



Modelamiento del origen de las precipitaciones en la ciudad de Managua mediante simulaciones con HYSPLIT.

Javier Antonio Barberena Moncada¹

Laboratorio de Hidrogeología, Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, CIRA/UNAN-Managua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.

RESUMEN

La precipitación es la componente principal del ciclo hidrológico mundial que además afecta el clima en una zona determinada. Debido al limitado conocimiento de la dinámica de las precipitaciones regionales y sus orígenes es que se hace muy difícil mejorar los pronósticos meteorológicos en el área centroamericana por lo que se consideró importante llevar a cabo este trabajo que tuvo como objetivo determinar el origen de las precipitaciones registradas en la ciudad de Managua entre julio 2016 y julio 2017 por medio de un análisis de retrotrayectorias. Las simulaciones fueron realizadas con el sistema de modelación de acceso libre HYSPLIT desarrollado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica del Ministerio de Comercio de los Estados Unidos (NOAA por sus siglas en inglés). Se registraron 99 eventos de precipitación que generaron igual número de retrotrayectorias en el período

estudiado generando un acumulado de 1066 mm de precipitación con orígenes en el Mar Caribe (73 %), el Océano Pacífico (21%) y el Continente (6%). El Mar Caribe realizó mayor aporte de humedad que el Océano Pacífico en términos totales de volumen de precipitación y frecuencia de eventos, sin embargo, el Pacífico presentó mayor contribución en volumen por evento ocurrido. Se logró detectar un reciclaje de humedad de 46 mm producto de la evapotranspiración proveniente de las Reservas Biológicas Indio Maíz en Nicaragua, Tawahka en el sur de Honduras y de las Reservas Naturales Cerro Wawashan en la Costa Caribe Sur y Bosawás en la Costa Caribe Norte de Nicaragua.

Palabras clave: Humedad, HYSPLIT, precipitación, retrotrayectorias.

¹ DATOS DEL AUTOR

Correo electrónico: javier.barberena@cira.unan.edu.ni

Modeling the origin of precipitations in Managua city using HYSPLIT simulations.

ABSTRACT

Precipitation is the main component of the world hydrological cycle that also affects the weather in a certain area. Due to the limited knowledge on the dynamics of the regional precipitations and moisture origins it is very difficult to improve the weather forecasting in the Central American area that was the main reason to undertake this work to determine the origin of precipitations registered in Managua city from July, 2016 until July, 2017 by applying a back trajectory analysis. The simulations were made with the free access modeling system HYSPLIT developed by National Oceanic and Atmospheric Administration, United States Department of Commerce (NOAA). There were registered 99 precipitation events with the same number of back trajectories in the

studied time period generating a cumulative precipitation of 1066 mm with origins in the Caribbean Sea (73 %), Pacific Ocean (21%) and the Continent (6%). The Caribbean Sea moisture contribution of was higher than the one from the Pacific Ocean in terms of total precipitation volume and events frequency, however the Pacific presented a higher contribution in volume per event. It was detected a net moisture cycling of 46 mm by evapotranspiration supplied by the Biological Reserve Indio Maíz in Nicaragua, Tawahka in the south of Honduras, and from the Natural Reserves Cerro Wawashan in the Nicaraguan South Caribbean Coast and Bosawás Nicaraguan North Caribbean Coast. **Keywords:** Moisture, HYSPLIT, precipitation, back trajectories.

INTRODUCCIÓN

La precipitación es la componente principal y materia prima del ciclo hidrológico mundial (Custodio & Llamas, 1976) y uno de los fenómenos que conforman el clima de una zona determinada. En general, el clima regional de Centroamérica está influenciado por grandes fuentes de calor latente, fuertes vientos del Este, altas temperaturas de la superficie del mar e intensas precipitaciones (Wang, 2007), citado por Durán-Quezada et al. (2017). Los tres grandes cuerpos de agua caliente que rodean el istmo (el Mar Caribe, el Océano Pacífico y el Golfo de México) son las principales fuentes de humedad que forman las precipitaciones en el área que además se distingue porque la humedad fluye del Atlántico al Pacífico debido a la favorable dirección del viento en el Noreste y a las montañas relativamente bajas (Xu, Xies, Wang y Small, 2005).

La importancia de estimar el movimiento de las masas de aire radica en que proporciona información importante del origen de las precipitaciones y del transporte, dispersión y deposición de contaminantes y materiales peligrosos (material radiactivo, humo de incendios forestales, cenizas volcánicas (Stein et al., 2015). El conocer la dinámica de la relación entre la procedencia de las masas de aire y la de las precipitaciones es de vital importancia para poder predecir con mayor exactitud dónde ocurrió el primer proceso del ciclo hidrológico que es la evaporación de las partículas de agua, lo que se puede producir en los océanos, superficie terrestre u otra fuente superficial de agua como ríos, embalses artificiales o lagos.

Debido al limitado conocimiento de la dinámica de las precipitaciones regionales y sus orígenes es que se hace muy difícil mejorar los pronósticos meteorológicos por lo que se consideró importante y necesario

llevar a cabo este trabajo que tuvo como objetivo modelar mediante retro trayectorias el origen de las precipitaciones registradas en la ciudad de Managua en el período de julio 2016 a julio 2017. Las simulaciones se realizaron usando el sistema de modelación de acceso libre HYSPLIT de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica del Ministerio de Comercio de los Estados Unidos de América (NOAA por sus siglas en inglés).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Municipio de Managua (Fig. 1) está ubicado en la orilla sur del Lago Xolotlán en las coordenadas 12°9' N/86°16' O, tiene un área total de 289 km² y una superficie urbana de 150.5 km². La ciudad presenta una altura mínima y máxima de 43 y 700 msnm, respectivamente (FUNDAR, 2013). Limita al Norte con el Lago Xolotlán, al Sur con el

municipio El Crucero, al Este con los municipios de Tipitapa, Nindirí y Ticuantepe, y al Oeste con los municipios de Villa Carlos Fonseca y Ciudad Sandino (ALMA, 2005, citado por Velásquez, Alcántara, Hernández & Garnica, 2015).

El clima de Managua según Köppen es predominantemente de Sabana Tropical (Aw), el cual se caracteriza por presentar una marcada estación seca que dura de cuatro a seis meses y un período lluvioso generalmente bien definido de mayo a octubre. En el transcurso del período lluvioso se presentan dos máximos de precipitación, al inicio del período, en junio y septiembre con medias de 185.6 y 251.1 mm, respectivamente. A partir de noviembre se presenta el período seco donde las precipitaciones disminuyen significativamente hasta valores medios de 72.2 y 2.8 mm en noviembre y febrero, respectivamente (INETER, 2008).

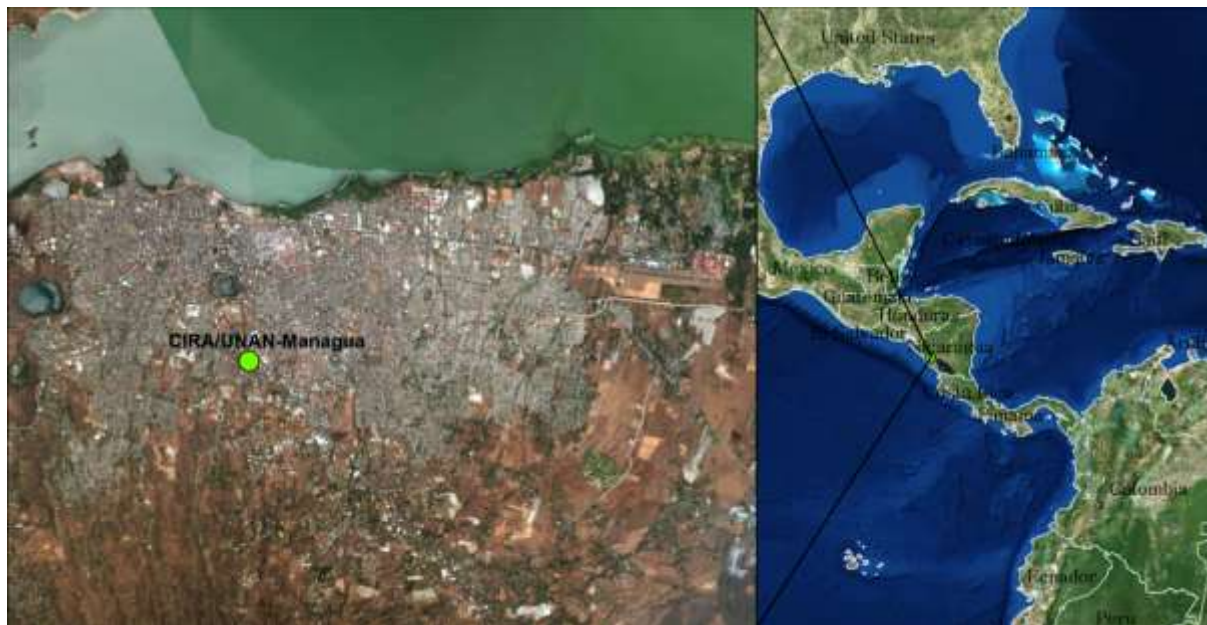


Fig. 1 Mapa de ubicación del CIRA/UNAN-Managua y la ciudad de Managua en Nicaragua.

Simulaciones usando el modelo HYSPLIT

El origen de las masas de aire y humedad fueron determinadas a partir del análisis de retro trayectorias realizado con el sistema de

modelación HYSPLIT (<http://ready.arl.noaa.gov/hypub-bin/trajtype.pl?runtime=archive>) de acceso libre de la NOAA (<http://www.noaa.gov>). Este modelo genera trayectorias tanto

progresivas como regresivas de una masa de aire que simulan el destino de una partícula a partir de un determinado punto y su recorrido en el futuro; o el recorrido que ha realizado desde el punto final hasta su inicio en determinado tiempo pasado (retrotrayectorias).

El modelo se inició haciendo la simulación de una retrotrayectoria normal usando los datos meteorológicos obtenidos cuatro veces al día a las 0000, 0600, 1200 y 1800 UTC por el Global Data Assimilation System (GDAS por sus siglas en inglés) que genera las condiciones iniciales para los pronósticos mundiales del clima. El GDAS tiene una resolución espacial de 100 km x 100 km alrededor del punto indicado y su método de cálculo es un híbrido entre el enfoque de Lagrange que se caracteriza por hacer uso de un sistema de referencia que se ajusta al movimiento atmosférico, y el enfoque Euleriano, en el cual las ecuaciones que describen el movimiento en la atmósfera se resuelven considerando un sistema fijo de coordenadas, la región a modelar se divide en celdas o cajas, tanto horizontal como verticalmente (Draxler & Hess, 1998; González, 2009 citado por Ramírez, 2014). Se eligieron las retrotrayectorias tomando el modelo de velocidad vertical con un tiempo total de corrida de muestras de 48 horas a una altura de 800 m. Los resultados de las simulaciones fueron descargados en formato Shapefile para la generación de mapas en ArcGis 10.2.

Las retrotrayectorias fueron obtenidas para las precipitaciones registradas por el totalizador de agua de lluvia (Palmex Rain Sampler RS1) ubicado en el Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua) en la ciudad de Managua (coordenadas 12° 7' 2.83" N / 86° 16' 0.73" O) desde julio 2016 hasta julio 2017, generándose una por cada evento de precipitación registrado. La colecta de precipitaciones se realizó de lunes a

viernes entre las 8 y 9 am y el volumen de precipitación se midió con probetas de 50 y 500 ml en dependencia de la intensidad del evento. El cálculo de precipitación en mm se realizó mediante la siguiente ecuación utilizada por la Red Mundial de Isótopos en la Precipitación del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA/GNIP por sus siglas en inglés).

$$P = \frac{10 v}{\pi r^2}$$

Donde P es precipitación (mm), v es volumen colectado de precipitación, r² es radio del embudo del totalizador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron 99 eventos de precipitación (Anexo, Tabla 1) los que generaron igual número de retrotrayectorias en el período estudiado (julio 2016 a julio 2017) (Fig. 2).

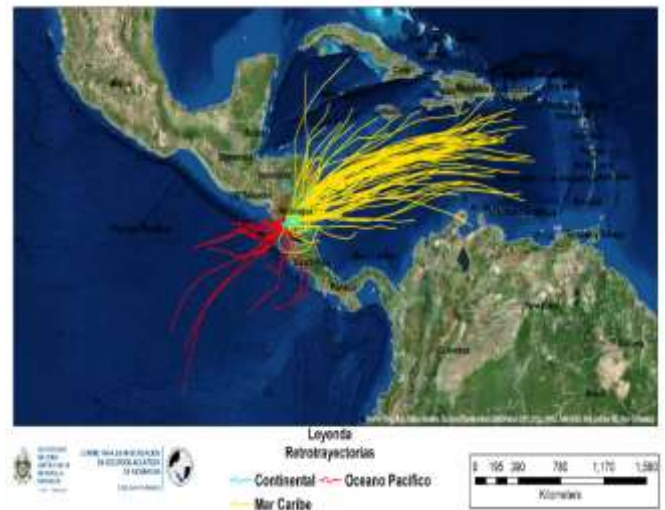


Fig. 2. Mapa de retrotrayectorias de 48 horas generadas por el modelo HYSPLIT para 99 eventos de precipitación registrados en totalizador de agua de lluvia ubicado en el CIRA/UNAN-Managua para el período de julio 2016 a julio 2017.

Se registró un acumulado de 1066 mm de precipitación con procedencias de la humedad de 73 %, 21% y 6% del Mar Caribe, Océano Pacífico y del Continente, respectivamente (Fig. 3).

La Fig. 3 muestra el comportamiento bimodal de las precipitaciones provocado por los máximos detectados para el período lluvioso (mayo y julio 2017, septiembre y octubre 2016) y los mínimos para el seco (enero a abril 2017).

El Mar Caribe se identificó como la principal fuente de humedad para la ciudad de Managua aportando 763 mm distribuidos en 10 meses (julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2016; y abril, mayo, junio y julio del 2017) y generados por 72 eventos de precipitación (Fig. 4). Este importante aporte de humedad del Mar Caribe ya ha sido reportado con anterioridad por Durán-Quesada et al., (2017), indicando además que los patrones de precipitación regional son impulsados principalmente por el transporte de humedad y que este aporte puede alcanzar hasta los 10 mm al día. El transporte de humedad proveniente del Mar Caribe es atribuido al Sistema Monzónico Americano que se divide en el del Atlántico Norte y el del Atlántico Sur (Amador et al. 2017).

Las retrotrayectorias generadas en el Mar Caribe presentan su origen cerca de República Dominicana, Venezuela, Puerto Rico y Antillas Holandesas y se pueden

atribuir al Sistema Monzónico del Atlántico Sur, ingresando al territorio de Nicaragua por las Costa Caribe Norte y Sur (Fig. 4). Este transporte de humedad predomina en los meses de julio a septiembre (2016) y abril a julio (2017). Durán-Quesada et al (2017) atribuye el transporte de humedad proveniente del norte de América del Sur al Jet de Bajo Nivel del Caribe, que arrastra humedad desde el Mar Caribe, del Atlántico tropical y del norte de América del sur (Cuencas del Orinoco y Magdalena), provocando las mayores precipitaciones que se dan entre mayo y septiembre.

Se observó un reducido número de retrotrayectorias en los meses de octubre-diciembre (2016) transportando humedad con origen en Cuba e Islas Caimanes cruzando parte del territorio de Honduras e ingresando al territorio Nicaragüense por la Costa Caribe Norte, siendo las únicas que atraviesan el Lago Xolotlán. Estas podrían representar aportes provenientes del Golfo de México que son arrastrados por los Sistemas Monzónicos del Atlántico Norte. A esta humedad proveniente de fuentes centrales del Caribe se atribuye el enriquecimiento isotópico en las precipitaciones del área (Sánchez-Murillo et al., 2013, 2016, 2017).

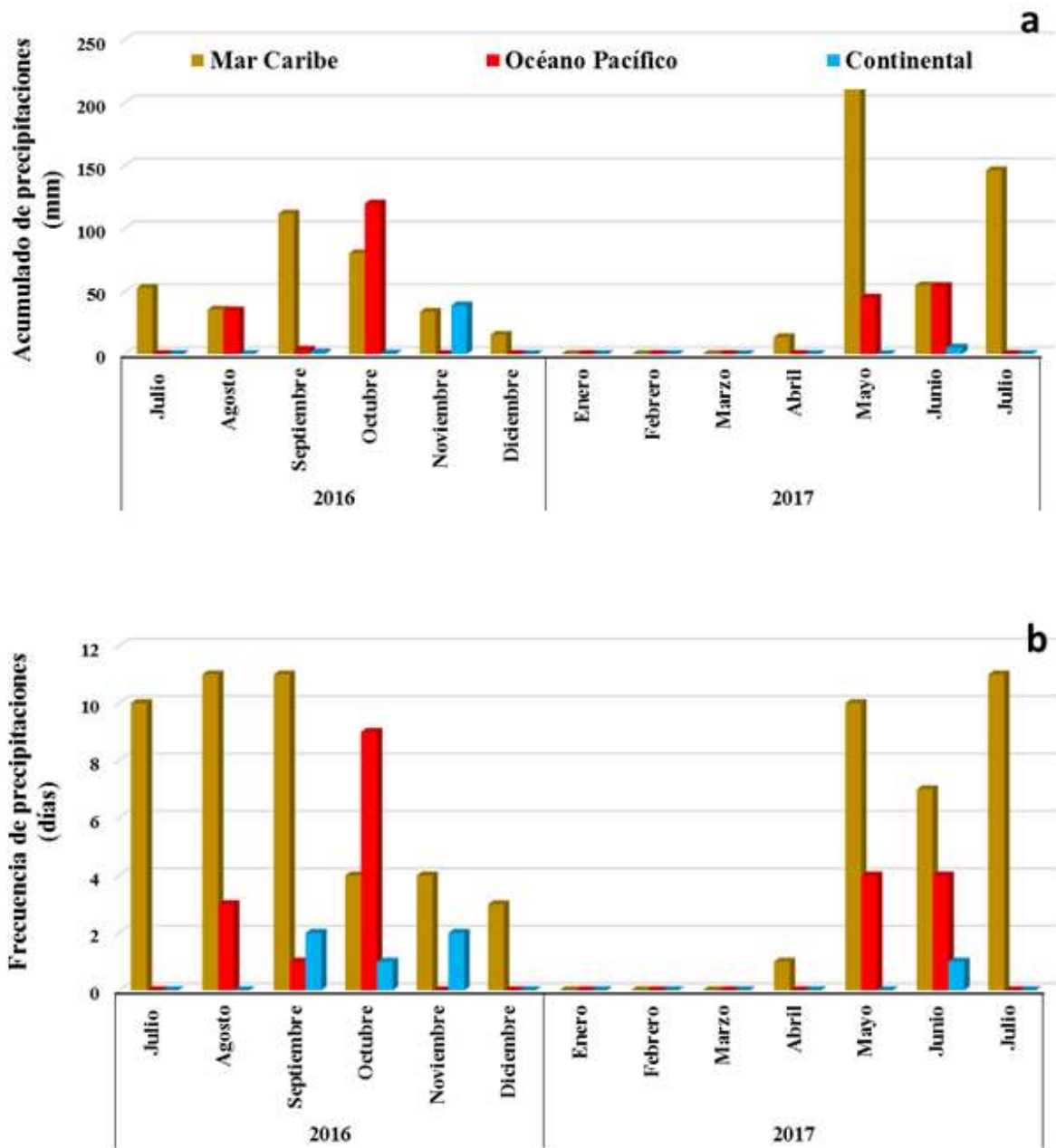


Fig. 3. Acumulado mensual de precipitaciones en mm por mes (a) y frecuencia de eventos de precipitación en días (b) con su respectiva procedencia (Mar Caribe, Océano Pacífico y Continental) estimados mediante el modelo HYSPLIT para la ciudad de Managua en el período de julio 2016 a julio 2017.

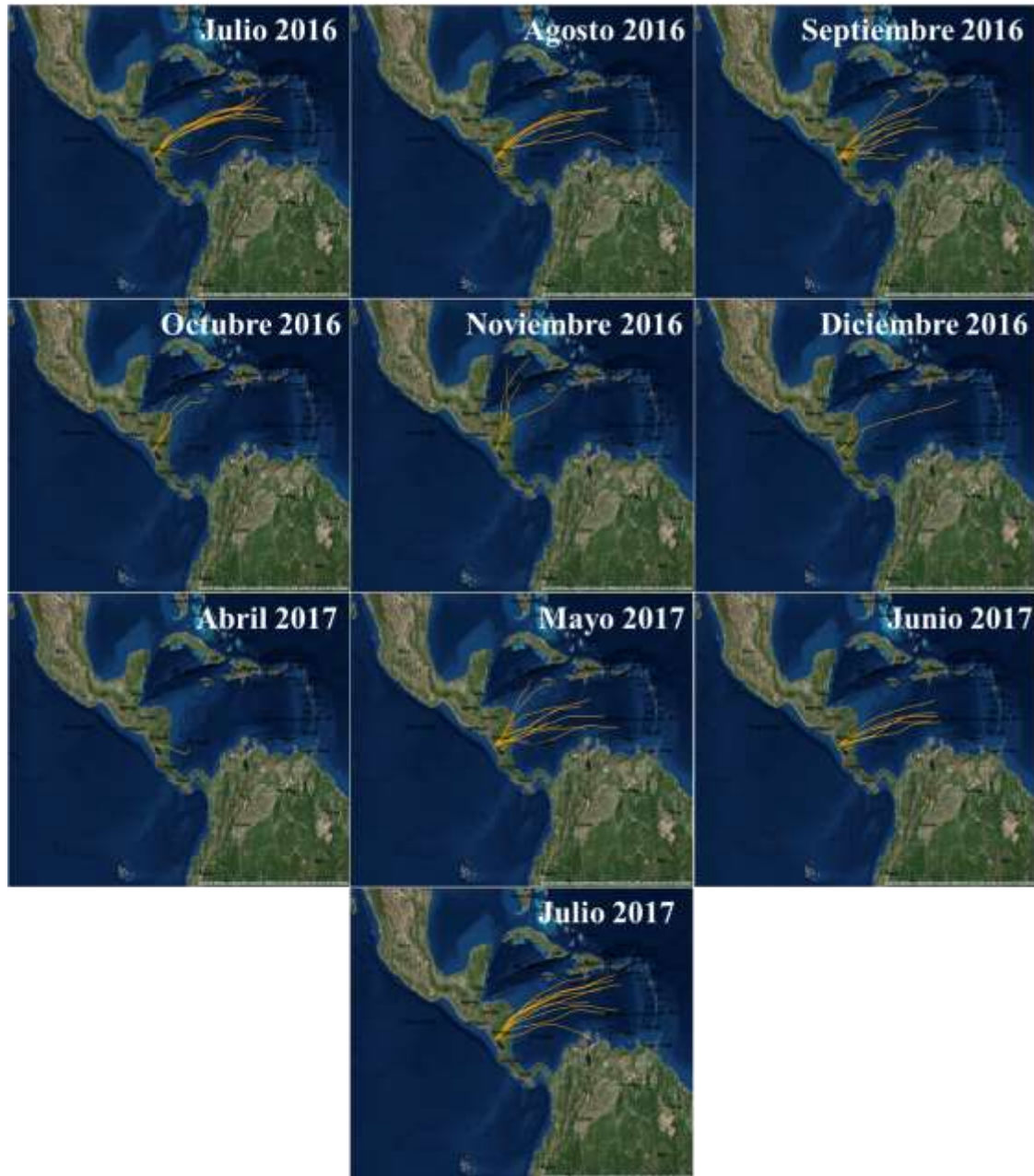


Fig. 4. Mapas de retrotrayectorias de 48 horas generadas por el modelo HYSPLIT para 72 eventos de precipitación registrados en totalizador de agua de lluvia ubicado en el CIRA/UNAN-Managua de los meses con aporte significativo de humedad hacia la ciudad de Managua con procedencia del Mar Caribe para el período julio 2016 a julio 2017.

El Océano Pacífico aportó 257 mm de precipitación distribuidos de agosto a octubre del 2016 y entre mayo y junio del 2017 que fueron generados por 21 eventos de precipitación (Fig. 5). El aporte de humedad proveniente del Océano Pacífico aumentó en el mes de octubre, lo que podría ser un efecto de la temporada de huracanes que se

intensifica en octubre en el Mar Caribe. Según Durán-Quezada et al. (2017) esto ocurre debido a la disminución de la temperatura superficial del mar que permite que gran parte de la humedad sea arrastrada por los sistemas ciclónicos que se desarrollan en el Caribe.

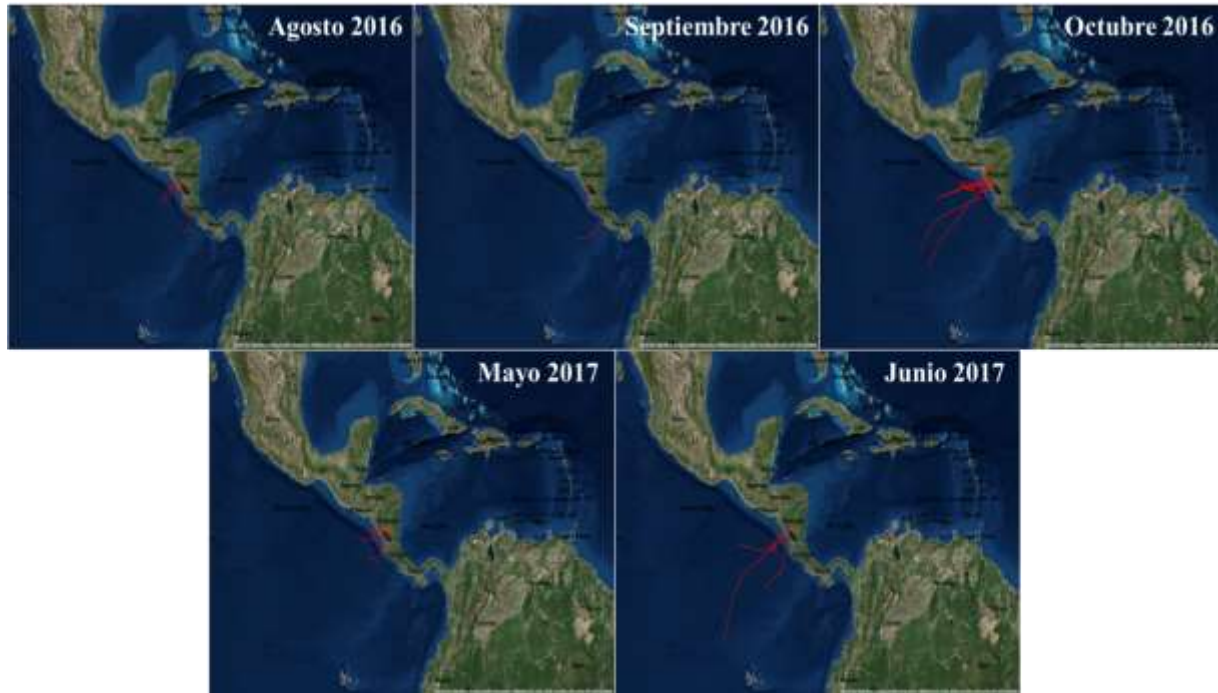


Fig. 5. Mapas de retro trayectorias de 48 horas generadas por el modelo HYSPLIT para 21 eventos de precipitación registrados en totalizador de agua de lluvia ubicado en el CIRA/UNAN-Managua de los meses con aporte significativo de humedad hacia la ciudad de Managua con procedencia del Océano Pacífico para el período julio 2016 a julio 2017.

Se detectaron retro trayectorias de procedencia continental aportando 46 mm cuya humedad proviene de Nicaragua y Honduras (Fig. 6). Los mayores aportes ocurrieron en noviembre 2016 y junio 2017, posiblemente por reciclaje de la humedad producida por la evapotranspiración que ocurre después de los meses de mayores precipitaciones que puede ser transportada por las masas de aire provenientes del Mar Caribe. La evapotranspiración transformada en humedad atmosférica parece provenir de la Reserva Biológica Indio Maíz (septiembre y noviembre 2016), de la Reserva Natural Cerro Wawashan en la Costa Caribe Sur de Nicaragua (septiembre 2016 y junio 2017), de la Reserva Natural Bosawás en la Costa

Caribe Norte de Nicaragua (noviembre 2016) y de la Reserva Biológica Tawahka en el sur de Honduras (octubre 2016).

Esto concuerda con estudios como el de Durán-Quesada et al. (2017) quienes describen a América Central como una fuente de humedad evaporativa con ciclos anuales bien definidos para el norte de Centroamérica y que son más fuertes desde diciembre hasta principios de junio. La máxima evapotranspiración se registra en las regiones con la vegetación más densa ubicadas en la Reserva Natural de Bosawás en Nicaragua y el Parque Nacional Patuca y la Reserva Biológica Río Plátano en Honduras.

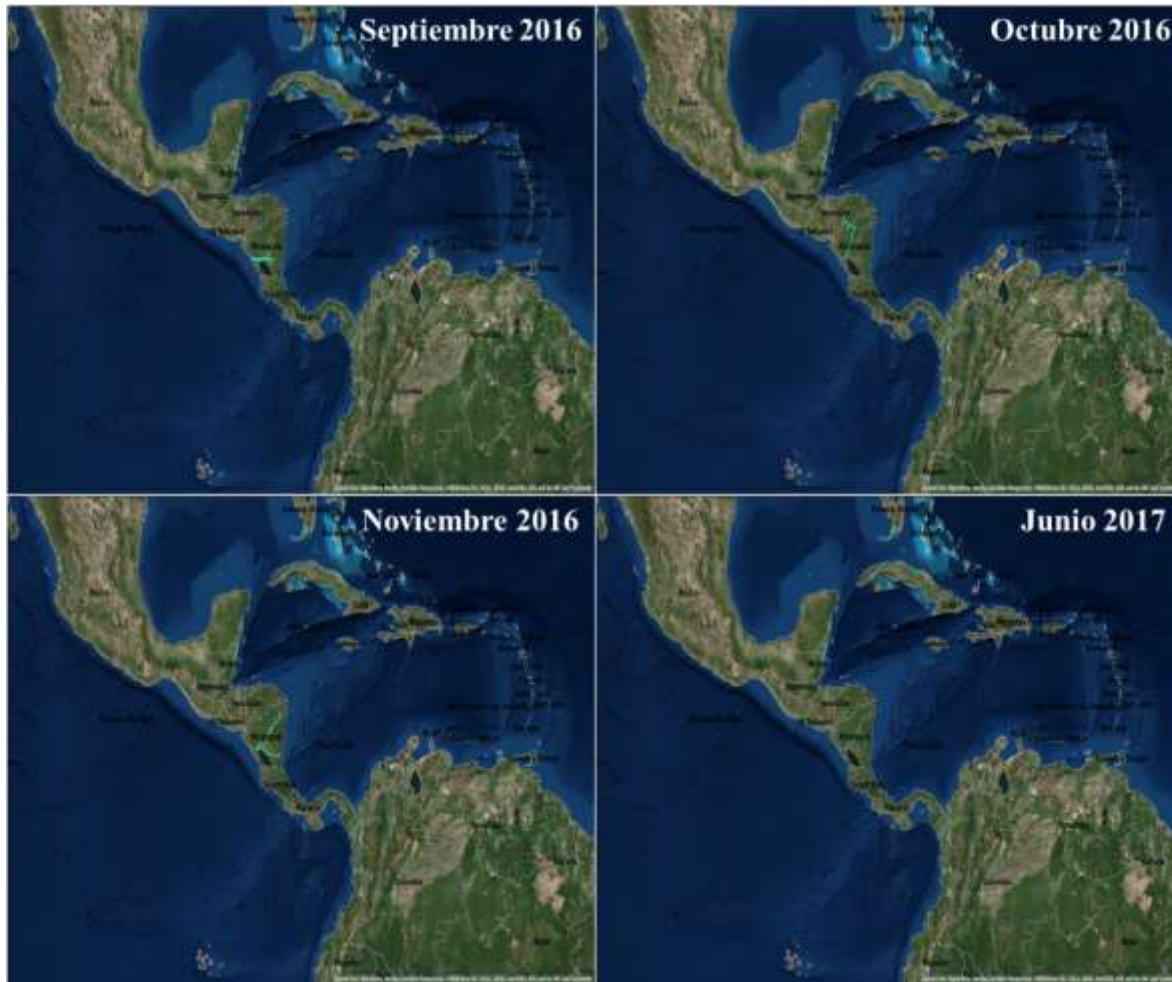


Fig. 6. Mapas de retro trayectorias de 48 horas generadas por el modelo HYSPLIT para los eventos de precipitación registrados en totalizador de agua de lluvia ubicado en el CIRA/UNAN-Managua de los meses con aporte significativo de humedad hacia la ciudad de Managua con procedencia del Continente para el período julio 2016 a julio 2017.

CONCLUSIONES

La procedencia de las precipitaciones en la ciudad de Managua fue determinada mediante retro trayectorias simuladas con el modelo HYSPLIT durante el período de julio 2016 a julio 2017. Se estimó un acumulado de precipitación de 1066 mm con tendencia bimodal para un primer período lluvioso que inicia en julio con máximo en octubre 2016 y otro en mayo 2017, y un período seco intermedio que inicia en noviembre 2016 y termina en abril 2017. El Mar Caribe resultó ser el principal aportador de humedad atmosférica (763 mm) que podría ser

transportada a Managua por distintos mecanismos como el jet de bajo nivel del Caribe. A pesar de que Managua está ubicada en el Pacífico de Nicaragua recibe un pequeño aporte de humedad proveniente del Océano Pacífico (257 mm) comparado con el del Caribe. Este aporte se intensifica en el mes de octubre cuando se desarrolla la temporada de huracanes en el Mar Caribe. Se logró determinar un reciclaje de humedad producto de la evapotranspiración (46 mm) proveniente de las Reservas Biológicas Indio Maíz en Nicaragua y Tawahka en el sur de Honduras y de las Reservas Naturales Cerro Wawashan en la Costa Caribe Sur y Bosawás

en la Costa Caribe Norte de Nicaragua. El Mar Caribe presenta mayor aporte de humedad que el Océano Pacífico en términos de volumen de precipitación y frecuencia de eventos ocurridos, aunque el Pacífico presenta menos eventos, pero con mayor intensidad en cuanto a volumen por evento.

REFERENCIAS

- Amador, J. A., Durán-Quesada, A. M., Rivera, E. R., Mora, G., Sáenz, F., & Calderón, B. (2016). The easternmost tropical Pacific. Part II: Seasonal and intraseasonal modes of atmospheric variability. *Revista de Biología Tropical*, 64(1), S23-S58. doi: 10.15517/rbt.v64i1.23409.
- Aranda Torrelio, E., Mitru Tejerina, N., & Costa Ardúz, R. (2009). *ABC de la redacción Médico-Científica* (Segunda Edición ed.). La Paz, Bolivia: Elite Impresiones.
- Custodio, E., & Llamas, M. R. (1976). *Hidrología Subterránea* (Primera edición ed.). Barcelona, España: EDICIONES OMEGA, S.A.
- Durán-Quesada, A. M., Gimeno, L., & Amador, J. (2017). Role of moisture transport of Central American precipitation. *Earth System Dynamics*, 8, 147-161. Obtenido de www.earth-system-dynamics.net/8/147/2017/
- FUNDAR. (2013). *Plan Ambiental Distrito V, VI, VII Municipio de Managua 2012-2020*. Managua.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2002). *Actualización del Mapa de Fallas Geológicas de Nicaragua*. Managua. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/fallas-geologicas-managua.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2008). *Caracterización Climática del Departamento de Managua*. Managua. Obtenido de www.bvsde.org.ni/.../7.%20Caracterizaci=n%20Climatica%20de%20MANAGUA.doc
- International Atomic Energy Agency. (Abril de 2014). *Water Resources Programme*. Obtenido de Global Network of Isotopes in Precipitation: http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/documents/other/gnip_manual_v2.02_es_hq.pdf
- Magaña, V., Amador, J. A., & Medina, S. (1999). The Midsummer Drought over Mexico and Central America. *American Meteorological Society*, 1577-1588. Obtenido de [doi.org/10.1175/1520-0442\(1999\)012<1577:TMDOMA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1999)012<1577:TMDOMA>2.0.CO;2)
- Ramírez Hernández, O. J. (2014). Origen de masas de aire en cuatro ciudades de Colombia mediante modelo HYSPLIT. *Revista de investigación Agraria y Ambiental*, 5(1), 103-119. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.22490/21456453.935>
- Sánchez-Murillo, R., Esquivel-Hernández, G., Welsh, K., Brooks, E., Boll, J., Alfaro-Solís, R., & Valdés-González, J. (2013). Spatial and Temporal Variation of Stable Isotopes in Precipitation across Costa Rica: An Analysis of Historic GNIP Records. *Open Journal of Modern Hydrology*, 3(4), 226-240. doi:10.4236/ojmh.2013.34027
- Sánchez-Murillo, R., Birkel, C., Welsh, K., Esquivel-Hernández, G., Corrales-Salazar, J., Boll, J., Araguás-Araguás, L. J. (2016). Key drivers controlling stable

- isotope variations in daily precipitation of Costa Rica: Caribbean Sea versus Eastern Pacific Ocean moisture sources. *Quaternary Science Reviews*, 131, 250–261.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.08.028>
- Sánchez-Murillo, R., Esquivel-Hernández, G., Sáenz-Rosales, O., Piedra-Marín, G., Fonseca-Sánchez, A., Madrigal-Solís, H., Vargas-Viquez, J. A. (2017). Isotopic composition in precipitation and groundwater in the northern mountainous region of the Central Valley of Costa Rica. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 53(1), 1–17.
<https://doi.org/10.1080/10256016.2016.1193503>.
- Soderberg, K., Good, S., O’connor, M., Wang, L., Ryan, K., & Caylor, K. (2013). Using atmospheric trajectories to model the isotopic composition of rainfall in central Kenya. *ECOSPHERE*, 4(3), 33. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1890/>
- Stein, A., Draxler, R., Rolph, G., Stunder, B., Cohen, H., & Ngan, F. (2015). NOAA’S HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system. *American Meteorological Society*, 2059-2078.
- Velásquez , G., Alcántara, I., Hernández, J., & Garnica, R. (2015). La formación morfotectónica-volcánica en el análisis morfoestructural del relieve: el caso del municipio de Managua. *Investigaciones Geográficas*(87), 118-140.
- Xu, H., Xie, S.-P., Wang, Y., & Small, R. J. (2005). Effects of Central American Mountains on the Eastern Pacific Winter ITCZ and Moisture Transport. *Jornal of Climate*, 18, 3856-3873. Obtenido de <https://doi.org/10.1175/JCLI3497.1>

MATERIAL SUPLEMENTARIO

Procedencia de las precipitaciones en la ciudad de Managua mediante el modelo HYSPLIT

Javier Antonio Barberena Moncada^{1*}

¹Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, CIRA/UNAN-Managua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua. [*javier.barberena@cira.unan.edu.ni](mailto:javier.barberena@cira.unan.edu.ni)

Tabla S1: Registro de precipitaciones colectadas CIRA/UNAN-Managua y procedencia trazada mediante modelo HYSPLIT, en el periodo julio 2016 a julio 2017.

Mes	Fecha	Procedencia	Precipitación (mm)
Julio	01/07/2016	Mar Caribe	13.56
	02/07/2016	Mar Caribe	6.25
	06/07/2016	Mar Caribe	0.53
	07/07/2016	Mar Caribe	2.03
	11/07/2016	Mar Caribe	3.47
	12/07/2016	Mar Caribe	0.38
	14/07/2016	Mar Caribe	0.30
	17/07/2016	Mar Caribe	0.38
	19/07/2016	Mar Caribe	25.24
	25/07/2016	Mar Caribe	0.45
Agosto	03/08/2016	Mar Caribe	1.36
	04/08/2016	Mar Caribe	2.18
	05/08/2016	Océano Pacífico	2.64
	08/08/2016	Mar Caribe	0.08
	09/08/2016	Mar Caribe	0.08
	11/08/2016	Mar Caribe	6.93
	12/08/2016	Mar Caribe	1.36
	15/08/2016	Mar Caribe	5.58
	16/08/2016	Mar Caribe	1.66
	18/08/2016	Mar Caribe	0.38
	22/08/2016	Mar Caribe	11.23
	29/08/2016	Océano Pacífico	5.35
	30/08/2016	Océano Pacífico	26.75
31/08/2016	Mar Caribe	4.60	

Septiembre	01/09/2016	Costa Caribe Sur	0.38
	02/09/2016	Océano Pacífico	3.47
	05/09/2016	Mar Caribe	13.11
	06/09/2016	Mar Caribe	18.68
	07/09/2016	Mar Caribe	0.53
	12/09/2016	Mar Caribe	2.64
	13/09/2016	Costa Caribe Norte	0.83
	14/09/2016	Mar Caribe	0.00
	15/09/2016	Mar Caribe	12.66
	16/09/2016	Mar Caribe	9.42
	19/09/2016	Mar Caribe	8.59
	22/09/2016	Mar Caribe	5.35
	23/09/2016	Mar Caribe	1.36
	26/09/2016	Mar Caribe	39.40
Octubre	03/10/2016	Mar Caribe	29.38
	04/10/2016	Océano Pacífico	2.03
	05/10/2016	Océano Pacífico	0.90
	06/10/2016	Océano Pacífico	0.83
	07/10/2016	Océano Pacífico	0.98
	10/10/2016	Mar Caribe	20.64
	14/10/2016	Mar Caribe	29.91
	17/10/2016	Mar Caribe	0.24
	18/10/2016	Océano Pacífico	57.41
	19/10/2016	Océano Pacífico	9.79
	20/10/2016	Océano Pacífico	9.72
	21/10/2016	Océano Pacífico	11.68
	27/10/2016	Honduras	0.38
	29/10/2016	Océano Pacífico	26.37
Noviembre	01/11/2016	Costa Caribe Sur	37.67
	03/11/2016	Costa Caribe Norte	1.05
	04/11/2016	Mar Caribe	12.96
	08/11/2016	Mar Caribe	0.40
	17/11/2016	Mar Caribe	1.51

	28/11/2016	Mar Caribe	18.83
Diciembre	02/12/2016	Mar Caribe	12.81
	12/12/2016	Mar Caribe	0.90
	14/12/2016	Mar Caribe	1.66
Abril	28/04/2017	Mar Caribe	13.41
Mayo	04/05/2017	Mar Caribe	1.88
	05/05/2017	Mar Caribe	52.74
	08/05/2017	Mar Caribe	13.56
	09/05/2017	Mar Caribe	18.83
	10/05/2017	Mar Caribe	10.85
	15/05/2017	Océano Pacífico	20.12
	16/05/2017	Océano Pacífico	4.07
	18/05/2017	Océano Pacífico	3.77
	19/05/2017	Océano Pacífico	16.95
	22/05/2017	Mar Caribe	19.81
	23/05/2017	Mar Caribe	11.68
	26/05/2017	Mar Caribe	77.22
	27/05/2017	Mar Caribe	9.04
	31/05/2017	Mar Caribe	5.05
Junio	02/06/2017	Mar Caribe	2.26
	05/06/2017	Mar Caribe	3.69
	06/06/2017	Mar Caribe	0.75
	07/06/2017	Océano Pacífico	19.89
	09/06/2017	Océano Pacífico	10.92
	12/06/2017	Mar Caribe	32.17
	13/06/2017	Mar Caribe	9.94
	14/06/2017	Mar Caribe	2.64
	16/06/2017	Océano Pacífico	9.87
	19/06/2017	Océano Pacífico	13.41
	22/06/2017	Costa Caribe Sur	5.2
	30/06/2017	Mar Caribe	3.16
Julio	03/07/2017	Mar Caribe	5.35
	04/07/2017	Mar Caribe	5.8

	06/07/2017	Mar Caribe	31.64
	07/07/2017	Mar Caribe	11.15
	17/07/2017	Mar Caribe	38.05
	18/07/2017	Mar Caribe	19.14
	20/07/2017	Mar Caribe	8.29
	21/07/2017	Mar Caribe	6.48
	26/07/2017	Mar Caribe	3.47
	27/07/2017	Mar Caribe	13.94
	31/07/2017	Mar Caribe	2.86