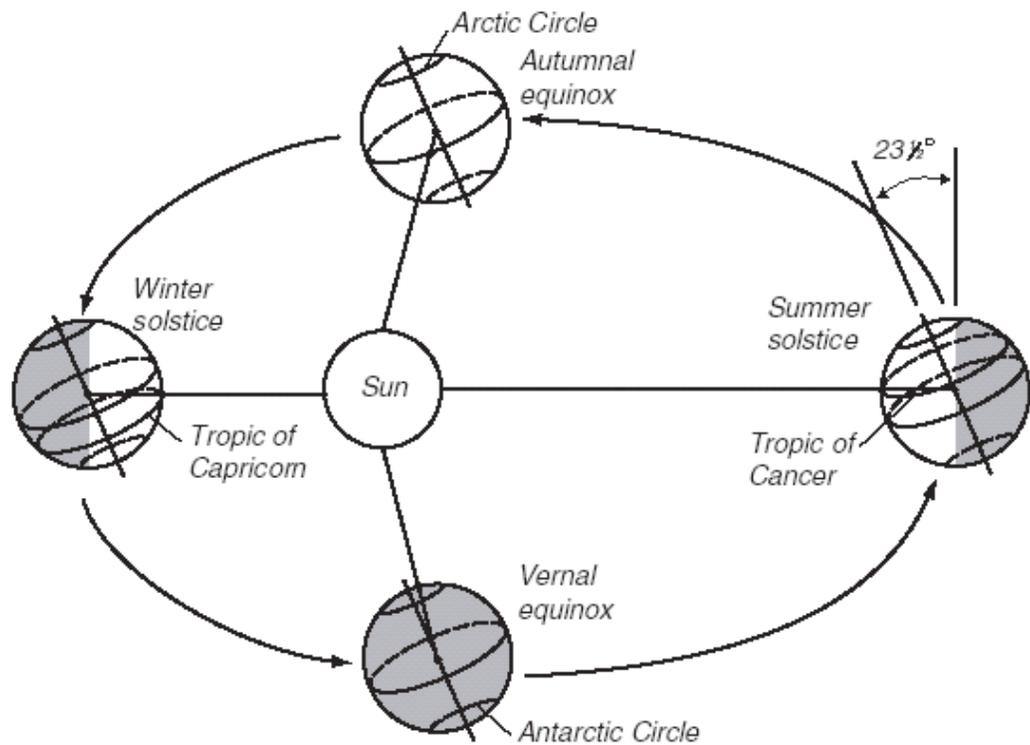


Figure 4.1 The Earth in space. The ellipticity of Earth's orbit around the sun and the tilt of Earth's axis of rotation relative to the plane of Earth orbit leads to an unequal distribution

Annual Wind Speed and Sea Level Pressure (hPa) For 1989

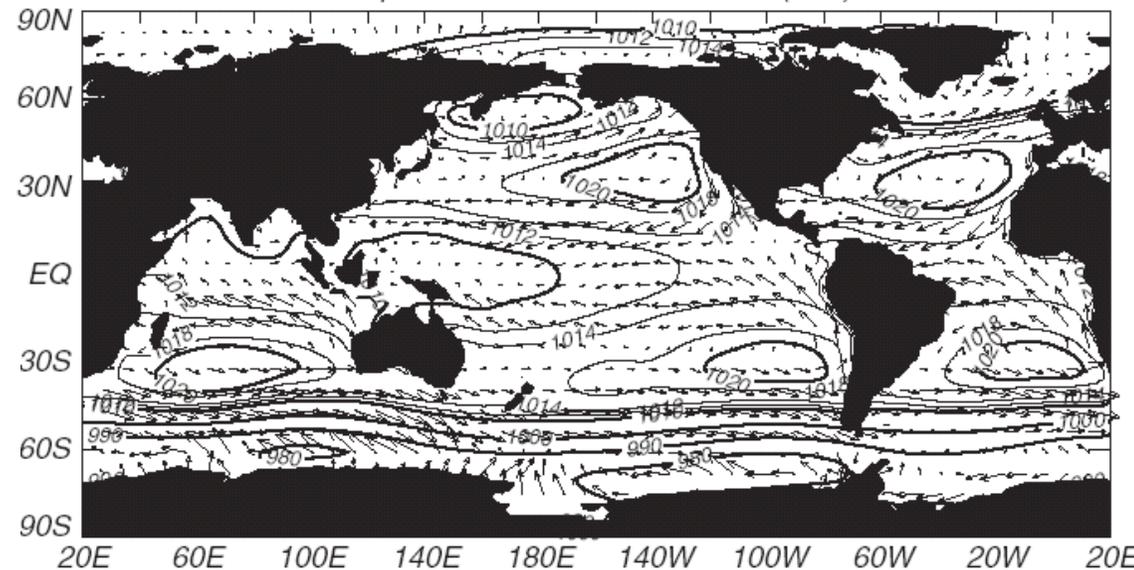
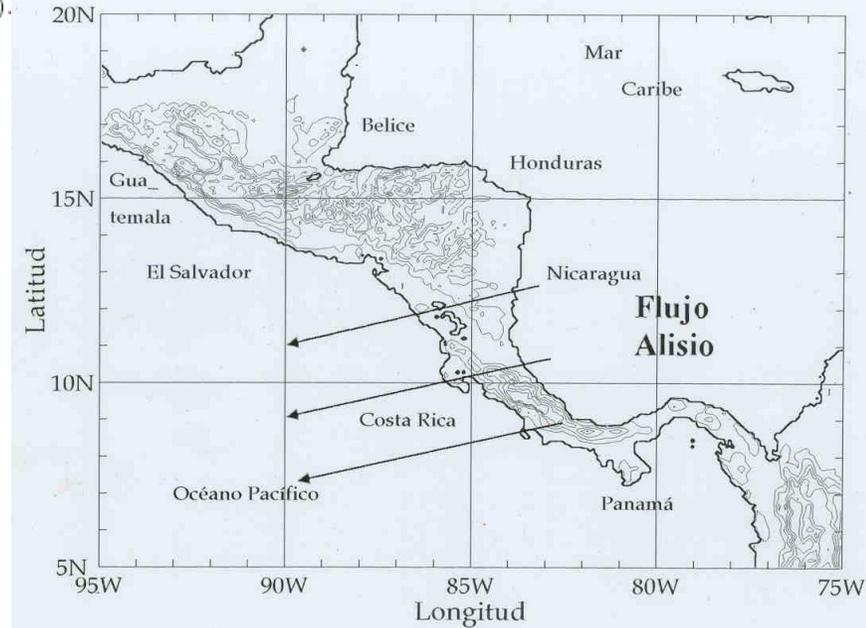
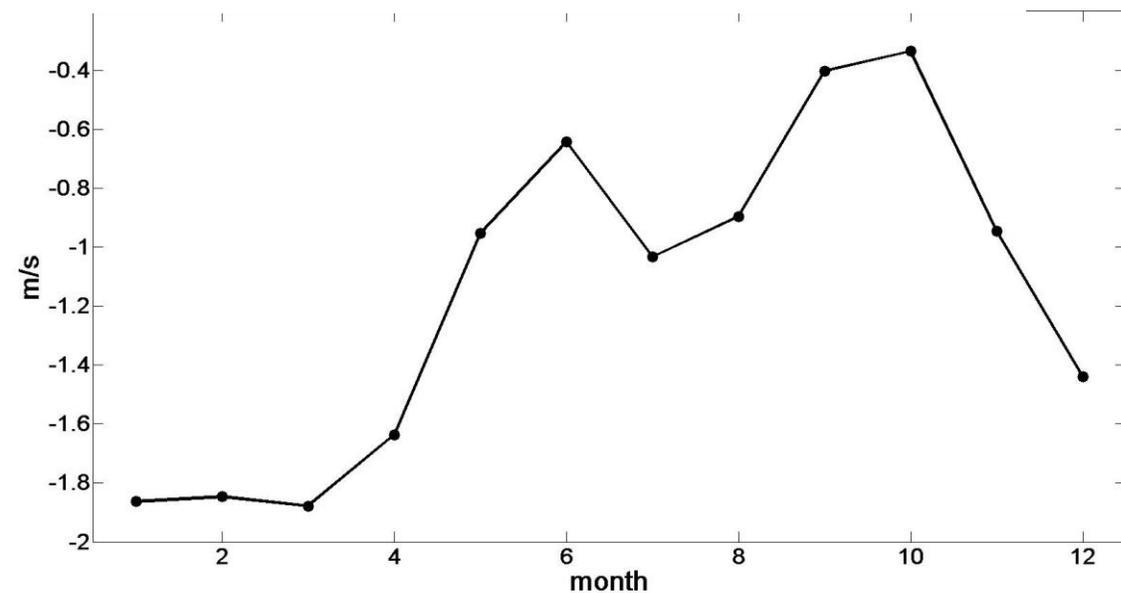
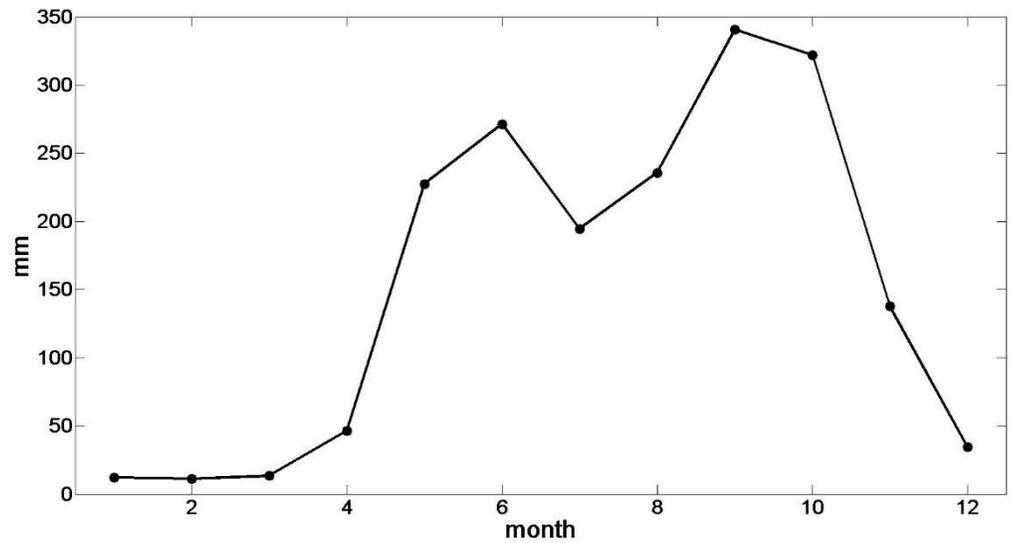
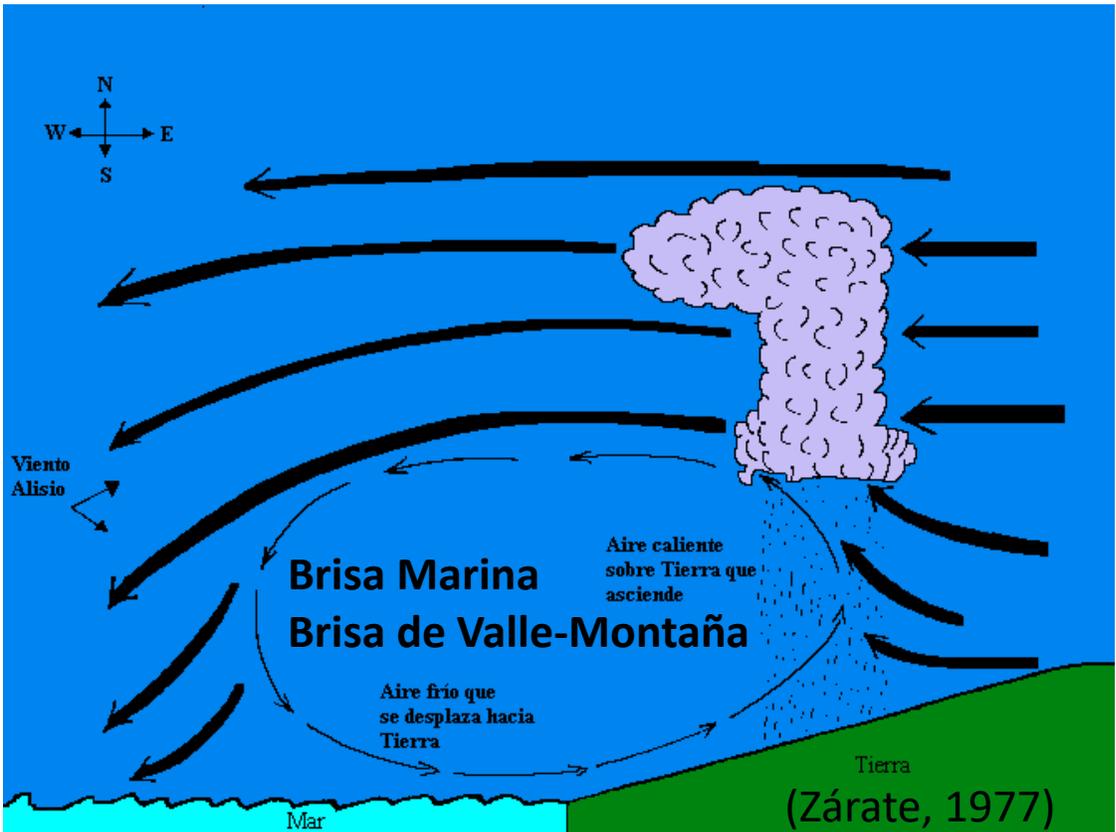


Figure 4.2 Map of mean annual wind velocity calculated from Trenberth (1990) and sea-level pressure for 1989 from the NASA Goddard Space Flight Center's Data Assimilation Office (Schubert et al. 1995).

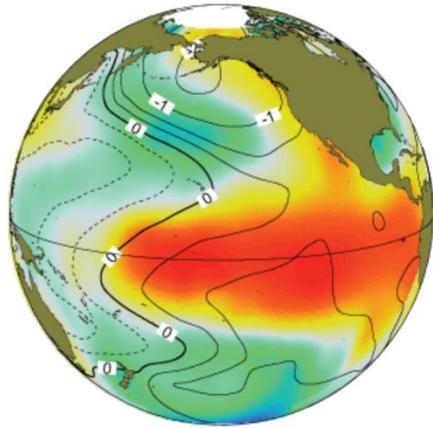
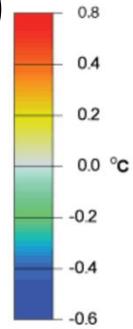




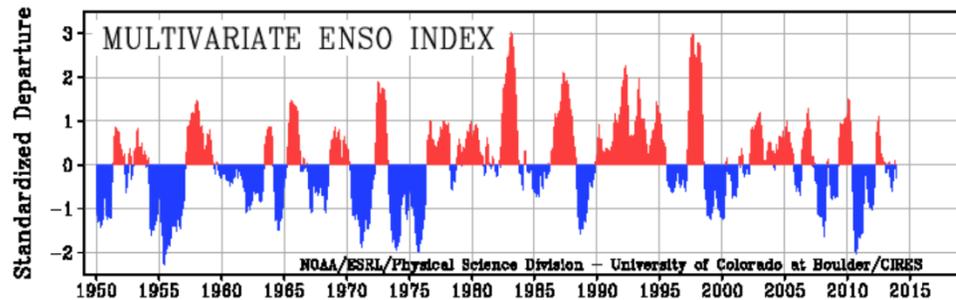
Annual cycle of the monthly mean accumulated precipitation (upper left panel) and zonal wind values (bottom right panel) recorded at CIGEFI station (9.94°N, 84.04°W), Costa Rica (Alfaro et al. 2016). $r_s = 0.72$, monthly data, 01/1995-10/2016.



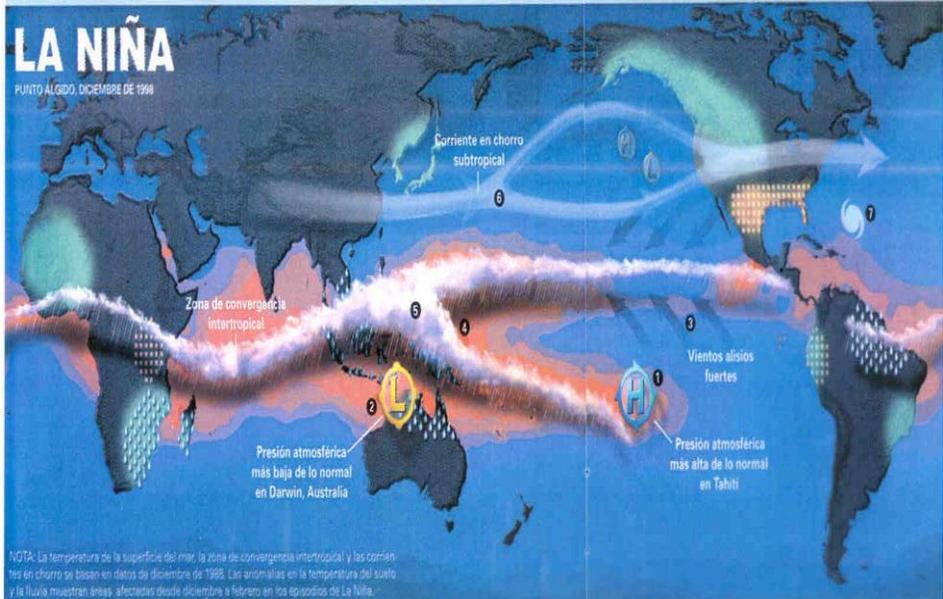
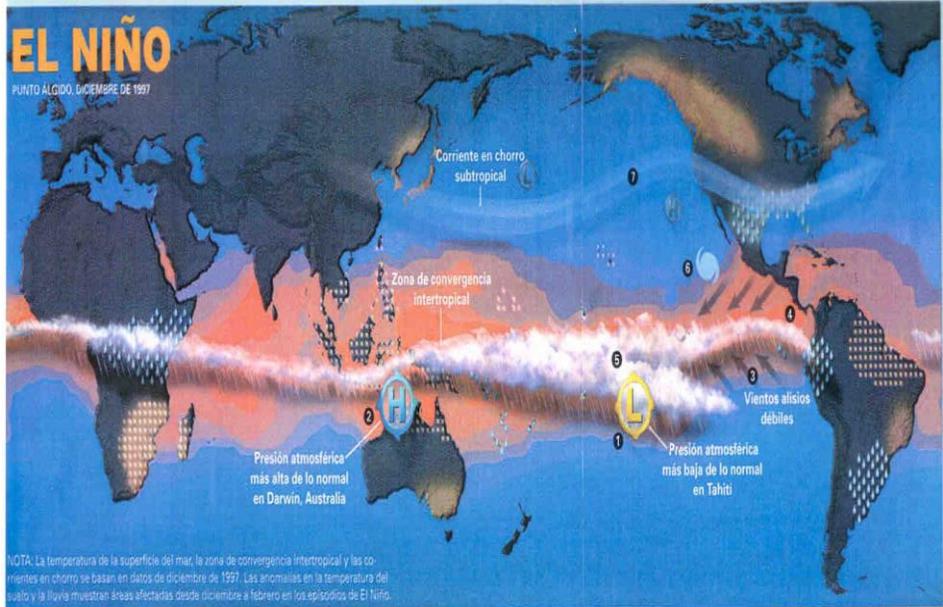
El Niño-Southern Oscillation (ENSO)



Warm Phase ENSO

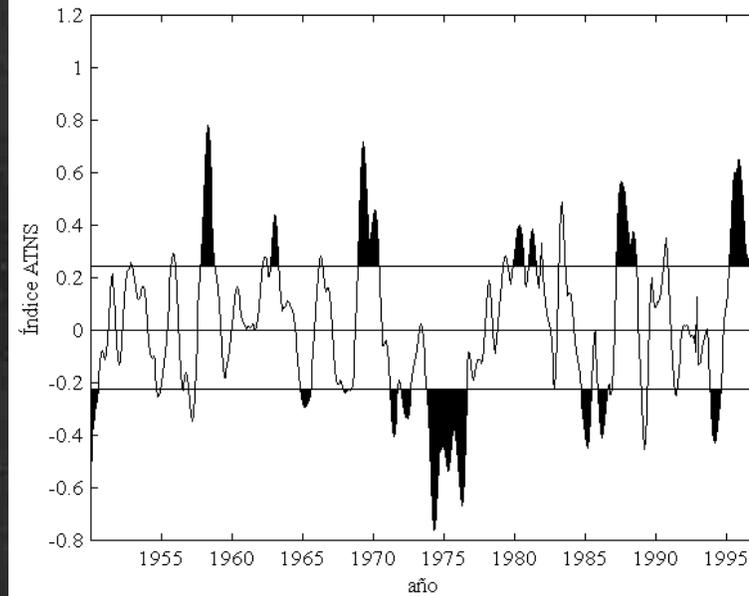


Source: Climate Impacts Group, University of Washington



VARIABILIDAD TROPICAL DEL ATLÁNTICO

Las variaciones en la superficie del Atlántico afectan los patrones pluviales de algunas de las regiones de Suramérica y África. Cuando las aguas al norte del ecuador son más frías (azul, arriba a la derecha) que las del sur (rojo), en el noroeste de Brasil llueve más de lo normal y en el Sahel, en África, hay sequía. A la inversa, estas variaciones (abajo, a la derecha) provocan los patrones pluviales opuestos.



-Enfield, D. y E. Alfaro, 1999: The dependence of Caribbean rainfall on the interaction of the tropical Atlantic and Pacific Oceans. *J. Climate*, **12**, 2093-2103.



Ubicación de los seis países en estudio, configuración de las vertientes a partir de la divisoria de aguas y la distribución espacial de los diez municipios o cantones más poblados.

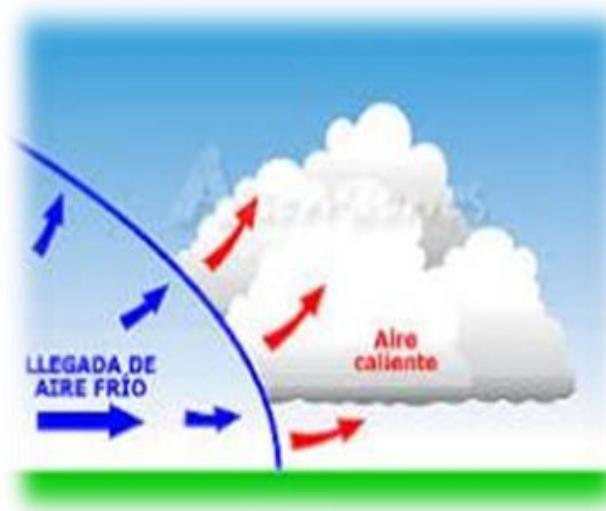
Simbología

- Divisoria de Aguas
- Municipios o cantones más poblados
- Otros municipios o cantones

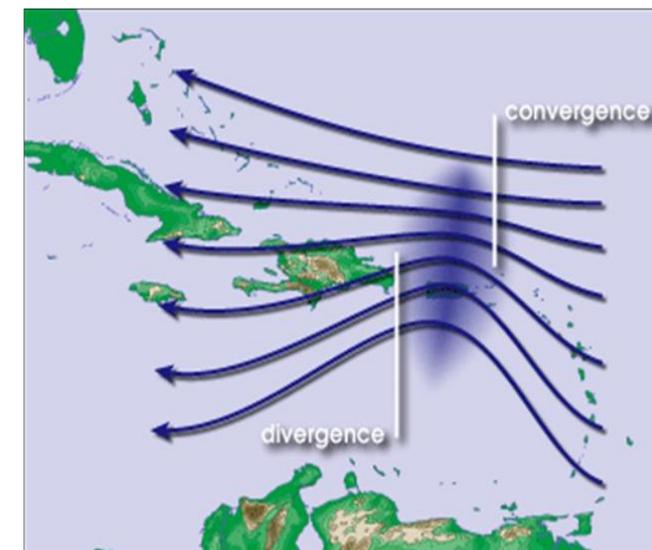
Principales Eventos Hidrometeorológicos (Amenazas)



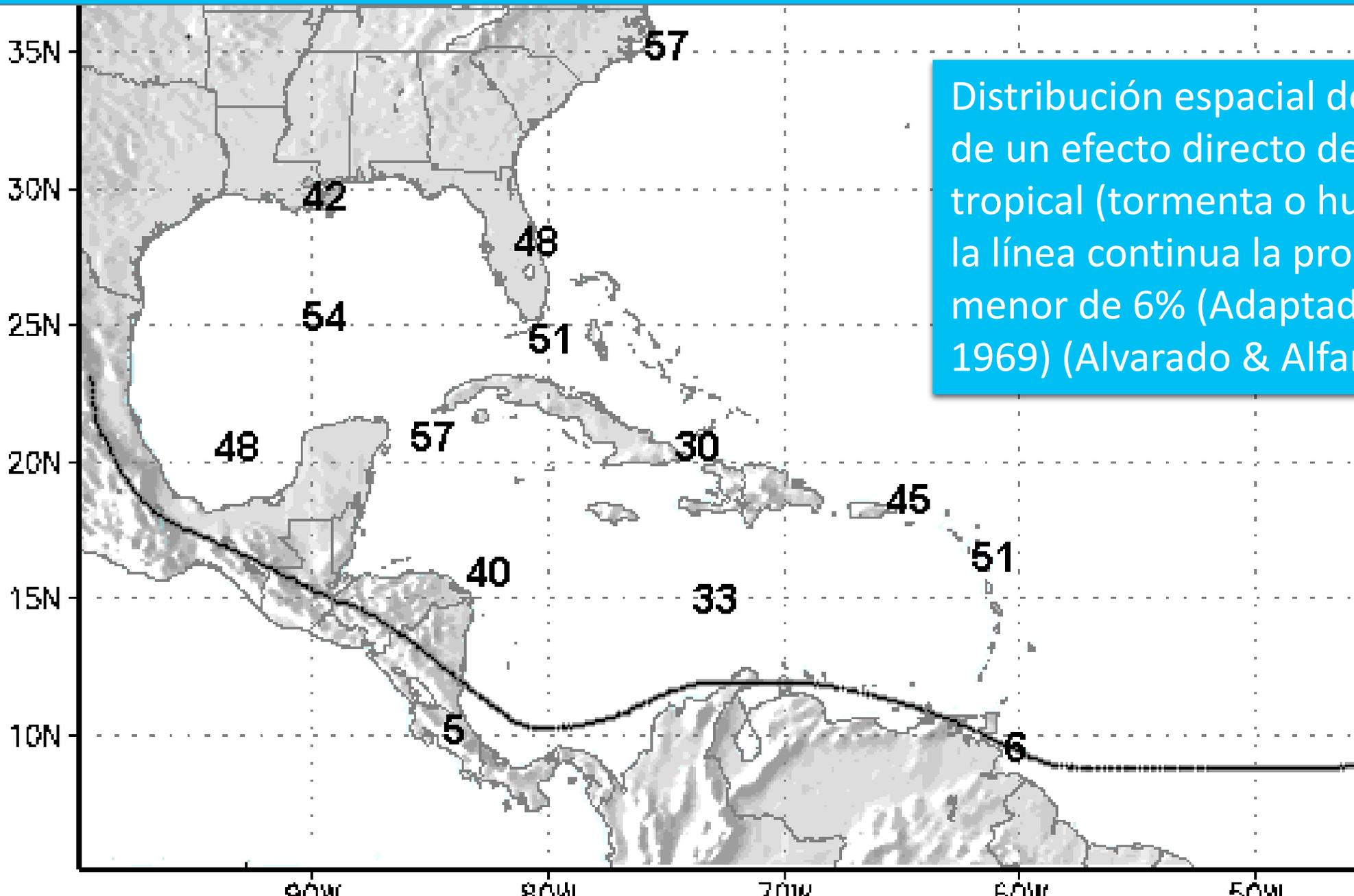
Tormenta Tropical



Frente Frío



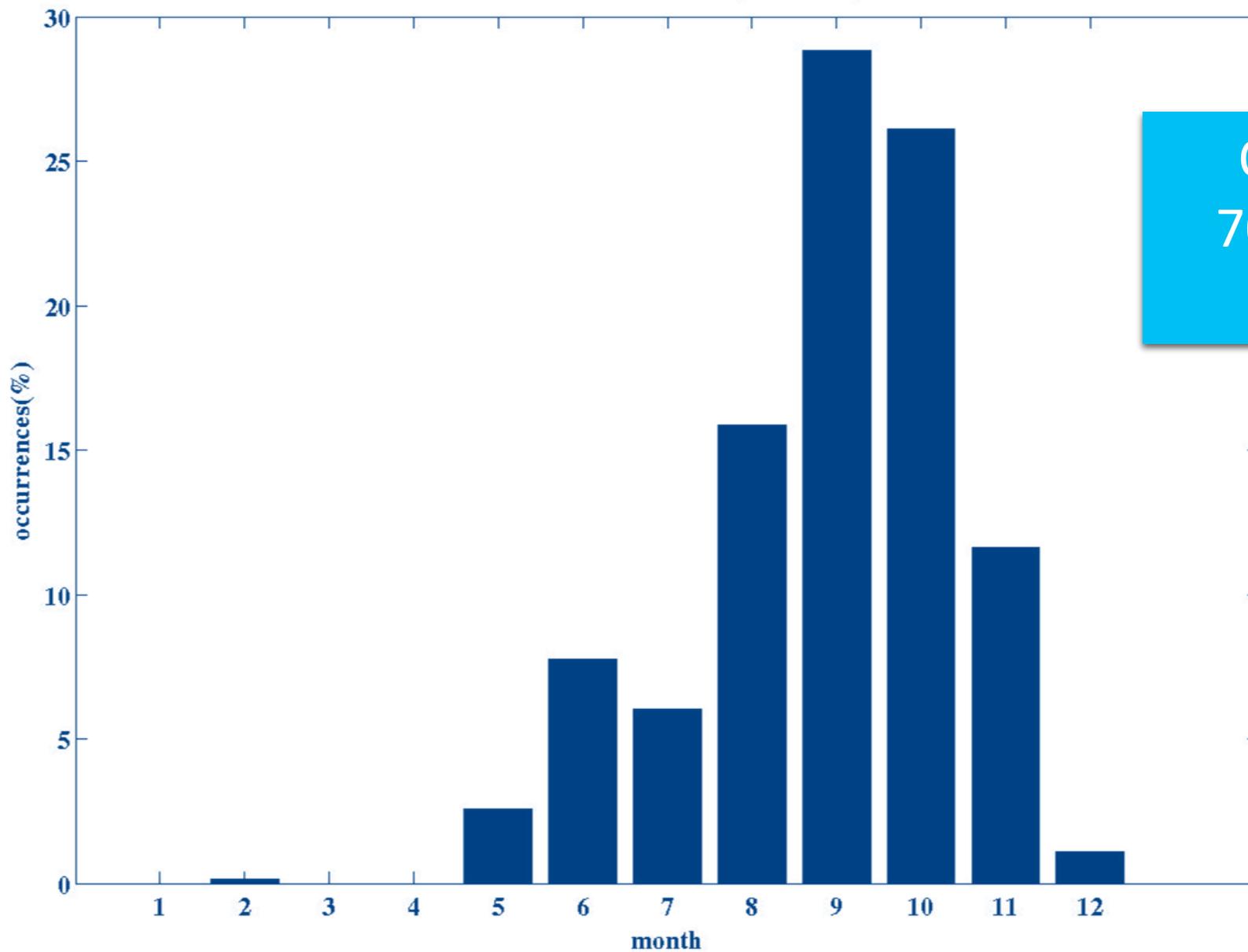
Onda del Este



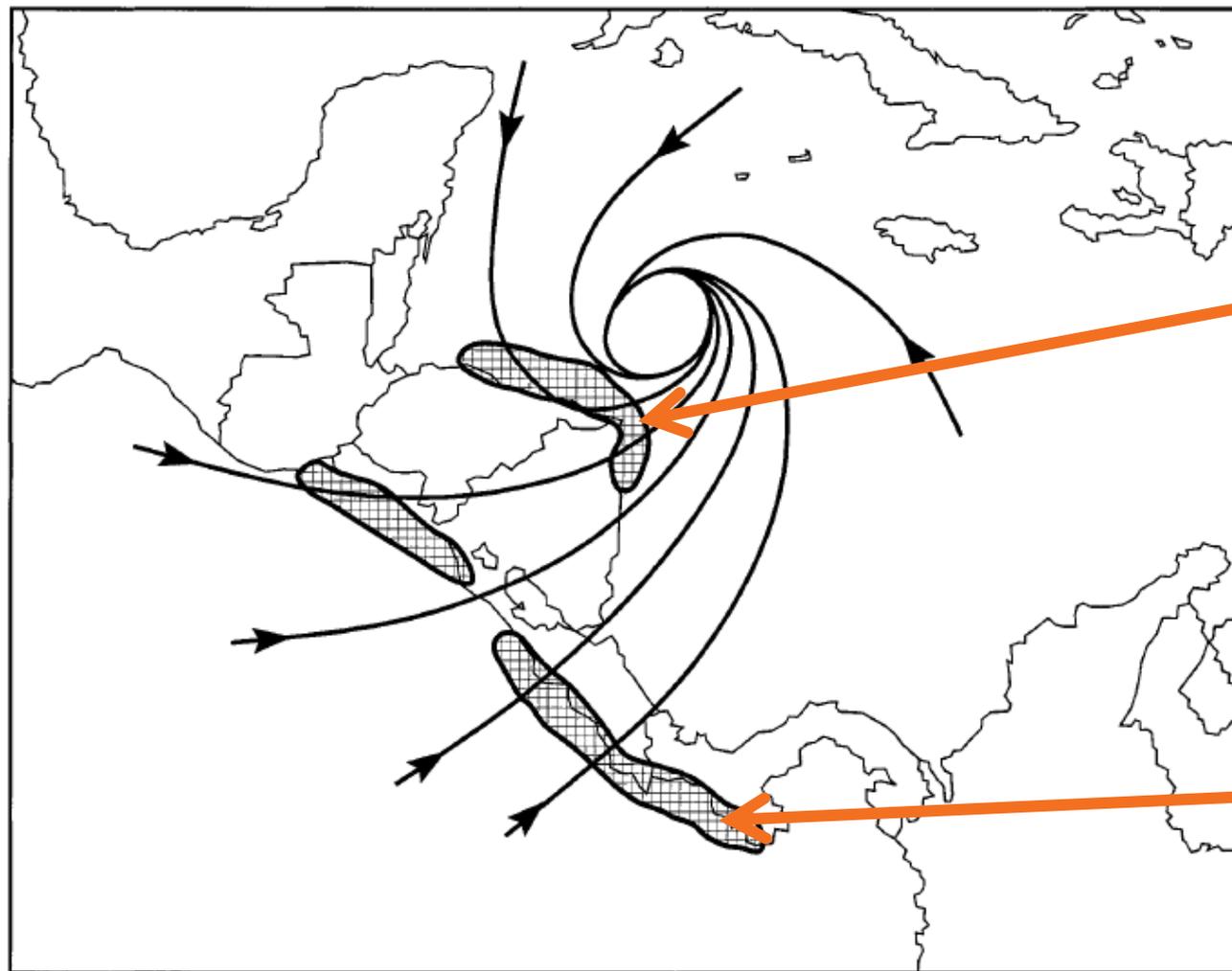
Distribución espacial de la probabilidad de un efecto directo de un ciclón tropical (tormenta o huracán). Al sur de la línea continua la probabilidad es baja, menor de 6% (Adaptado de Colón, 1969) (Alvarado & Alfaro 2003).



Central America Caribbean Coast, RIC < 7°, 1944-2009



Ourrencias CT, ASO =>
70.8% (Alfaro & Quesada
2010)



Efecto “directo” en la vertiente del Caribe cuando el ciclón toca tierra o esta muy cerca de ella.

Efecto “indirecto” en la vertiente del Pacífico inducido por la interacción del flujo con la topografía (Peña & Douglas, 2002)

FIG. 3. Schematic of the streamlines of a tropical cyclone over the Caribbean Sea and its “direct” and “indirect” effects on Central America. Hatched areas represent the regions of heavy rainfall produced by these effects.

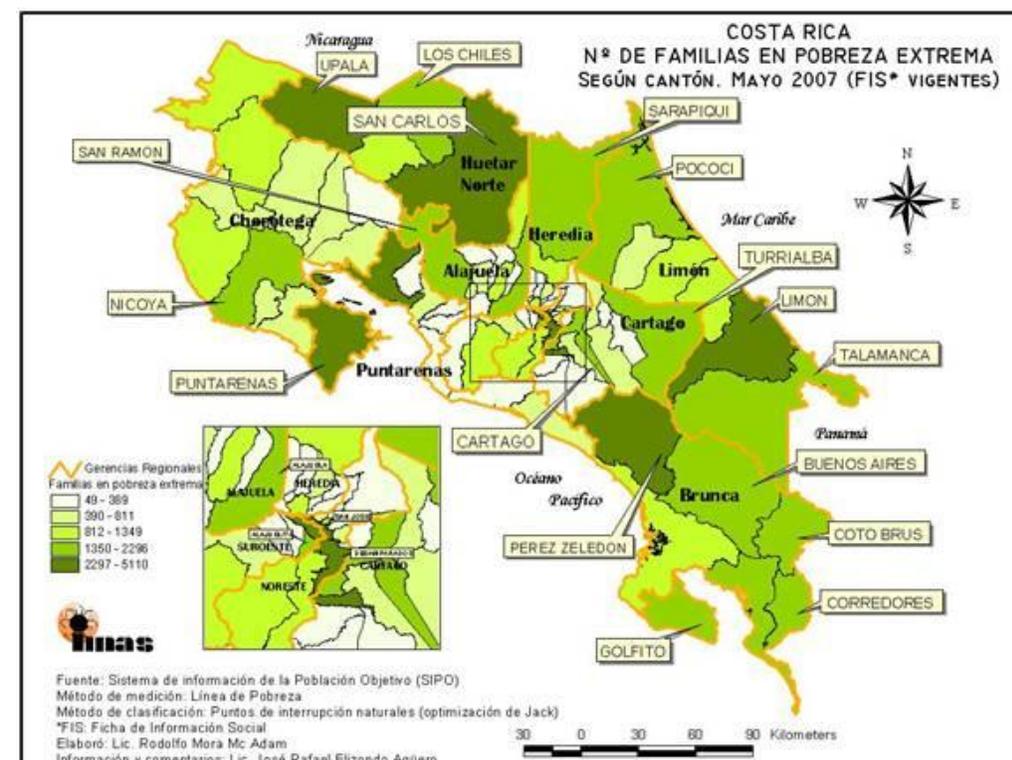
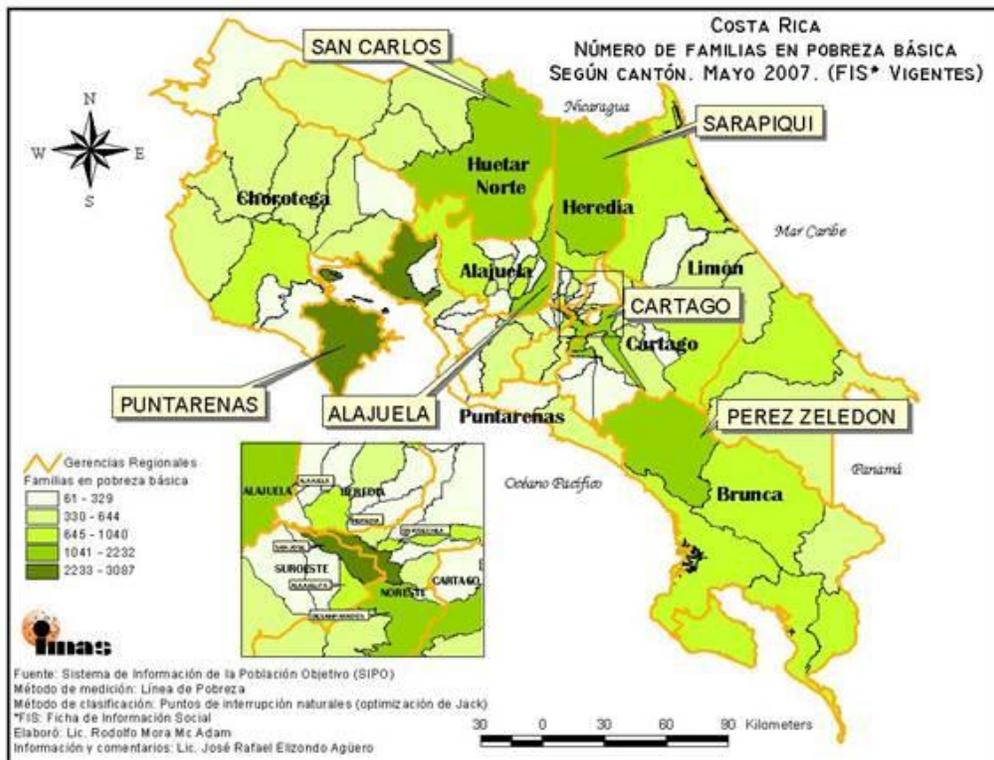


Temporada	Total por temporada	Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero	
		# EF's	%	# EF's	%	# EF's	%	# EF's	%
1975-1976	15	2	13	4	27	5	33	4	27
1976-1977	19	5	26	5	26	5	26	4	21
1977-1978	16	2	13	4	25	5	31	5	31
1978-1979	14	1	7	3	21	7	50	3	21
1979-1980	17	3	18	4	24	4	24	6	35
1980-1981	24	4	17	7	29	8	33	5	21
1981-1982	14	4	29	4	29	4	29	2	14
1982-1983	15	3	20	4	27	4	27	4	27
1983-1984	18	2	11	4	22	7	39	5	28
1984-1985	15	4	27	2	13	6	40	3	20
1985-1986	17	1	6	6	35	6	35	4	24
1986-1987	13	1	8	3	23	7	54	2	15
1987-1988	19	4	21	5	26	5	26	5	26
1988-1989	13	4	31	4	31	2	15	3	23
1989-1990	15	3	20	5	33	4	27	3	20
1990-1991	13	4	31	3	23	2	15	4	31
1991-1992	17	2	12	4	24	7	41	4	24
1992-1993	15	3	20	4	27	3	20	5	33
1993-1994	15	2	13	5	33	5	33	3	20
1994-1995	18	3	17	4	22	7	39	4	22
1995-1996	17	6	35	3	18	5	29	3	18
1996-1997	14	3	21	4	29	4	29	3	21
1997-1998	16	4	25	4	25	4	25	4	25
1998-1999	11	2	18	3	27	3	27	3	27
1999-2000	15	5	33	3	20	4	27	3	20
2000-2001	17	5	29	6	35	4	24	2	12
2001-2002	16	4	25	3	19	3	19	6	38
2002-2003	20	5	25	5	25	7	35	3	15
2003-2004	19	4	21	6	32	5	26	4	21
2004-2005	15	4	27	5	33	3	20	3	20
2005-2006	18	5	28	5	28	4	22	4	22
2006-2007	15	4	27	3	20	4	27	4	27
2007-2008	17	5	29	4	24	5	29	3	18
2008-2009	18	5	28	5	28	4	22	4	22
2009-2010	18	3	17	3	17	6	33	6	33
2010-2011	17	2	12	7	41	5	29	3	18
2011-2012	15	5	33	4	27	3	20	3	20
Totales	600	128	--	157	--	176	--	139	--
Promedio 37 temporadas	16,2	3,4	21	4,2	26	4,8	30	3,8	23

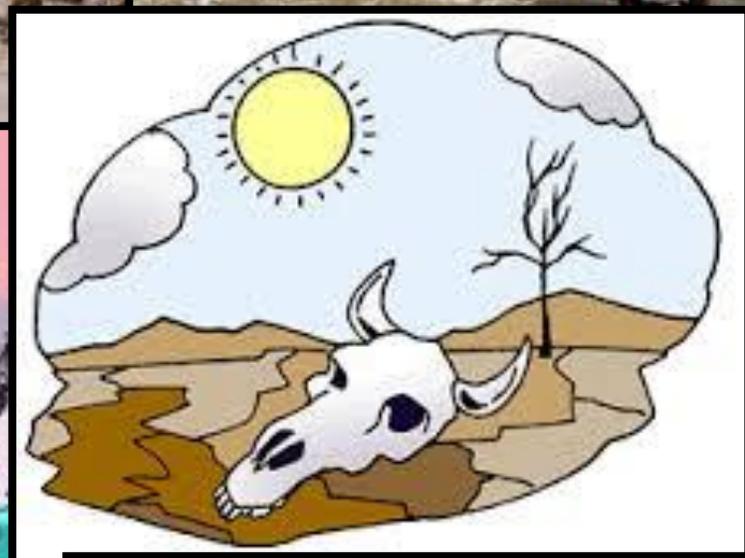
EF's que ingresaron al Caribe y Centroamperica entre las temporadas 1975-76 y 2011-12 (Zárate 2013)

“...aunque en Costa Rica se ha observado en los últimos años que el porcentaje de personas viviendo en condición de pobreza ha permanecido aproximadamente constante (Programa Estado de la Nación, 2009), también hubo un aumento de los hogares que no satisfacen las necesidades básicas, más aquellos viviendo en extrema pobreza. Lo anterior significa que en números absolutos, el número de personas viviendo en condición de pobreza ha aumentado, lo que podría estar relacionado con un mayor número de personas viviendo en una condición vulnerable ante el impacto de algún evento de tipo hidrometeorológico que puede generar un reporte de desastre.”

- Alfaro, E., A. Quesada & F. Solano, 2010: Análisis del impacto en Costa Rica de los ciclones tropicales ocurridos en el Mar Caribe desde 1968 al 2007 (Analysis of Caribbean Sea tropical cyclones occurrences from 1968 to 2007 and their impact in Costa Rica . *Revista Diálogos*, 11(2), 22-38. (<http://historia.fcs.ucr.ac.cr/>).







15 tipos de impactos



Datos Sociales (fuentes oficiales)

Guatemala

- IDH, Índice de Salud, de Educación, de ingresos, Población total, masculina y femenina; pobreza y pobreza extrema.

Honduras

- IDH, Población total, masculina y femenina; pobreza y pobreza extrema.

El Salvador

- IDH, Índice de Educación, Población total, masculina y femenina; pobreza y pobreza extrema; Tasa/Porcentaje de Analfabetismo y Escolaridad.

Nicaragua

- Población total, masculina y femenina; pobreza extrema, Tasa/Porcentaje de Analfabetismo.

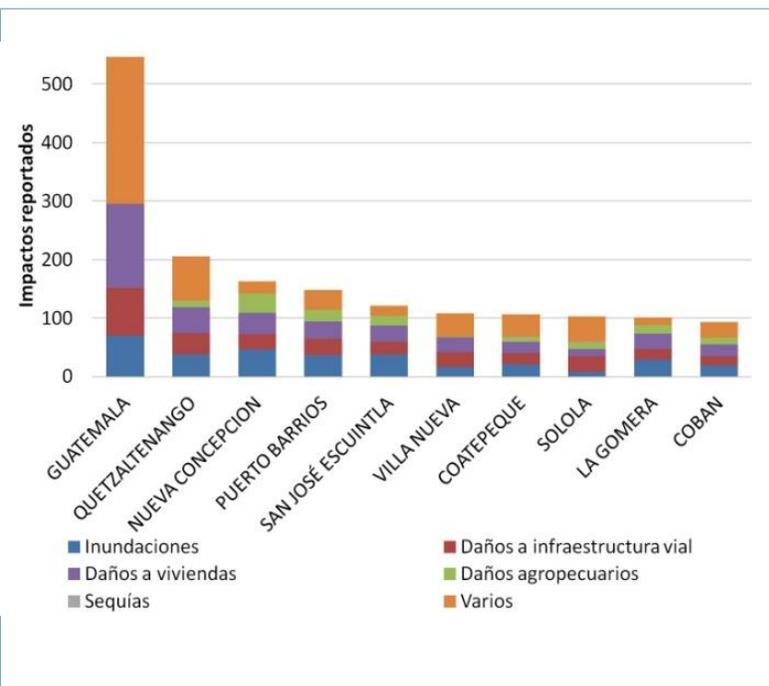
Costa Rica

- IDH, Población total, masculina y femenina.

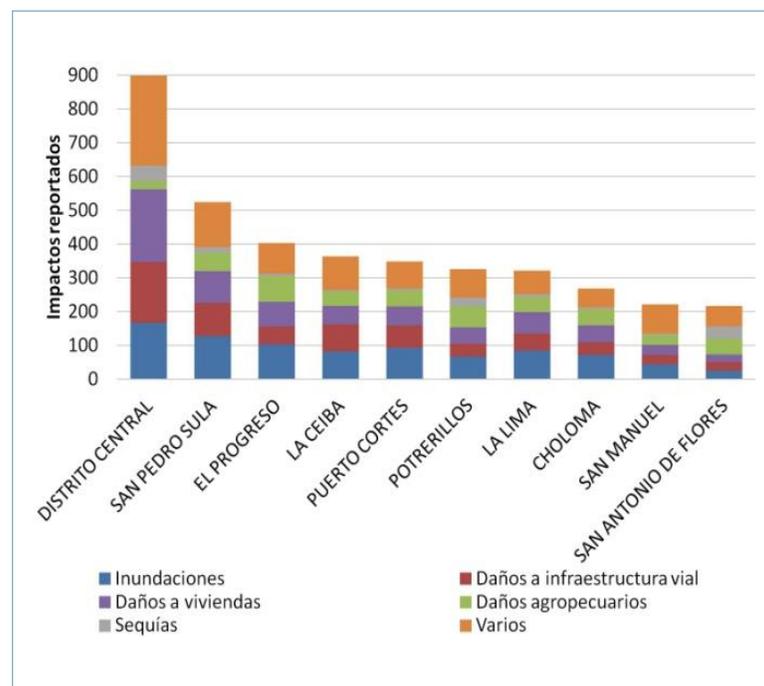
Panamá

- IDH, Población total, masculina y femenina; pobreza, Índice de Desarrollo Relativo al Género e Índice de Desarrollo Social.

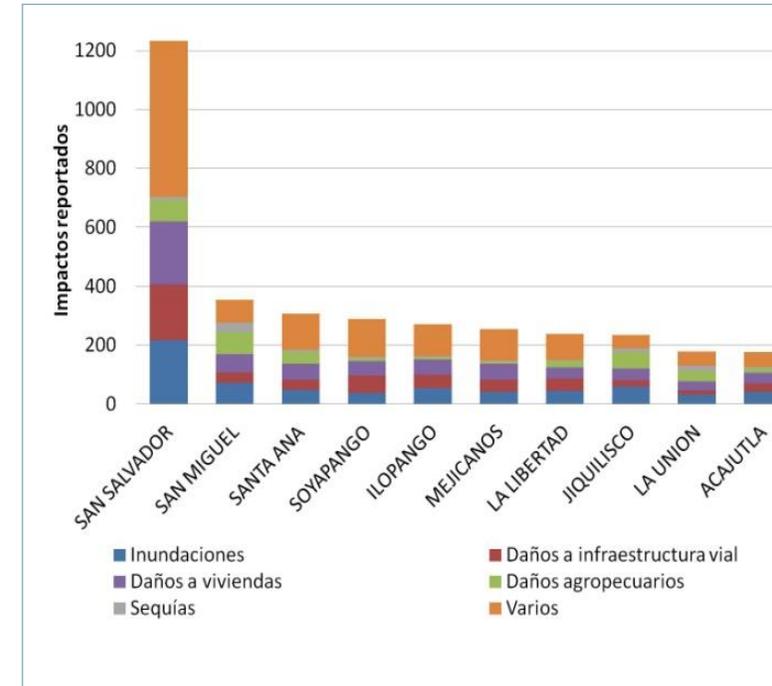
Los diez cantones o municipios con mayor reporte de impactos asociados a fenómenos hidrometeorológicos



Guatemala

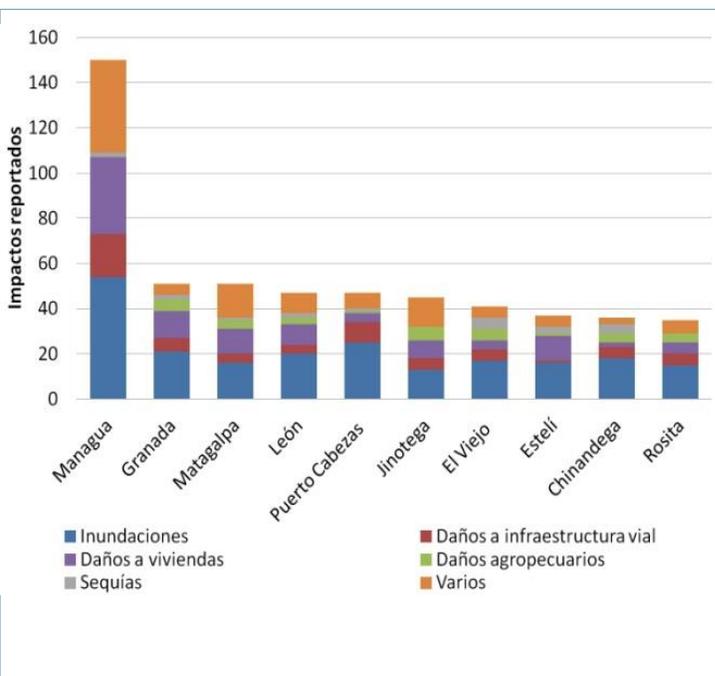


Honduras

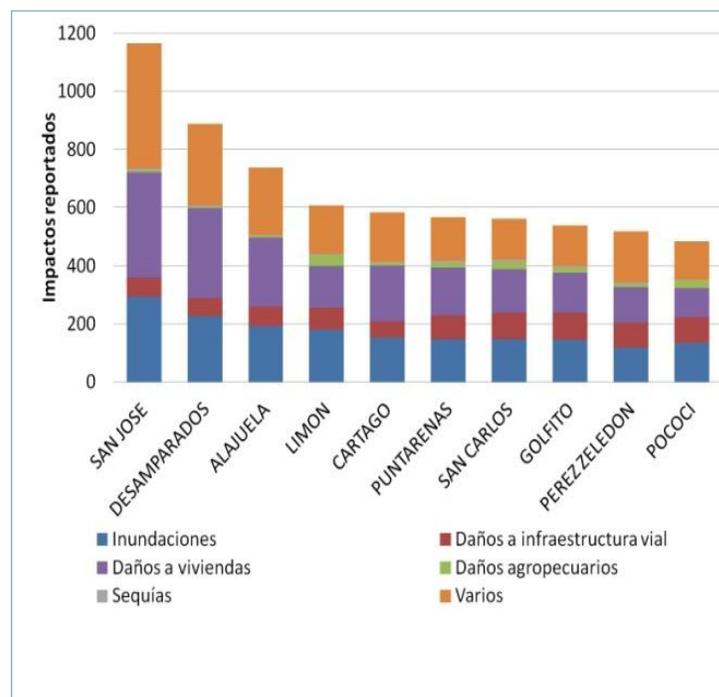


El Salvador

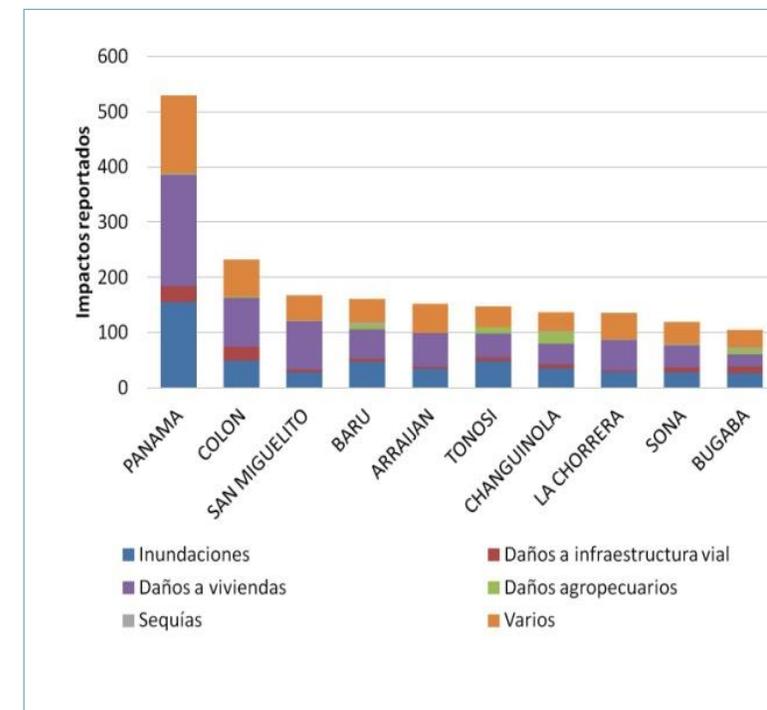
Los diez cantones o municipios con mayor reporte de impactos asociados a fenómenos hidrometeorológicos



Nicaragua

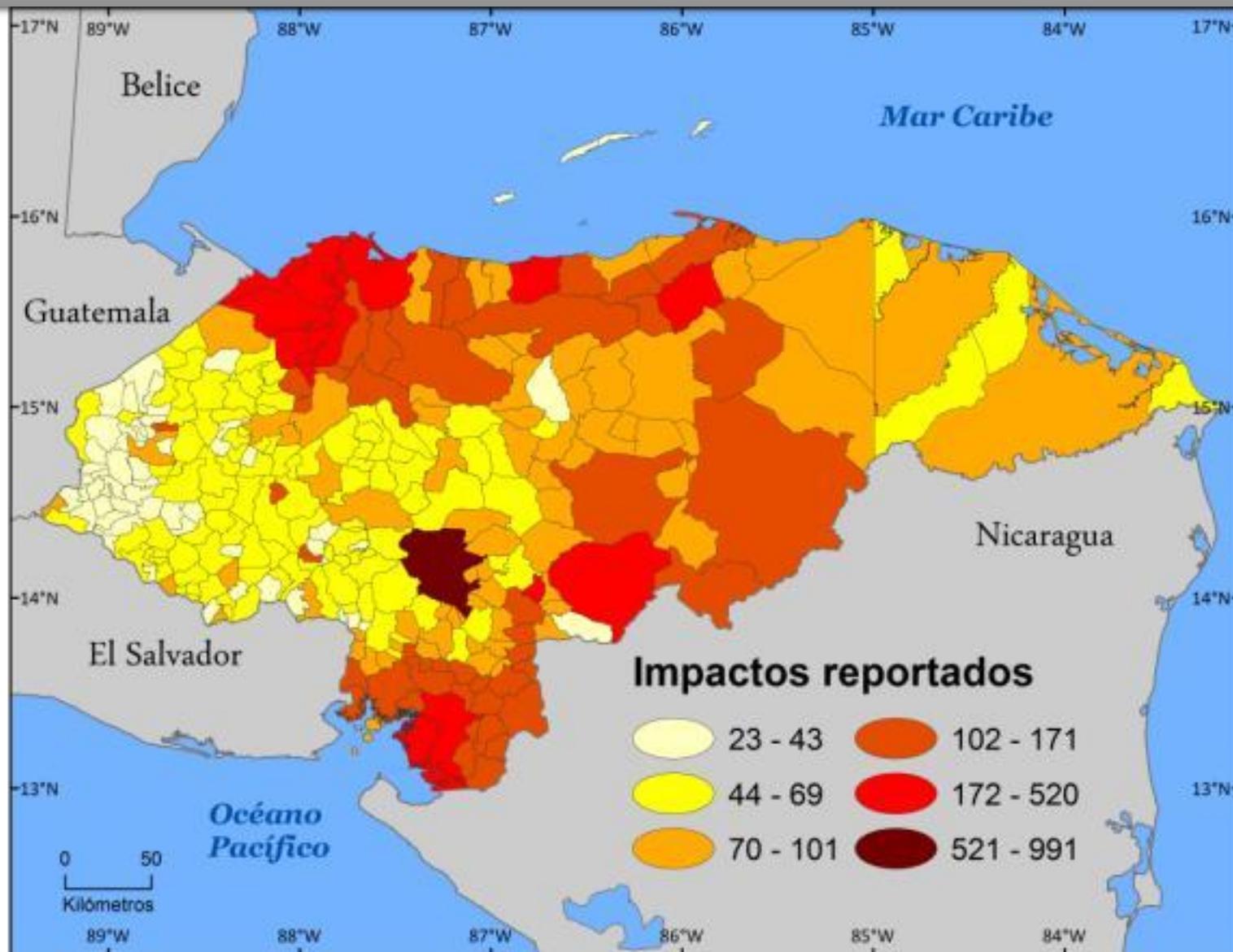
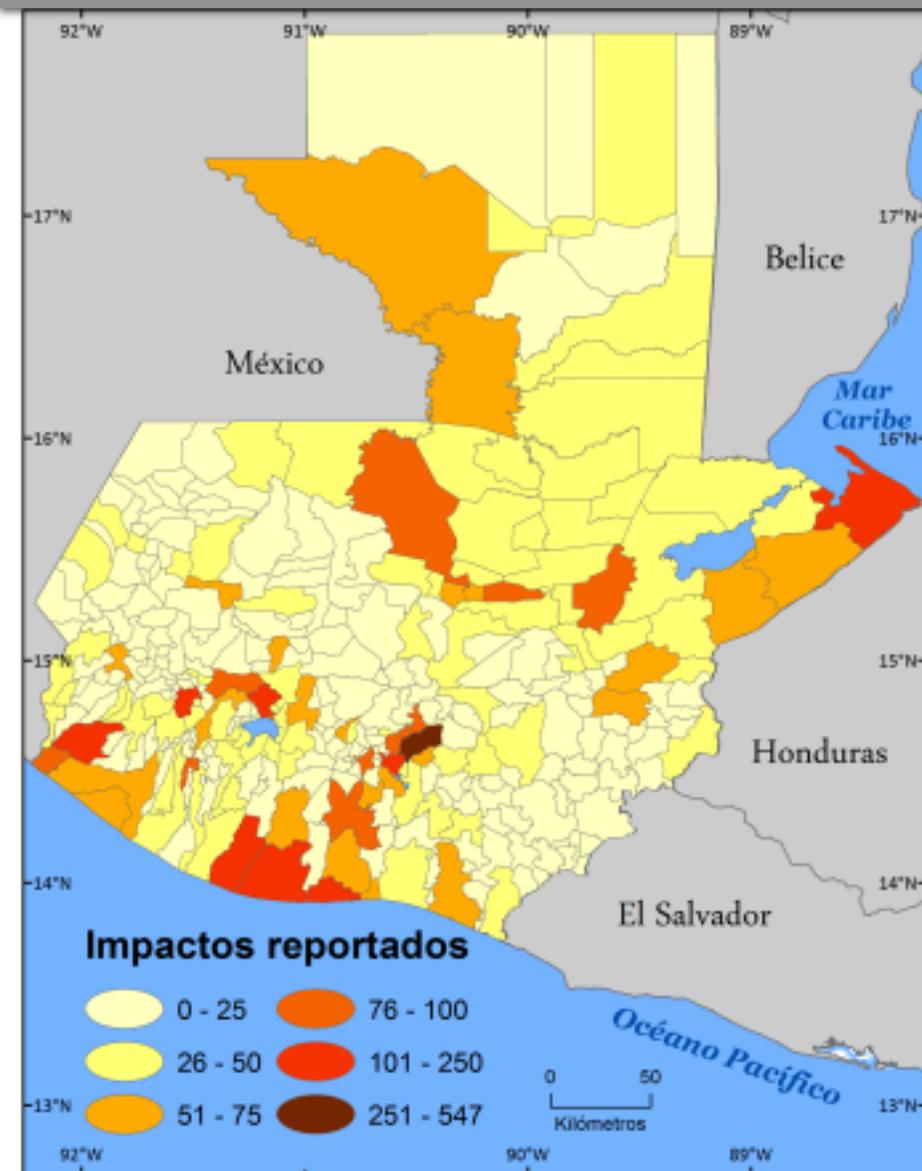


Costa Rica

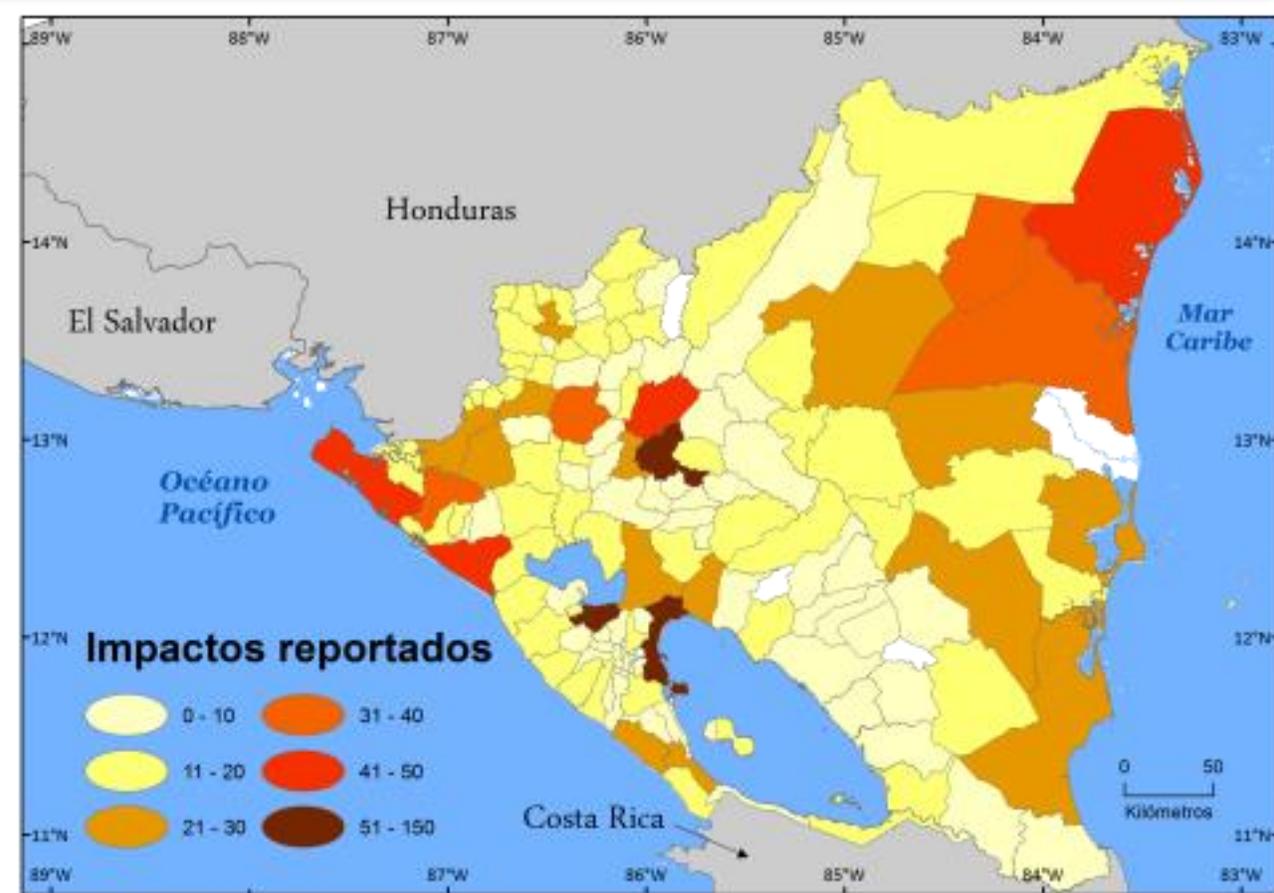
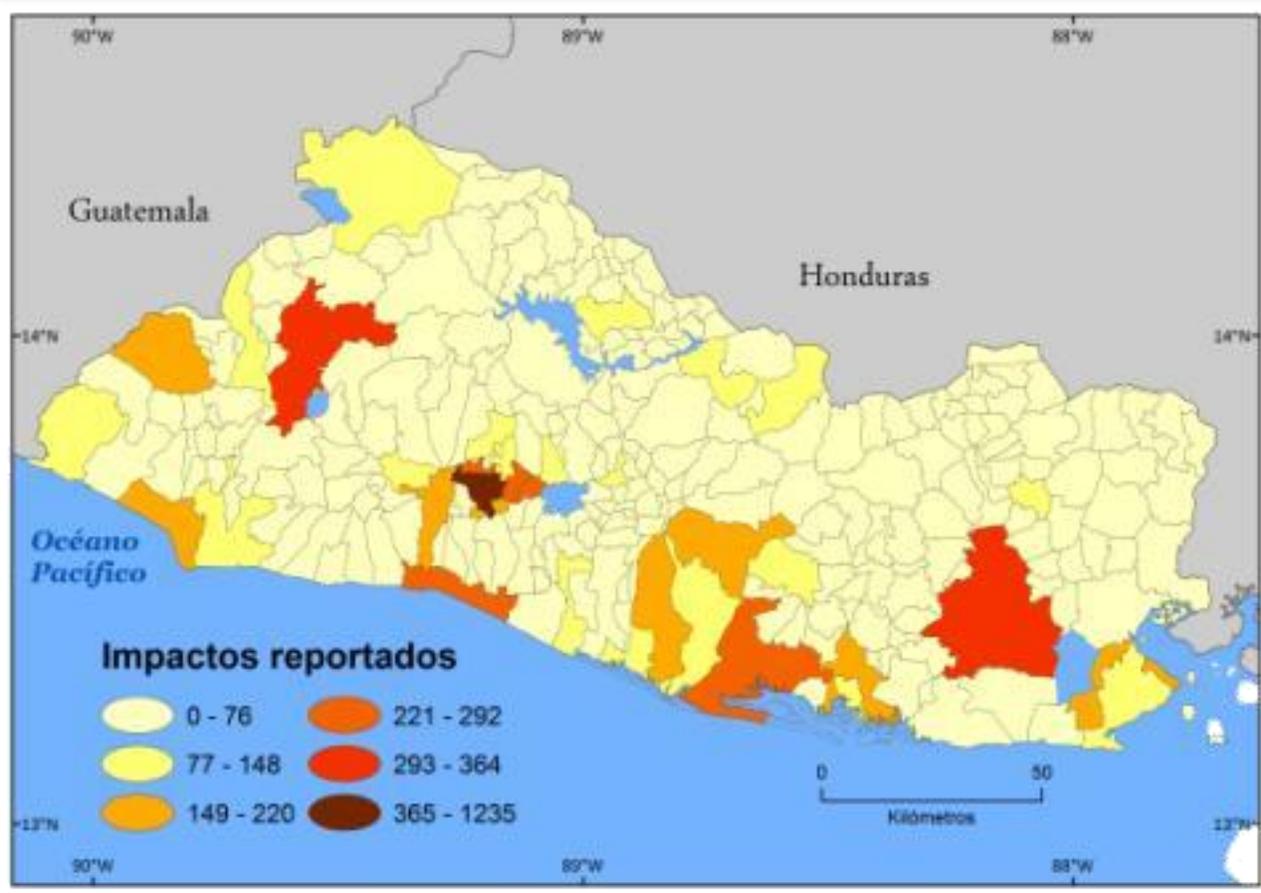


Panamá

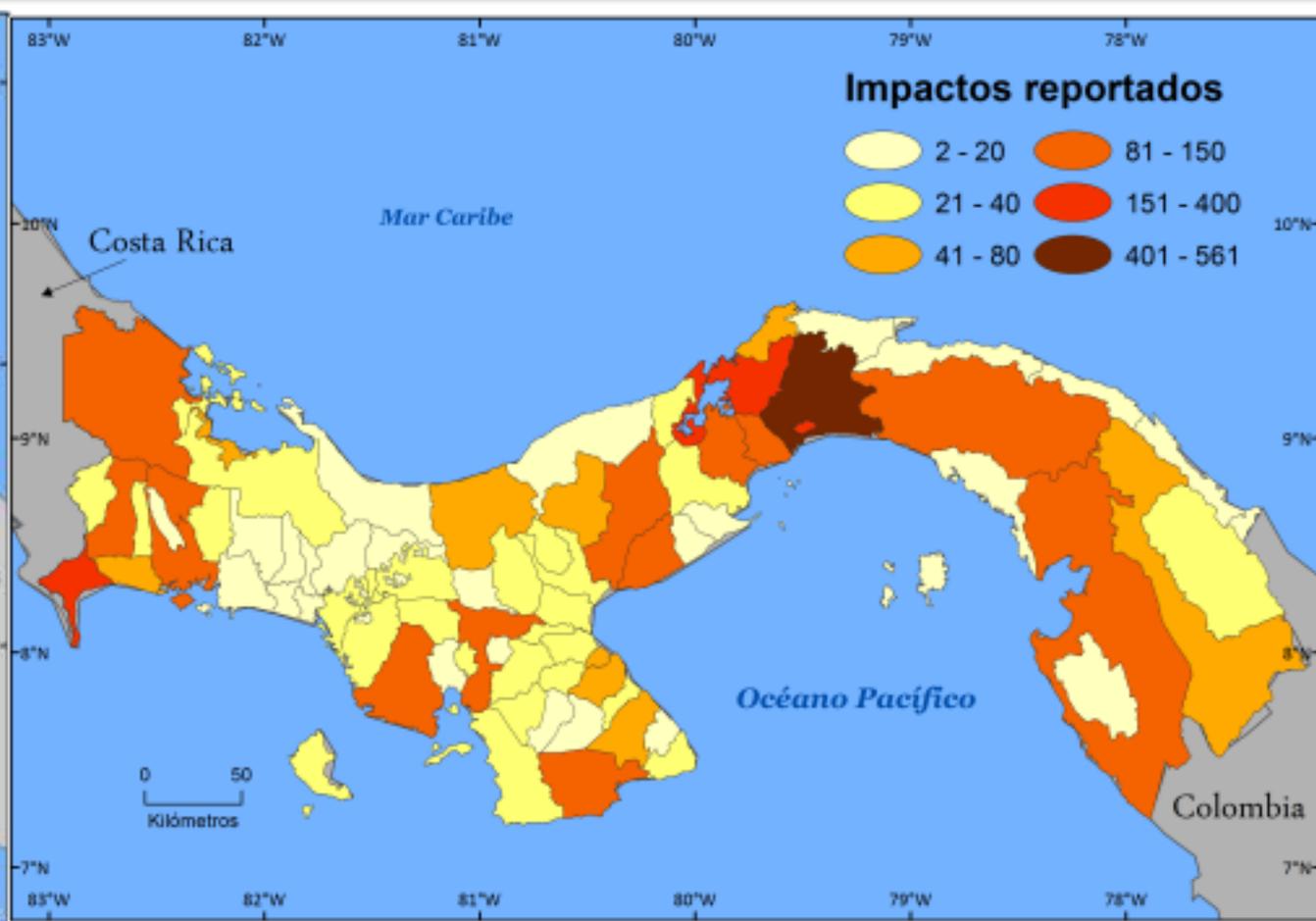
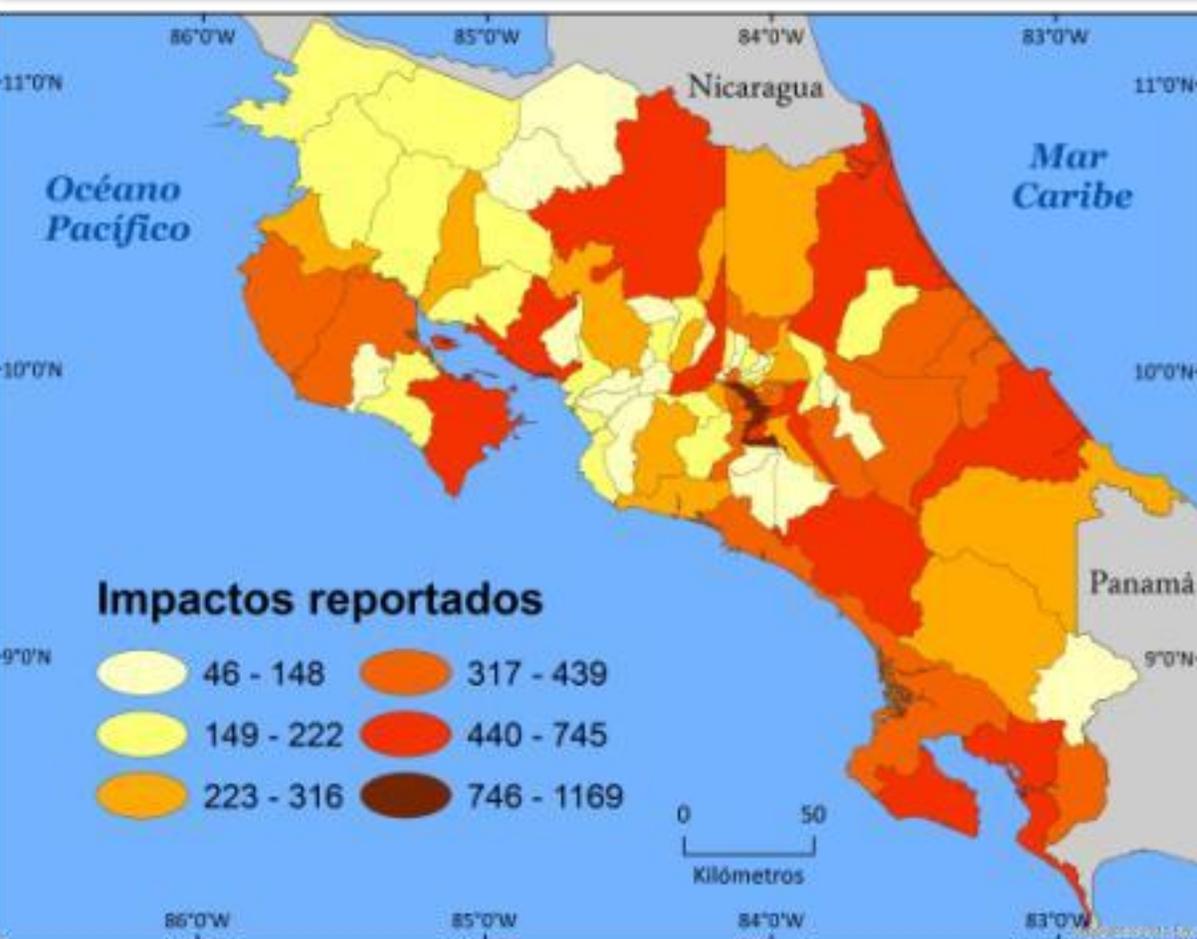
Distribución espacial de los impactos reportados en América Central



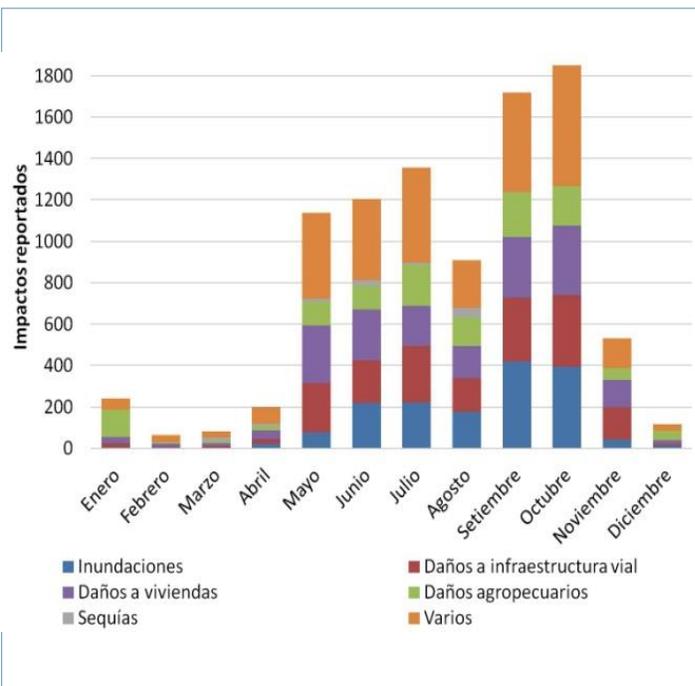
Distribución espacial de los impactos reportados en América Central



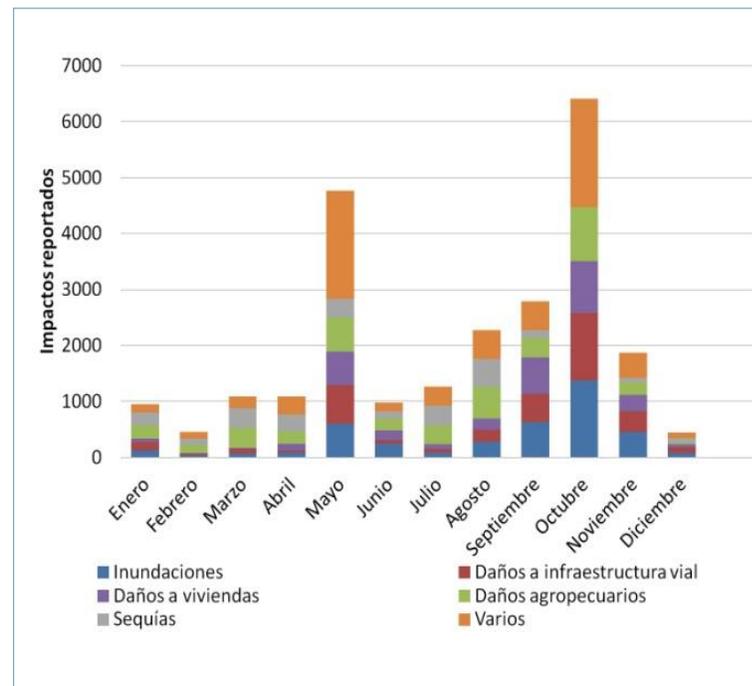
Distribución espacial de los impactos reportados en América Central



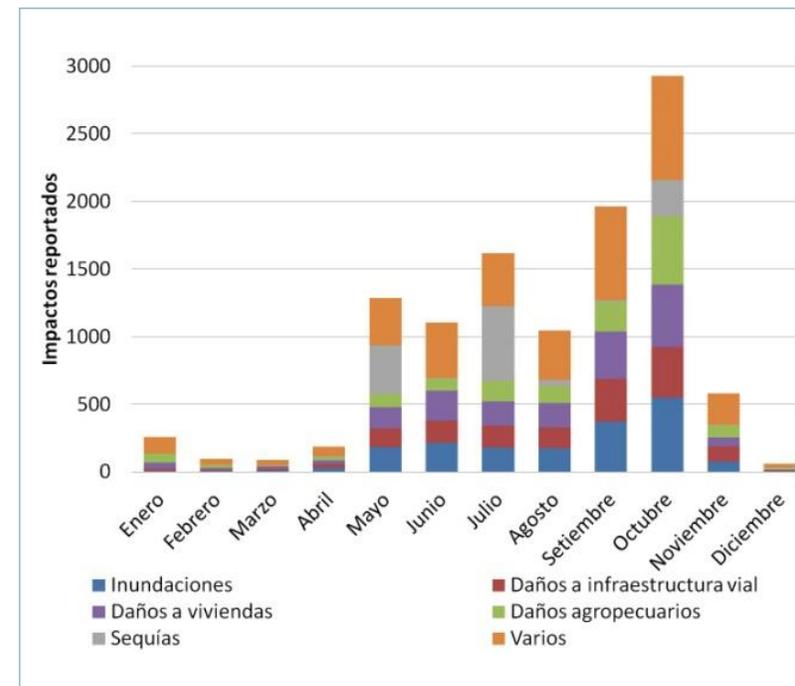
Ciclo anual de reporte de impactos asociados a fenómenos hidrometeorológicos



Guatemala

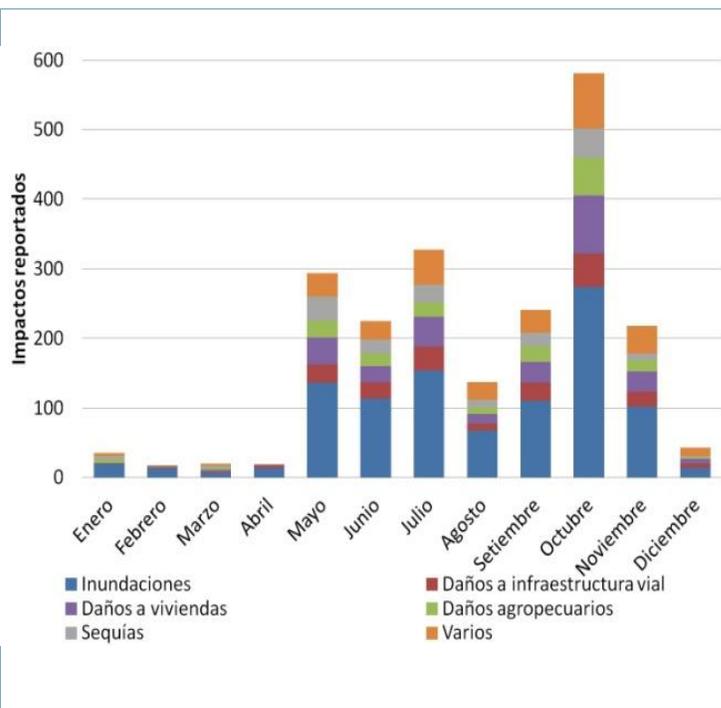


Honduras

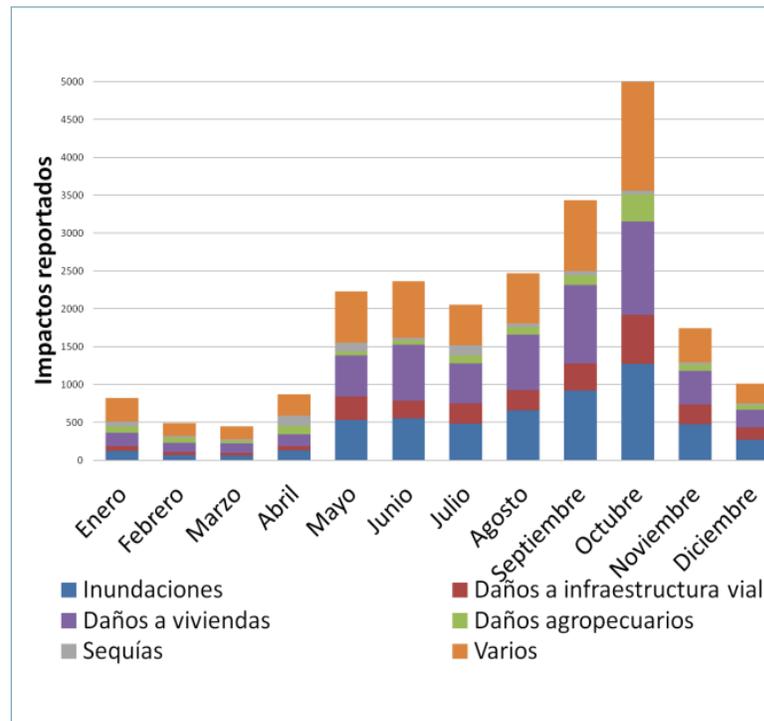


El Salvador

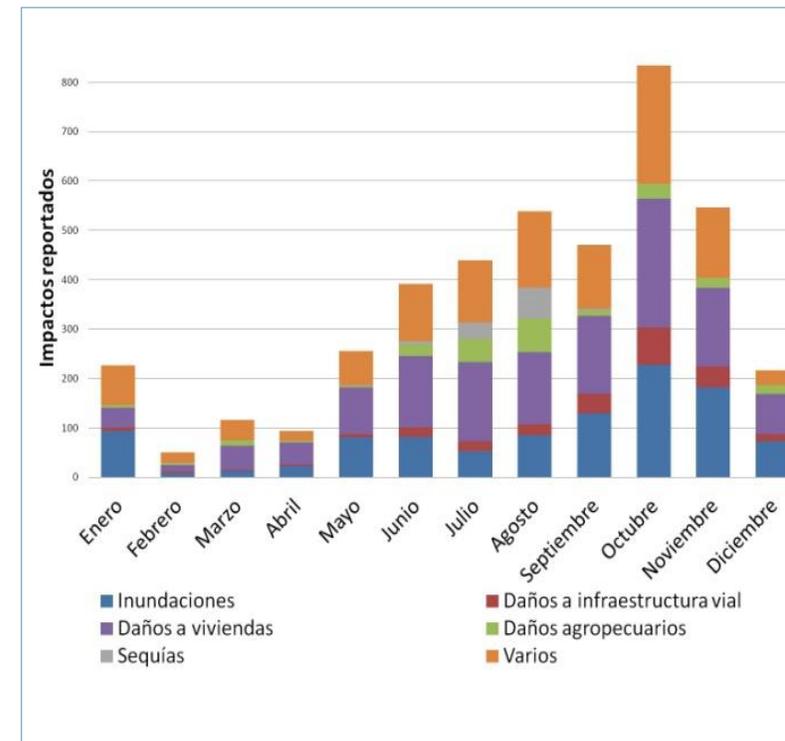
Ciclo anual de reporte de impactos asociados a fenómenos hidrometeorológicos



Nicaragua



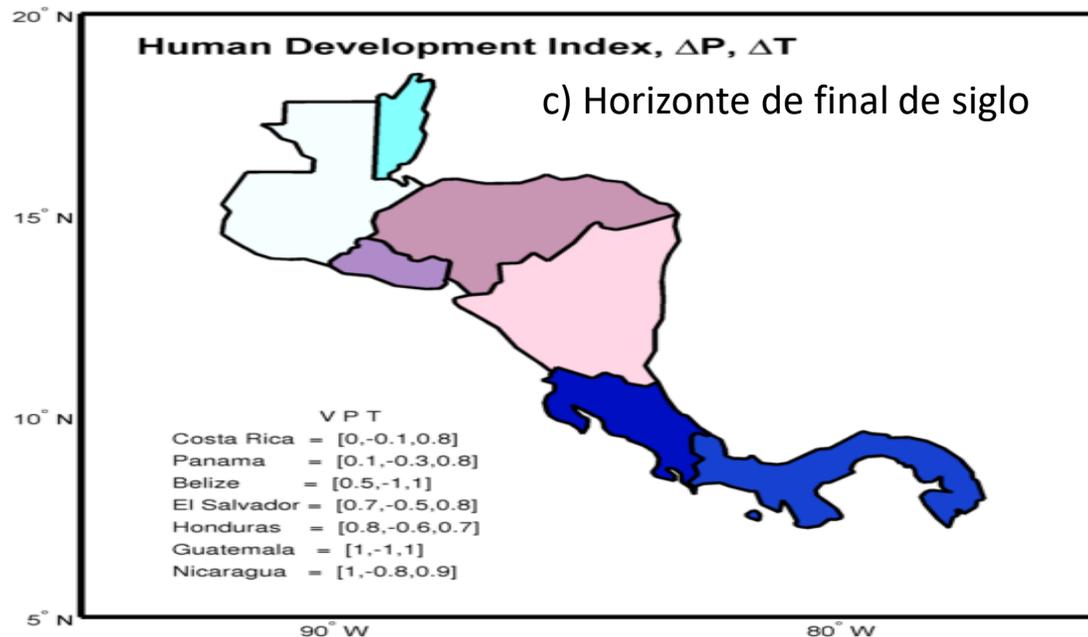
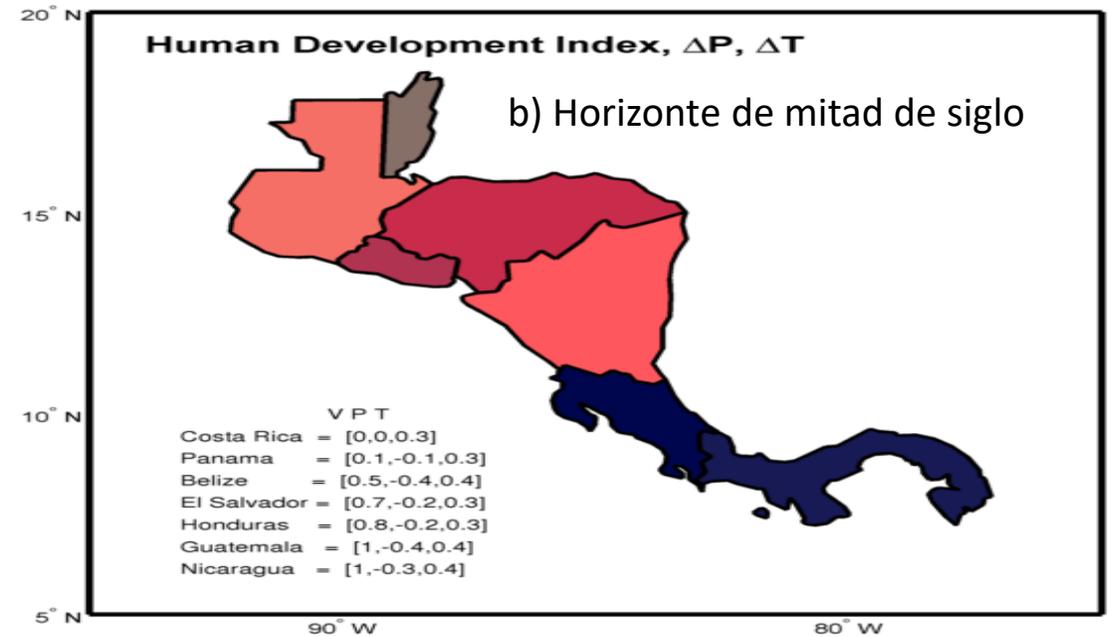
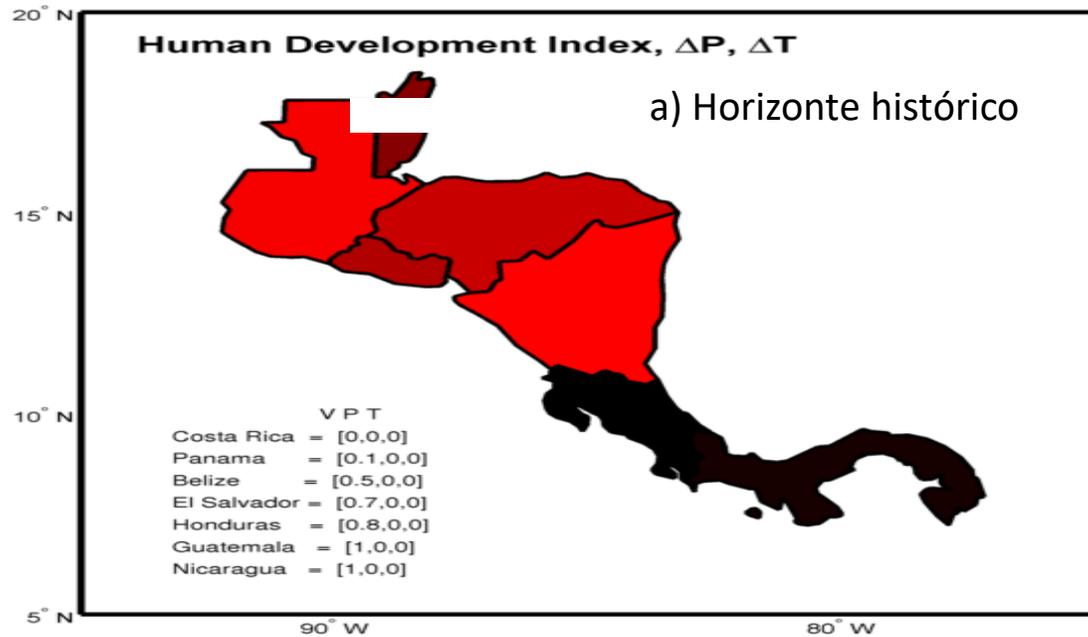
Costa Rica



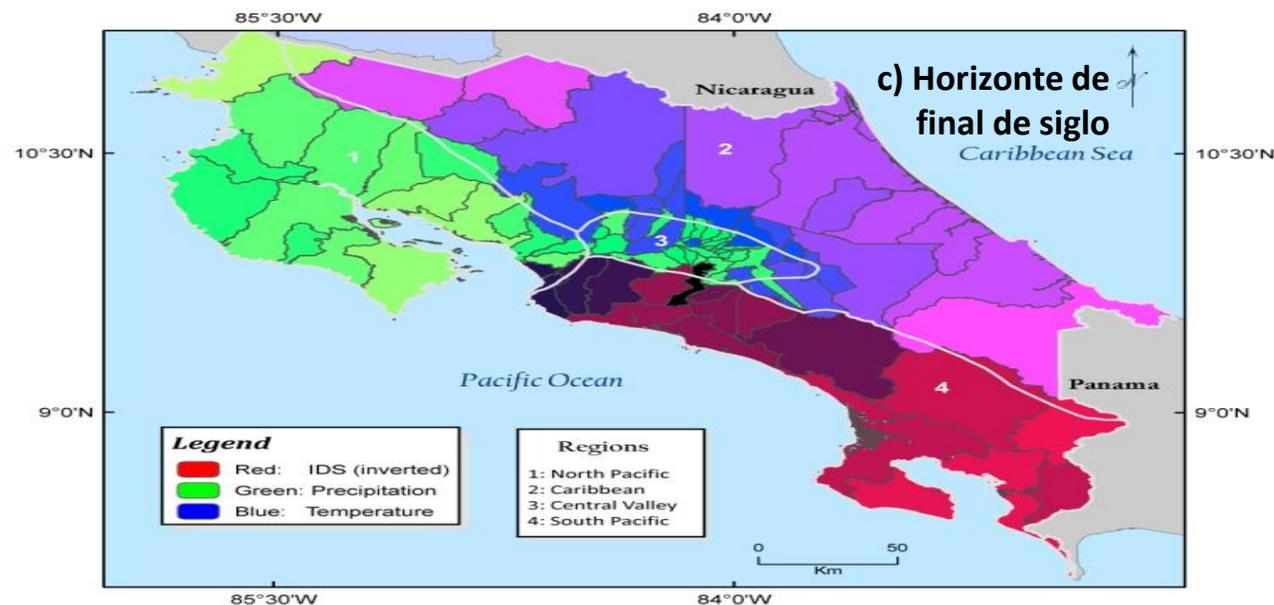
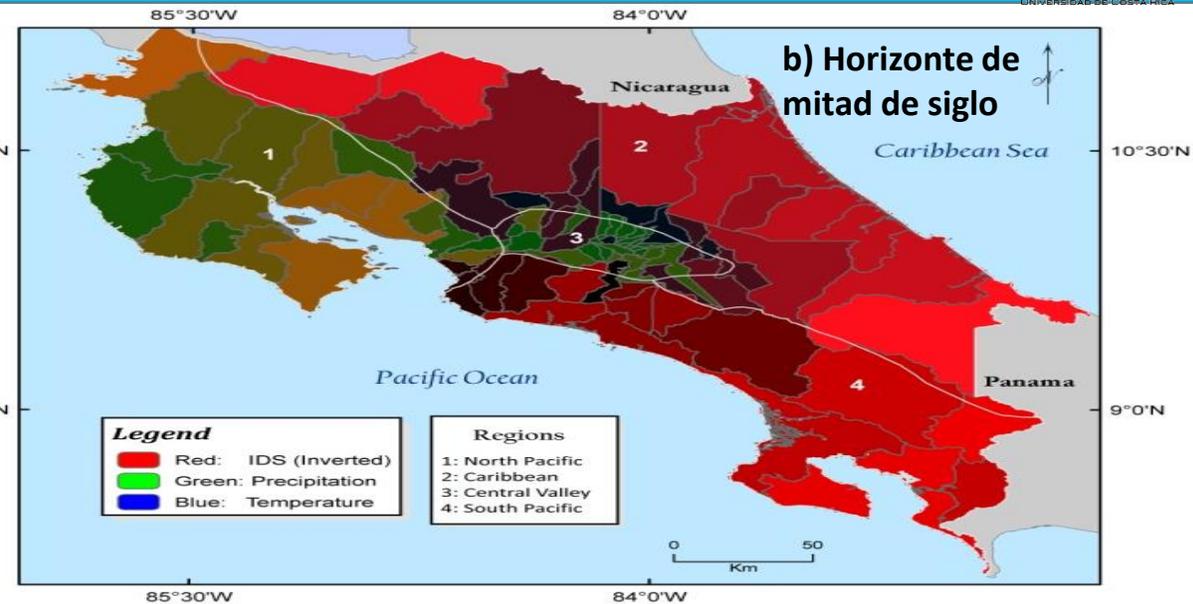
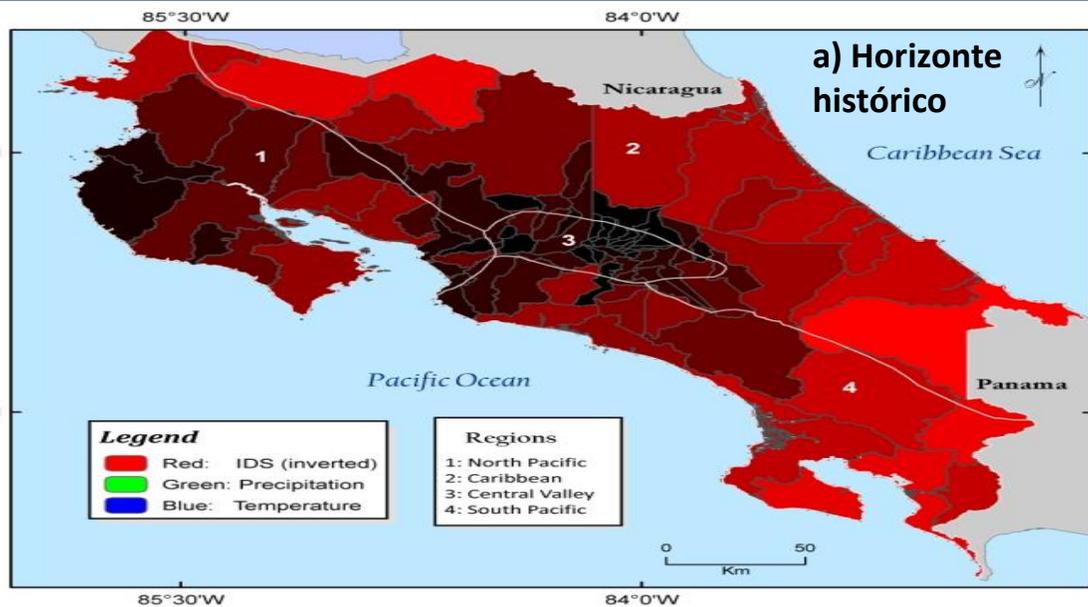
Panamá



Variable / Índice	Guatemala	Honduras	El Salvador	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
IDH	0.177	0.453	0.349	--	-0.202	0.233
Índice de Desarrollo Relativo al Género	--	--	--	--	-0.134*	--
Índice de Desarrollo Social	--	--	--	--	-0.096*	--
Índice de Salud	0.189	--	--	--	--	--
Índice de Educación	0.104*	--	0.265	--	--	--
Ingresos	0.141	--	--	--	--	--
Población Total	0.449	0.491	0.402	0.451	0.804	0.649
% Población Masculina	0.142	0.459	0.405	0.441	0.811	0.636
% Población Femenina	-0.122*	0.483	0.402	0.443	0.796	0.657
Pobreza	-0.117	0.474	-0.284	--	-0.3	-0.424
Pobreza Extrema	-0.180	0.455	-0.298	0.107*	--	--
Tasa / Porcentaje de Analfabetismo	--	-0.327	--	-0.002*	--	--
Escolaridad en Años	--	0.369	--	--	*Datos con menos del 95% de confianza	



El color negro [0,0,0] es la condición más favorable de todas (correspondiente a condiciones socio-económicas favorables y sin cambio climático) y [1,1,1] es el color blanco es una situación poco favorable en donde las condiciones socioeconómicas dadas por la degradación del índice social se combinan con cambios de la precipitación (ΔP) y la temperatura (ΔT). Los colores primarios corresponden al dominio de: 1) la variable socio-económica (rojo), 2) ΔP (verde) y 3) ΔT (azul). Algunos colores compuestos son: 1) amarillo, sugiere la influencia de la variable socio-económica y ΔP , 2) magenta, sugiere la influencia de la variable socio-económica y ΔT , y 3) cian, sugiere la influencia de ΔP y ΔT . Utiliza el IDH (HDI en ingles, PNUD 2010).



El color negro [0,0,0] es la condición más favorable de todas (correspondiente a condiciones socio-económicas favorables y sin cambio climático) y [1,1,1] es el color blanco es una situación poco favorable en donde las condiciones socioeconómicas dadas por la degradación del índice social se combinan con cambios de la precipitación (ΔP) y la temperatura (ΔT). Los colores primarios corresponden al dominio de: 1) la variable socio-económica (rojo), 2) ΔP (verde) y 3) ΔT (azul). Algunos colores compuestos son: 1) amarillo, sugiere la influencia de la variable socio-económica y ΔP , 2) magenta, sugiere la influencia de la variable socio-económica y ΔT , y 3) cian, sugiere la influencia de ΔP y ΔT . Utiliza el IDS (MIDEPLAN, 2007)

Conclusiones

El estudio mostró que los lugares con la mayor población, como es el caso de las capitales: Ciudad de Guatemala (Guatemala), Distrito Central (Honduras), San Salvador (El Salvador), Managua (Nicaragua), San José (Costa Rica), Panamá (Panamá) tienen la mayor correlación con la ocurrencia de impactos, por lo que es necesario tomar en cuenta variables socioeconómicas como pobreza, salud, Índice de Desarrollo Humano para completar en el análisis.

En síntesis, si bien es cierto que los resultados no son aplicables para un análisis a escala local, por la generalización de la unidad territorial que aún es divisible, si son funcionales en el caso de política pública nacional, enfocada a la gestión del riesgo climático. Este tipo de estudio ayuda a visualizar patrones espaciales, temporales y de frecuencia, complementando con la cuantificación de los tipos de impactos que se generan frente a los eventos hidrometeorológicos de escala regional.

Implementar medidas que promuevan la mejora de las condiciones de la población, o bien continuar con el proceso de educación a la población en materia de prevención, adaptación y mitigación adoptado por los Sistemas Nacionales para así minimizar el riesgo en el que se ha acostumbrado a vivir.

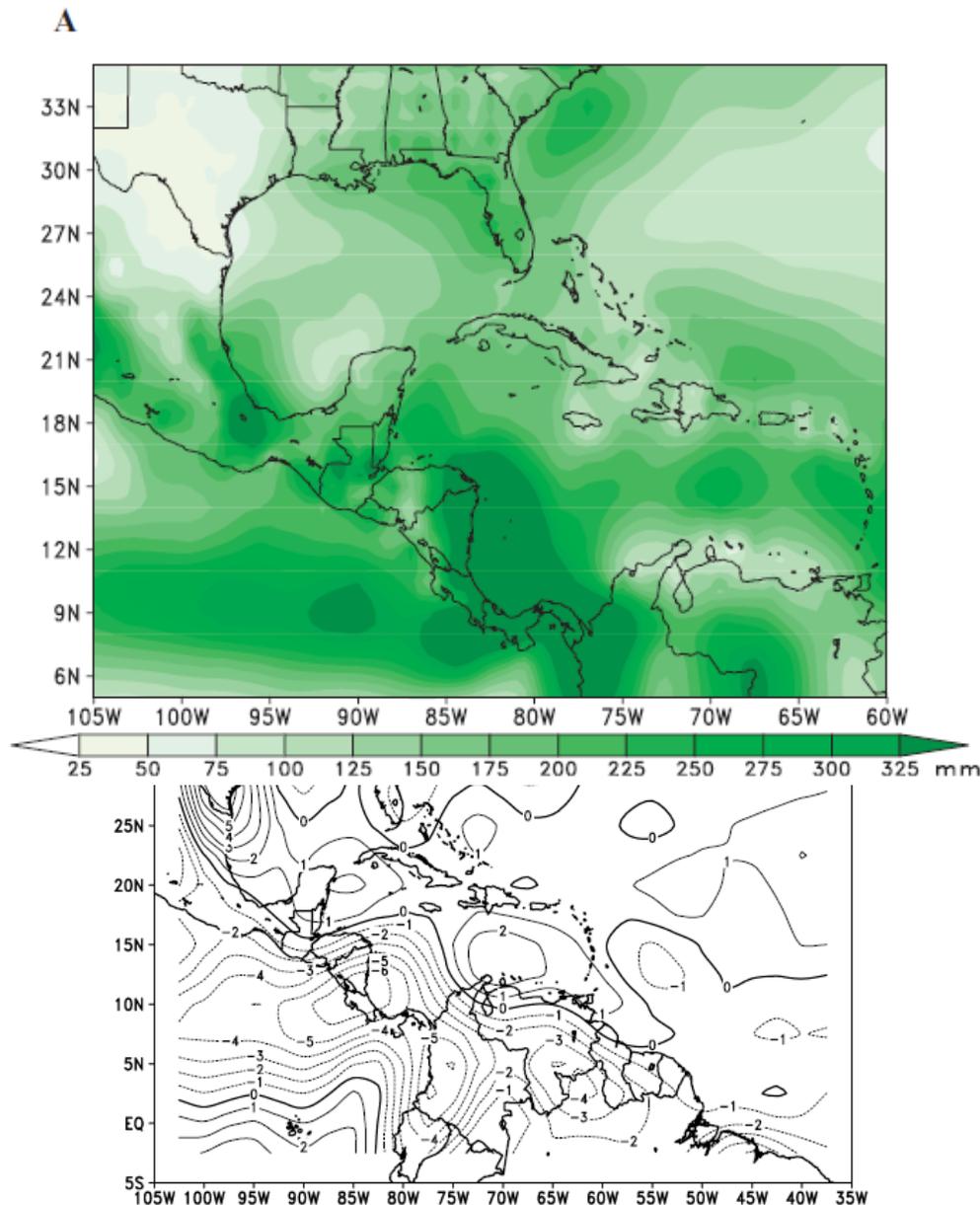


Figure 9. (A) Precipitation (mm) distribution for July (CRN073 data^{45,56}) and (B) pattern of wind divergence-convergence ($10^{-6} s^{-1}$) at 925 hPa for July from reanalysis.⁶⁸ (In color in *Annals* online.)

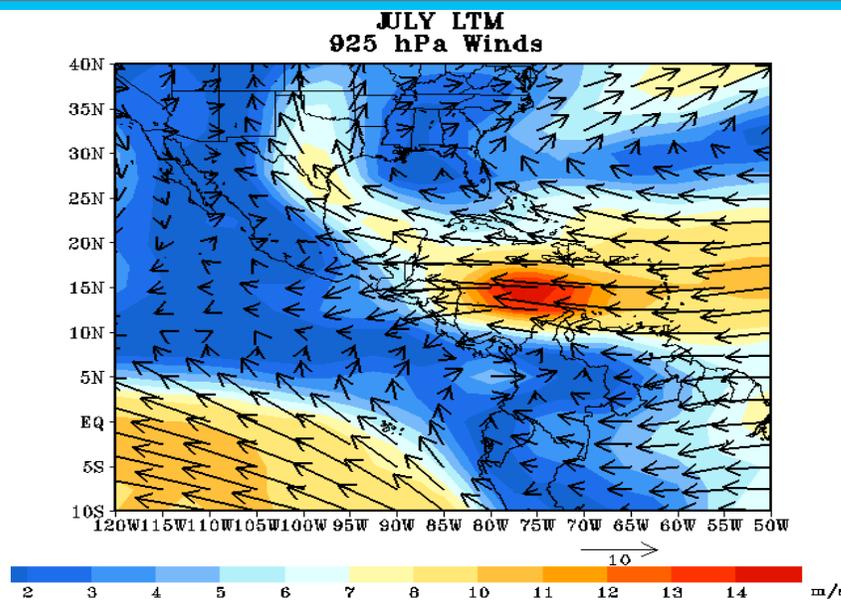


Fig. 16. Long term mean (1958-1998) of the 925 hPa wind (m/s) for July showing the core of the Caribbean Low Level Jet (CALLEJ) near 15°N 75°W, using NCEP/NCAR data (Kalnay et al., 1996).

(Amador et al. 2006)

(Amador 2008)

GIRD

Riesgo



Desastre

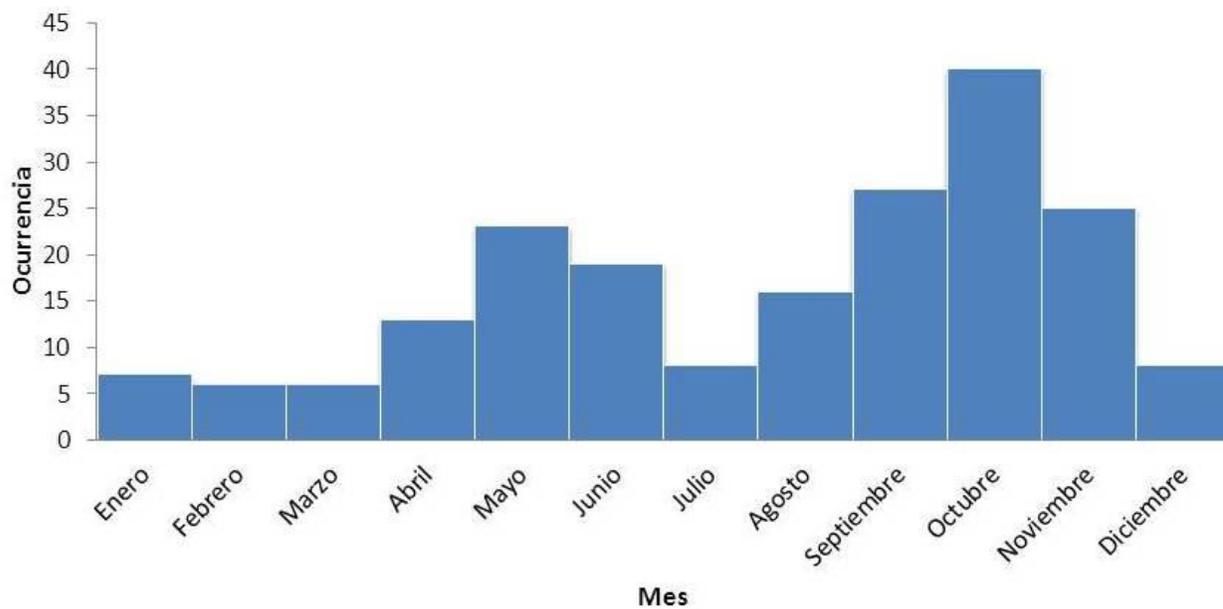
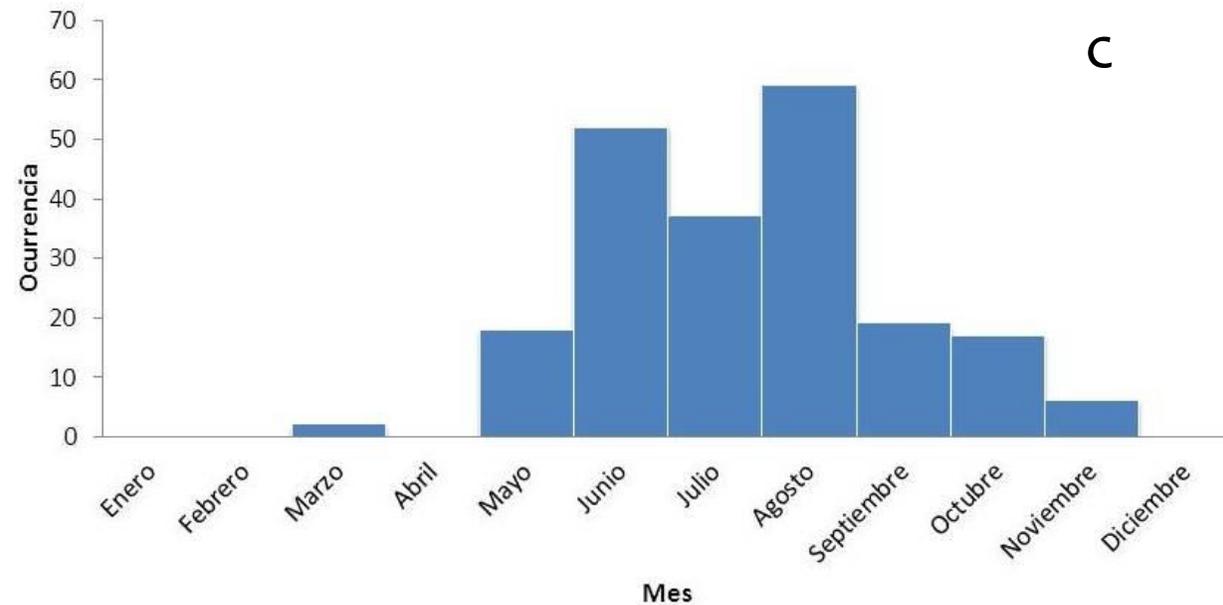
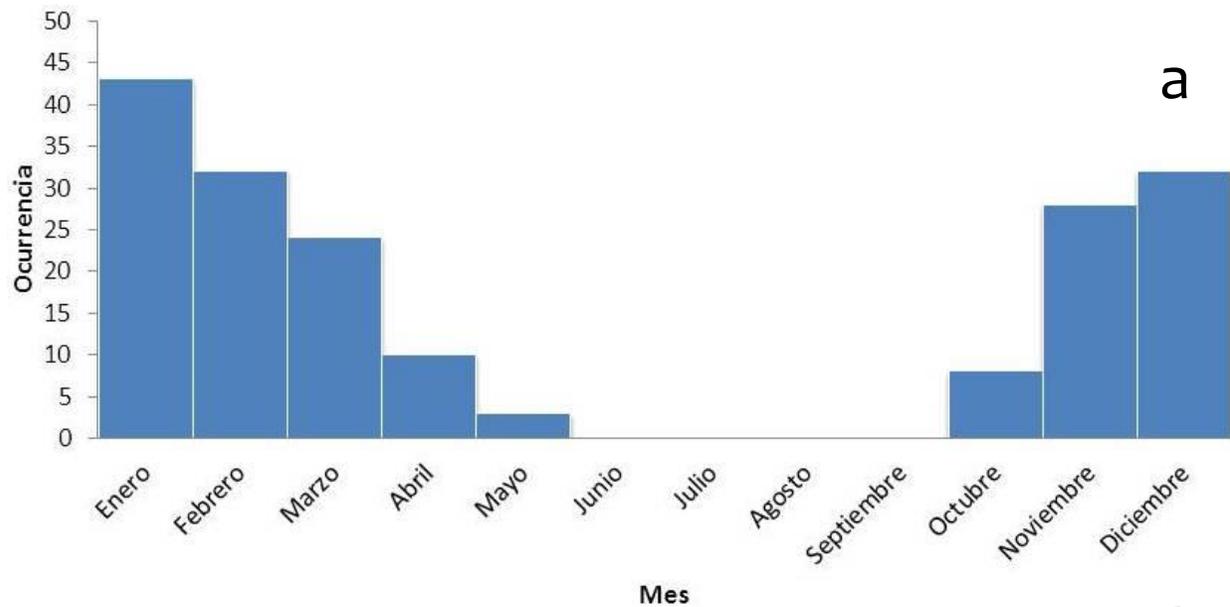


Amenaza



Vulnerabilidad

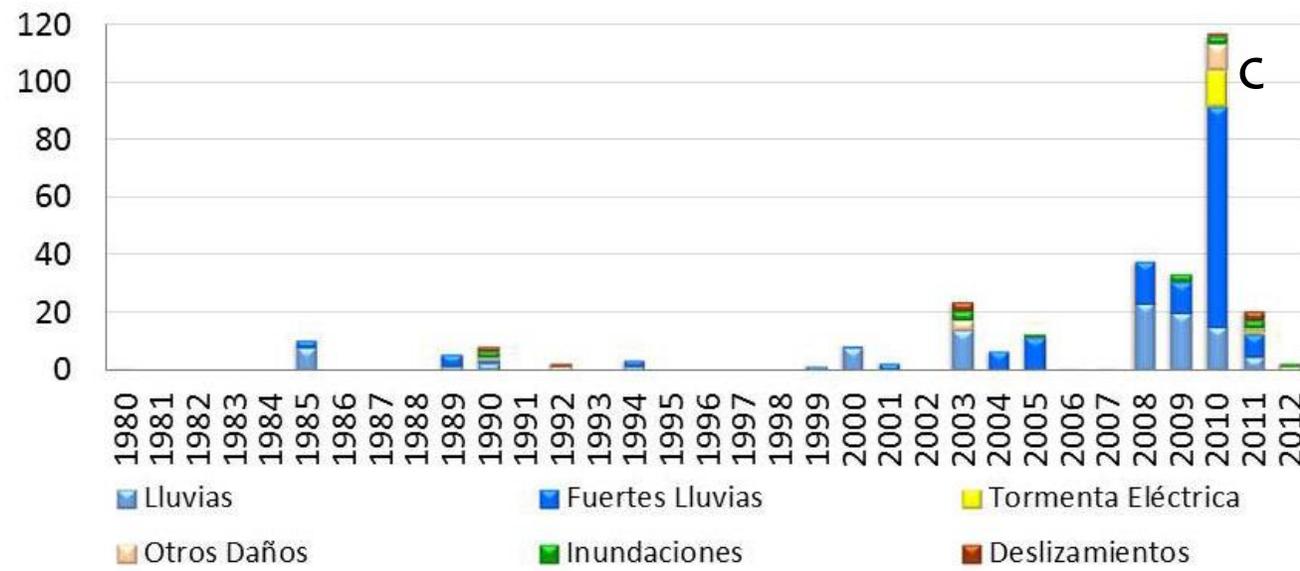
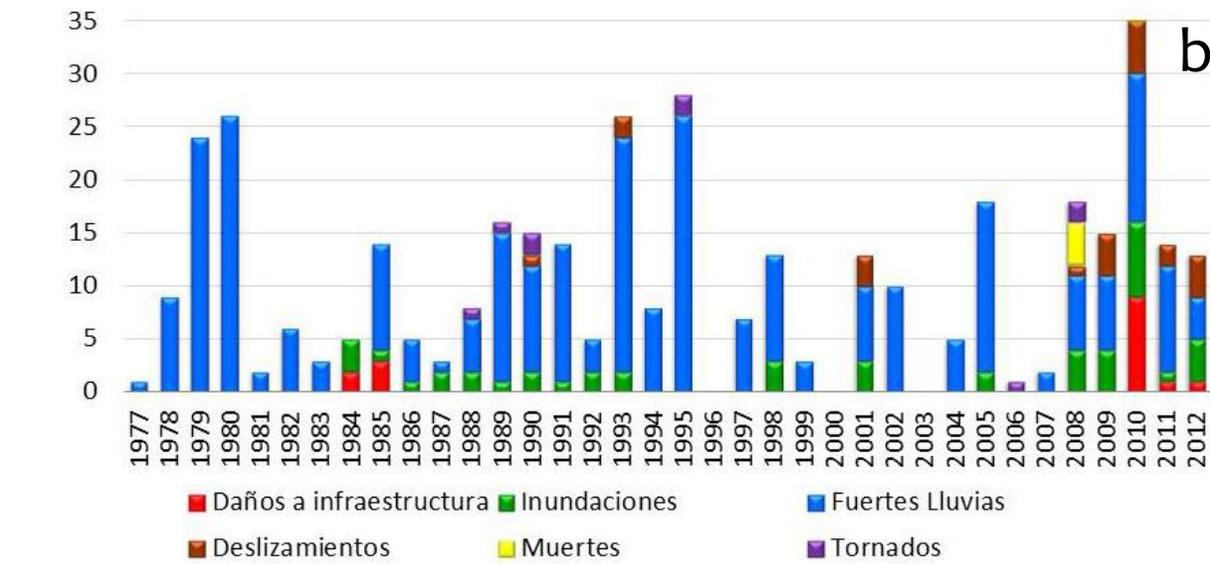
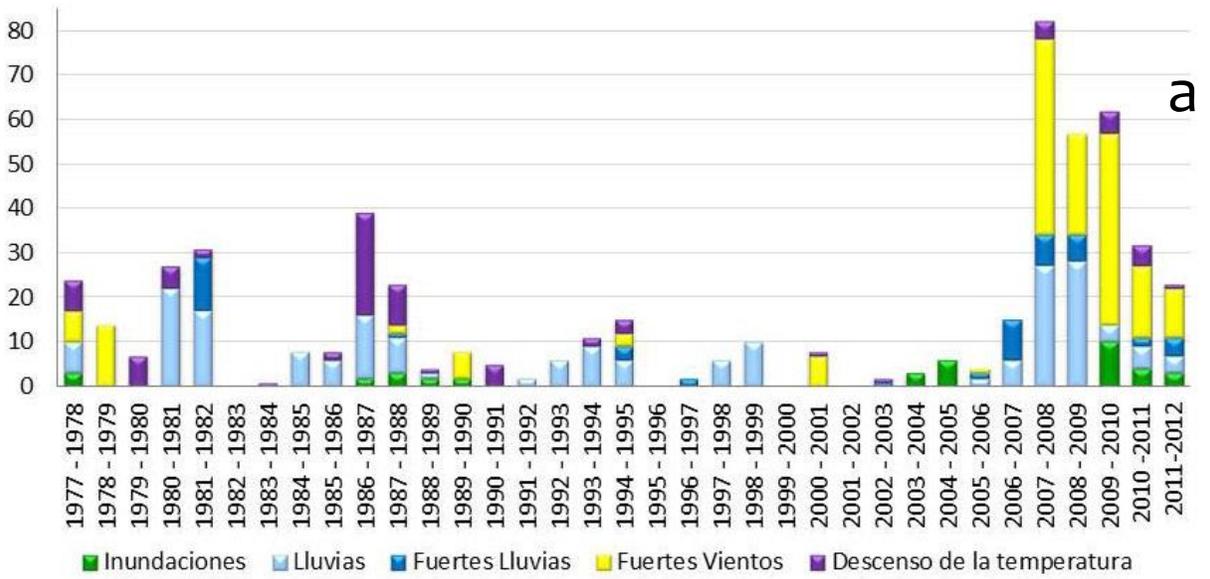




Eventos Hidrometeorológicos

Ciclo anual de los impactos climáticos debido a frentes fríos(a), ciclones tropicales (b) y ondas del este (c)

Alfaro y Pérez (2014)

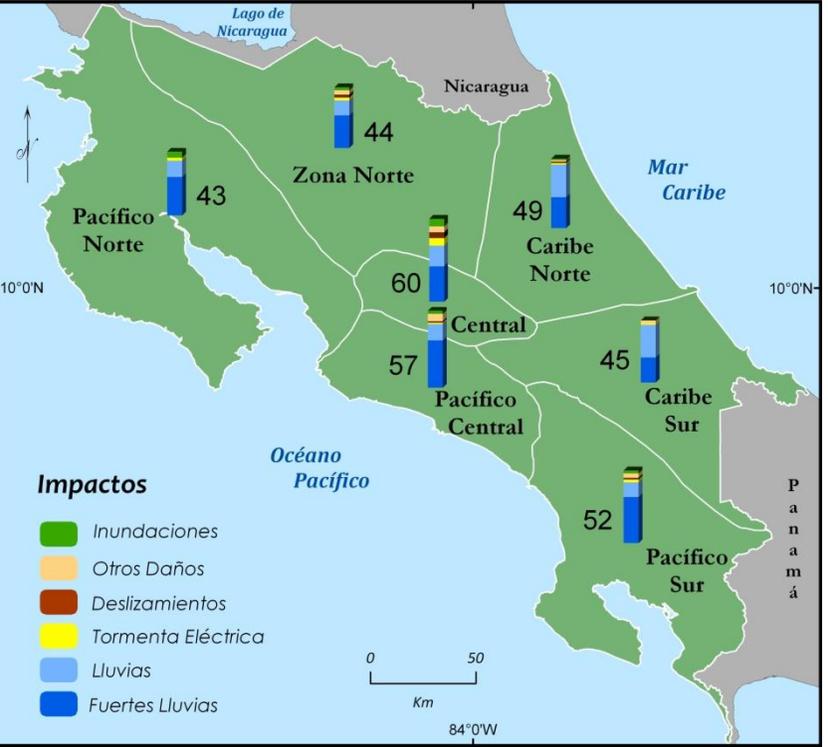
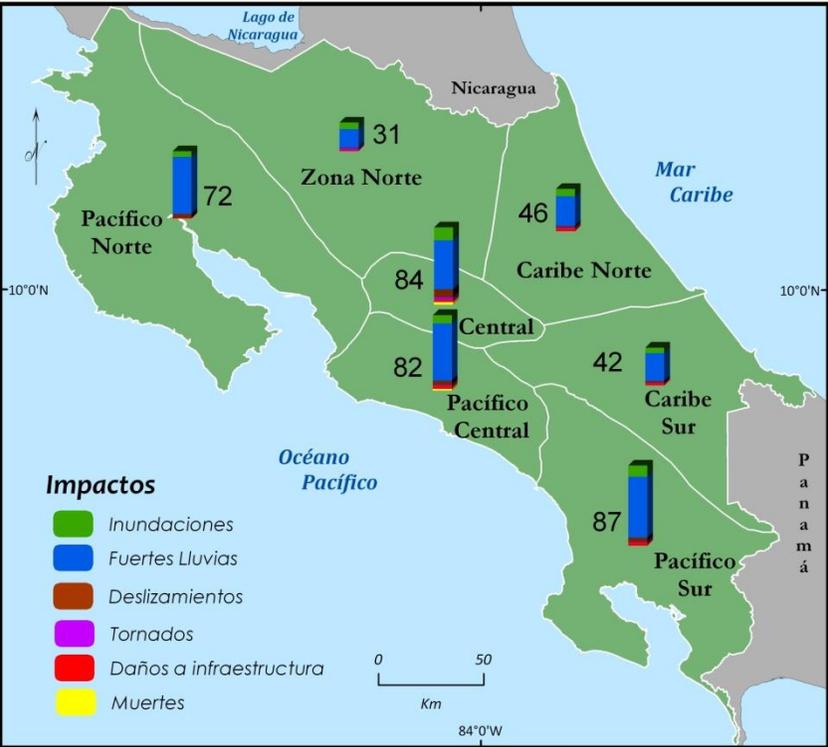
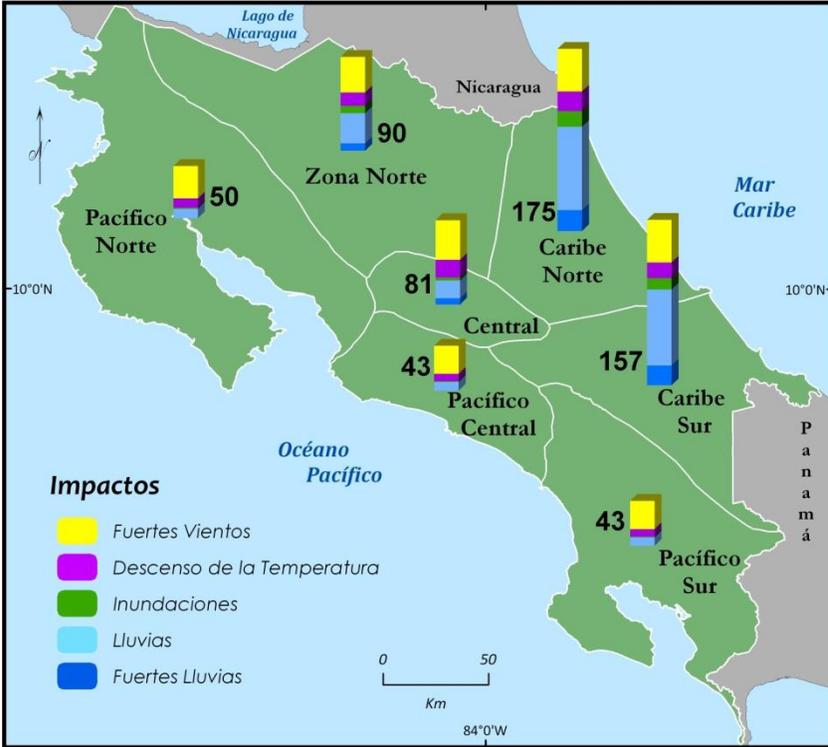


Eventos Hidrometeorológicos

Ocurrencia anual de los impactos climáticos asociados a frentes fríos(a), ciclones tropicales (b) y ondas del este (c)

Alfaro y Pérez (2014)

Distribución espacial de los impactos climáticos



Frentes Fríos

Ciclones Tropicales

Ondas del Este



LA NACIÓN /SUCESOS

5:01 P.M. DOMINGO 10 DE OCTUBRE DEL 2010

EDICIÓN ELECTRÓNICA

Archivo 1946-1991

PORTADA EL PAÍS DEPORTES SUCESOS ECONOMÍA ALDEA GLOBAL MUNDO VIVA OPINIÓN MULTIMEDIA

CONSECUENCIAS DE ONDA TROPICAL Y HUMEDAD DE LOS SECTORES MARÍTIMOS

Derrumbes causados por lluvias dificultan paso por distintas vías

- Principales daños ocurrieron en la carretera entre Nuevo Arenal y La Fortuna
- Ríos desbordados inundan casas en La Mona y Río Claro de Golfito

CALIFICACIÓN: ☆☆☆☆☆

0 COMENTARIOS



SHARE 1 retweet

La Prensa.hn _APERTURA

Inicio San Pedro Sula País Internacionales Deportes Opinión Negocios Sucesos Vivir Blo

Sociales | Apertura | Fotos | Videos | Infografías | Documentos | Entretenimiento | Ediciones Anteriores | Contactos

ULTIMO MOMENTO ◀▶ Cuba anur

LaPrensa.hn » Apertura

3 de 5 en Apertura «ATR&AACUTE:S SIGUIENTE »

Artículo

Comentarios

Cuatro muertos deja tormenta en Tegucigalpa

La tormenta fue producto de una onda tropical v una vauada propias de esta temporada lluviosa.

prensa.com 30 años La Prensa

Panamá, sábado 14 de Agosto de 2010

Panamá Metro
 T. max 31
 T. min 25
 Fuente: ETESA

VIVA DE VIAJE
 Copa Airlines
 ¿Está Compr para d
 "Promoción Junta de Cor

prensa.com La Prensa Mi Diario Variedades Revistas Servicios Clasificad

NACIONALES

Compartir

CHIRIQUÍ, COLÓN, LOS SANTOS Y PUERTO CAIMITO SUFRIERON LOS EMBATES DE LA NATURALEZA

Un muerto y damnificados dejan lluvias torrenciales

La temporada lluviosa se ha dejado sentir con toda su intensidad. Tanto los ríos como el mar plantean amenazas a la población.

LA PRENSA.com.ni Managua, 18 de agosto, 2010 | Actualizado 06:07 p.m.

Portada Nacionales Política Deportes Economía Internacionales Sucesos Revista Opinión P

Alquile Inteligente

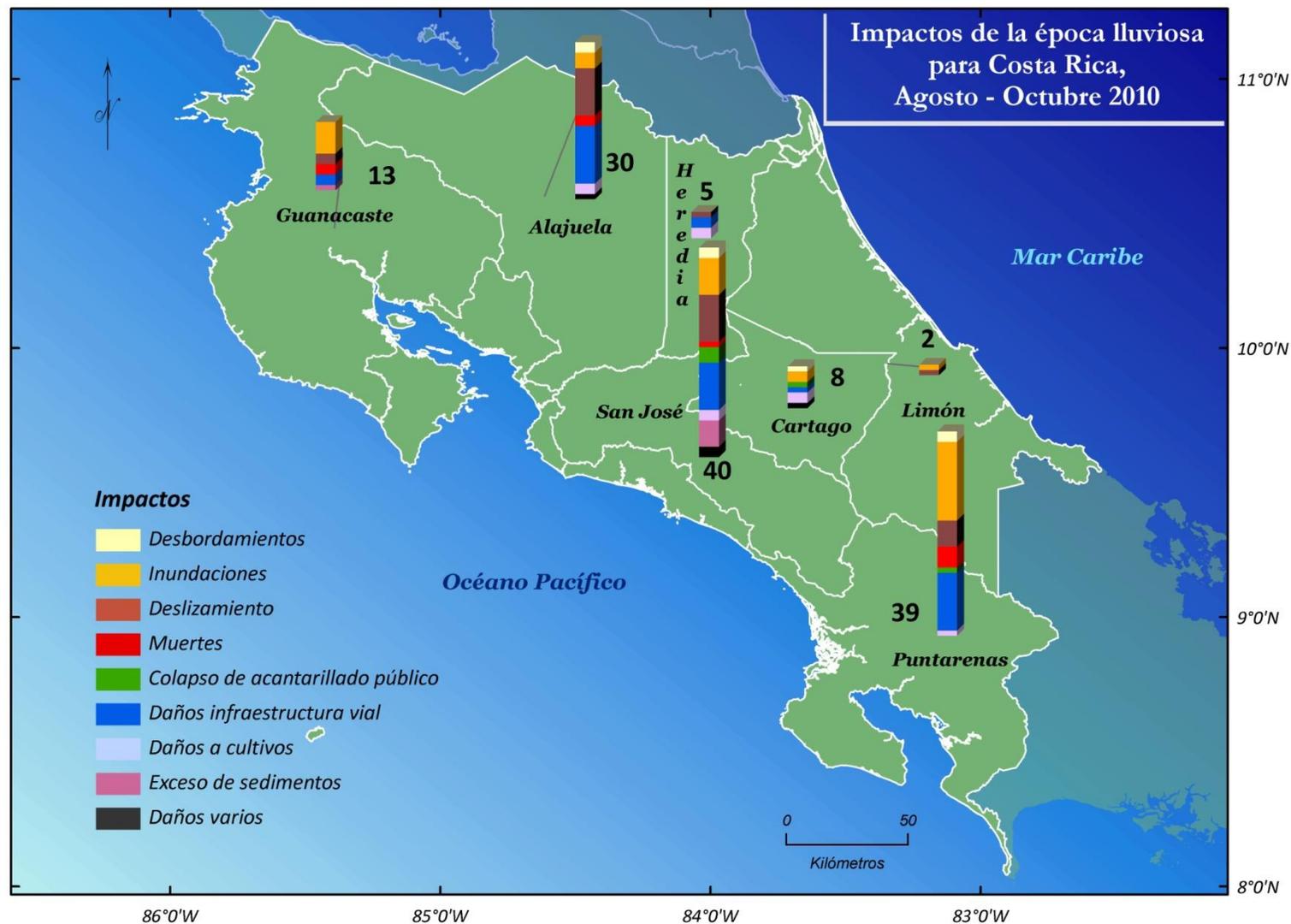
¡LEGUE FÁCIL ADONDE QUIERA!
 NUEVO DISPOSITIVO GPS CON MAPA DIGITAL DE NICARAGUA

Departamentos

Más daños por lluvias en RAAN y Jinotega

Valorar: ☆☆☆☆☆ | Resultados: ★★☆☆☆ 3 votos | Comentarios: 2





Fuente: Maldonado, T., E. Alfaro, B. Fallas and L. Alvarado (2012). Seasonal prediction of extreme precipitation events and frequency of rainy days over Costa Rica, Central America, using Canonical Correlation Analysis. *Advances in Geosciences*, 33, 41-52.