

## Influencia de los ciclones tropicales del periodo de 1970 al 2010 en la región de Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México

Influence of the tropical cyclones between the period of 1970-2010 at the region of Banderas Bay, Nayarit-Jalisco, Mexico

Julio César Morales Hernández<sup>1\*</sup>, Luis Manuel Farfán Molina<sup>2</sup>, Fátima Maciel-Carrillo González<sup>3</sup>, Víctor Manuel Cornejo López<sup>3</sup>, Jorge Téllez López<sup>3</sup>

Morales Hernández, J. C.; Farfán Molina, L. M.; Maciel-Carrillo González, F. M.; Cornejo López, V. M.; Téllez López, J., Influencia de los ciclones tropicales del periodo de 1970 al 2010 en la región de Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 59, 13-23, 2013.

### RESUMEN

La presencia de los ciclones tropicales en México va en aumento, probablemente debido a los eventos generados por el cambio climático. Para Bahía de Banderas los efectos de manera directa e indirecta han dejado grandes pérdidas económicas y ambientales. El objetivo de este texto es analizar la presencia de los ciclones tropicales de 1970-2010. De acuerdo a los registros, este periodo ha sido el más activo en la región. Se realizó un análisis de la cantidad máxima registrada de precipitación durante el arribo o cercanía del fenómeno meteorológico; además, se realizó un mapa del paso de los ciclones tropicales. Con los datos obtenidos por el Integrated Data Viewer de las imágenes satelitales, se obtuvieron mapas de impactos en la zona costera de Bahía de Banderas. En el análisis se observa que ningún ciclón tropical entró directamente a la región, pero sus efectos fueron muy relevantes, tomando en cuenta la topografía, el cambio de uso de suelo y la vulnerabilidad.

**Palabras clave:** Ciclón tropical, cambio climático, Zona Costera, Bahía de Banderas.

**Keywords:** Tropical cyclone, climate change, Seaside Resort, Bahia de Banderas.

Recibido: 4 de Marzo de 2013, aceptado: 27 de Agosto de 2013

<sup>1</sup> Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

<sup>2</sup> CICESE, Unidad La Paz.

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias Exactas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

\* Autor para correspondencia: cesarmorales\_bemarena@hotmail.com

### ABSTRACT

The presence of tropical cyclones in Mexico is increasing, probably because of the events generated by climate change. For Banderas Bay, the effects of these climatic changes have left direct and indirect economic and environmental losses. The objective of this paper is to analyze the presence of tropical cyclones from 1970 to 2010. According to records, this period has been the most active in the region. An analysis of the maximum amount of precipitation recorded during the arrival or proximity of weather phenomenon was done, as well as a map of the passage of tropical cyclones. With the data obtained by the Integrated Data Viewer satellite images, maps were obtained regarding the coastal impacts of Banderas Bay. The analysis shows that no tropical cyclone entered directly to the region, but its effects were very relevant, taking into account the topography, land use change and vulnerability.

### INTRODUCCIÓN

De acuerdo a los estudios recientes, se evidencia que estos meteoros se han incrementado en frecuencia y/o intensidad, probablemente debido a un cambio climático global (Solano, 2011; Farfán, 2013). México es un país vulnerable al impacto de los ciclones tropicales (CT) que se generan tanto en el Océano Atlántico como en el Pacífico (SEMARNAT, 2008); sin embargo, en nuestro país no se muestra esta tendencia con claridad. Aunque en el Pacífico se genera la mayor densidad de CT, por las circulaciones oceánicas y atmosféricas, és-

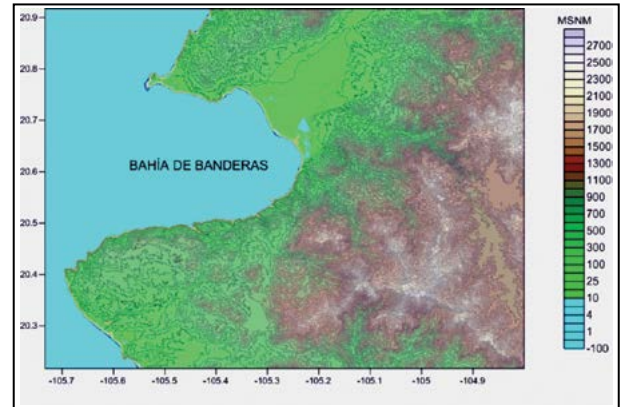
tos tienden a alejarse de las costas mexicanas, no ocurriendo así para el Atlántico. Tal vez por esta razón los estados con mayor impacto son Baja California Sur, Sinaloa, Quintana Roo y Tamaulipas (Díaz, 2010).

Es un hecho que algunos de estos fenómenos, cuando suelen ser muy intensos, son los que provocan mayores desastres en cada temporada y no solamente donde impacta el centro del huracán, ya que en muchas ocasiones son mayores las afectaciones en las zonas aledañas a lo largo de su trayectoria en tierra firme. Un ejemplo claro es la región de Bahía de Banderas (BadeBa), con el impacto del Huracán Kenna (25 de octubre del 2002). Aun cuando el huracán no entró en la región, sus daños fueron potenciales, afectando vidas humanas y ocasionando enormes daños a la infraestructura turística, la agricultura y la ganadería. Cada año, en las costas del Océano Pacífico Mexicano se registran alrededor de 20 CT, los cuales durante los últimos años se han incrementado hasta alcanzar un promedio de 22 (Prieto 1993; SMN, 1998).

De acuerdo al registro de los eventos hidrometeorológicos del Océano Pacífico que tiene desde 1949 el Centro Nacional de Huracanes (NHC - National Hurricane Center de Miami), se identificaron los meteoros cuyo centro pasaron cerca de la región BadeBa (Tabla 1). Hasta la fecha, ningún CT ha entrado a la región, pero no se descarta la posibilidad de que se dé tal situación, pues la BadeBa es frecuentemente amenazada por el posible arribo de alguno de estos sistemas, en donde la mayoría de ellos provienen de los mares del Pacífico Sur Mexicano, que es la Zona Ciclogénica más activa del mundo (Comejo-López, 2005). En el presente trabajo se analiza la presencia de los CT de 1970 al 2010, que hayan pasado por la región de BadeBa o cerca de ésta, y que hayan influido de manera significativa con precipitación en la misma zona. De acuerdo a los registros, este periodo ha sido activo en cuanto a CT en las costas del Norte de Jalisco y Sur de Nayarit, los cuales fueron Eugene 1987, Calvin 1993, Hernán 1996, Norman 2000, Julio 2002 y Kenna 2002.

### Área de estudio

La zona de estudio corresponde a la región de BadeBa, la cual se encuentra en la unión de los estados de Nayarit y Jalisco; forma parte de la Planicie Costera del Pacífico Mexicano. Al Sureste está rodeada de montañas con una altura máxi-



**Figura 1.** Zona de estudio de la Región de Bahía de Banderas.  
Fuente: INEGI. Elaboró: Morales, 2009.

ma de 1,500 m; al Norte existen lomas con elevaciones que van de 500 a 700 m. Entre éstas fluye el río Ameca, que es el más grande de la región, generando un valle de alrededor de 15 km de ancho, el cual desemboca a unos 10 km al Norte de la ciudad de Puerto Vallarta, ver Figura 1.

La región de estudio está cubierta, principalmente, por bosque tropical subcaducifolio, que debido a las limitaciones de agua, la mitad del arbolado pierde sus hojas en el periodo de sequía. Las dimensiones de los árboles son medianas y su altura oscila entre 20 y 30 metros (FAO, 2003).

El clima de la región es cálido y cálido subhúmedo Aw1 y Aw2, de acuerdo con la clasificación de Köpen, lo que corresponde a los más húmedos de los subhúmedos. La temperatura media anual es de 26.9 °C, siendo febrero el mes más frío con 15.4 °C, y julio a octubre la temperatura más cálida con una media de 28 °C y una máxima promedio de 30 °C. La precipitación media anual, en la zona, es de 1000 a 1500 mm (CEDESTUR-CCEB-AEBB, 2001), precipitación máxima mensual de 230 mm en junio y julio, de acuerdo con los datos provenientes de estaciones meteorológicas en Punta de Mita y en Mismaloya (Plata-Rosas, 2007).

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con el objetivo planteado, se analizaron los registros de los ciclones tropicales del Pacífico desde 1970-2010, obtenidos del *National Weather Service* de los EEUU ([www.weather.unisys.com](http://www.weather.unisys.com)), a partir de los registros del NHC, y se identificaron las lluvias asociadas al arribo de los CT en la región de BadeBa. De

las estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA) ubicadas en la región, se realizó un análisis conjunto de la cantidad máxima registrada de precipitación durante el arribo o cercanía del fenómeno meteorológico (Tabla 1). Se muestran los principales CT que pasaron cerca la región de BadeBa.

Se trabajó con los últimos 6 de la tabla anterior, de los cuales se disponen de imágenes del *Geostationary Operational Environmental Satellite-10* (GOES-10) y sus trayectorias (ver Figura 2).

Las imágenes satelitales permitieron identificar las pautas con alto nivel de humedad y la estructura de la cubierta de nubes. Esto incluye imágenes de canales de infrarrojo y vapor de agua con una resolución de 4 y 8 km, respectivamente. La información adicional sobre la estructura tridimensional de gran escala en el flujo se obtiene por el análisis de la cuadrícula del Modelo de Pronóstico Global (por sus siglas en inglés *GFS, Global Forecasting System*). Este modelo es operado por los EE.UU. en los Centros Nacionales

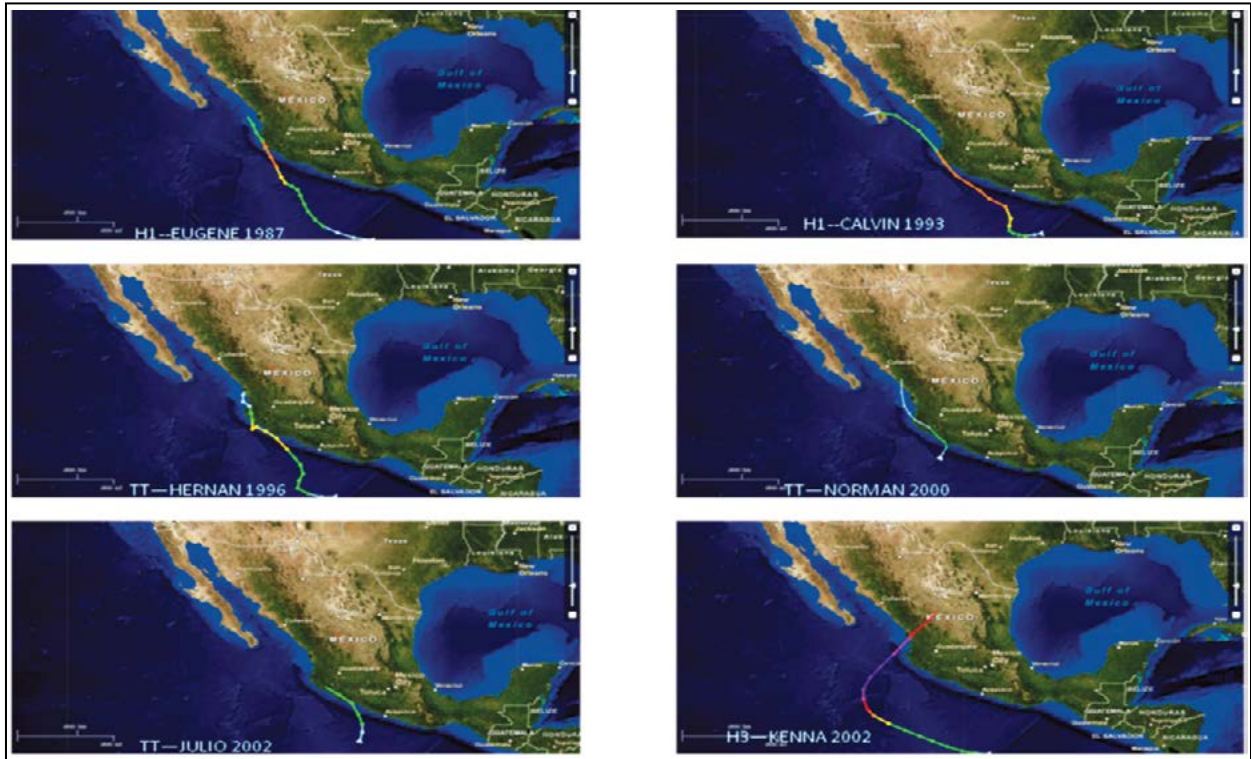
de Predicción Ambiental (NCEP), y los análisis están disponibles en una resolución de cuadrícula de 100 km (Farfán *et al.*, 2006) (ver Figura 3).

Con la base de datos de las imágenes satelitales, se incorporaron al programa IDV. Éste es una pantalla de ciencias de la Tierra, que permite el análisis estándar que muestran otros programas en Unidata como GEMPAK y McIDAS. Reúne la capacidad de visualizar y trabajar con imágenes de satélite, datos reticulados, observaciones de superficie, sondas de balón, datos de radar, perfiles de la red de datos de la NOAA y datos de salida de la predicción numérica de los Modelos GFS, NWS WSR-88D Nivel II y Nivel III, todo dentro de una interfaz unificada. También proporciona vistas en 3-D del sistema terrestre, y permite a los usuarios sondear de manera conjunta los datos, la creación de secciones transversales, perfiles, animaciones y valor de unas lecturas de multidimensionales. Posteriormente, se obtuvieron los datos de precipitación (Tabla 3) de las estaciones climatológicas ubicadas en la región de estudio (Tabla 2).

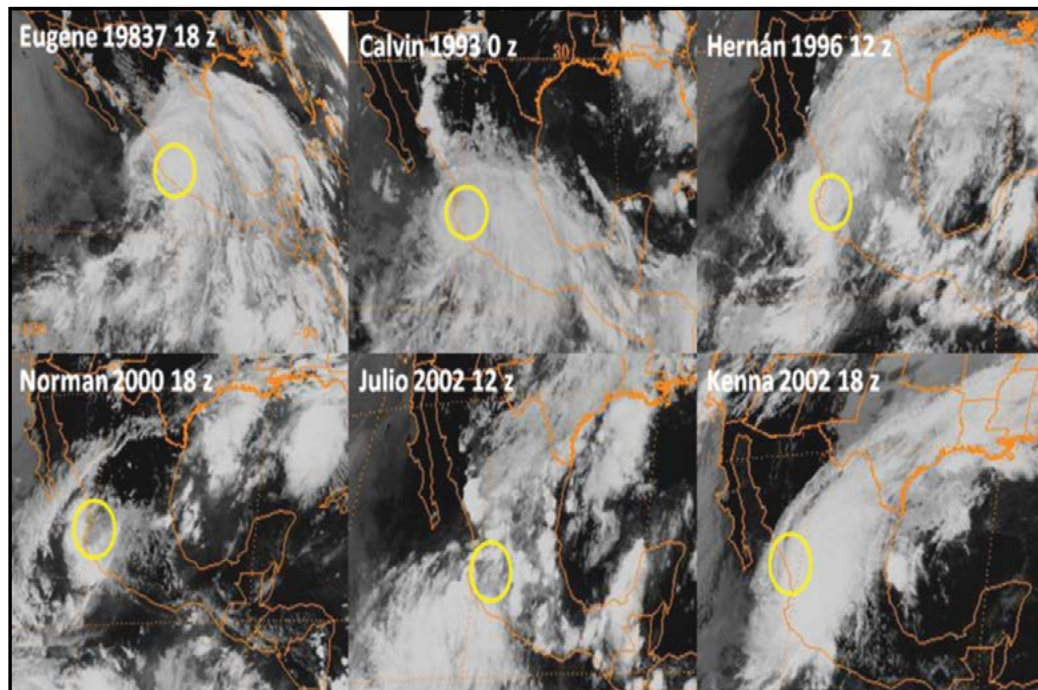
**Tabla 1.** Ciclones tropicales que afectaron directa e indirectamente en la Región de Bahía de Banderas

No.	Año	Nombre	Categoría	Día de impacto	Vientos Máximos	ENOS
1	1970	Eileen	TT	26 de junio	65 KM/H	Niña
2	1970	Lily	H1	30 de agosto	140 KM/H	Niña
3	1971	Bridget	TT	17 de junio	85 KM/H	Niña
4	1971	Priscilla	TT	13 de octubre	75 KM/H	Niña
5	1981	Otis	TT	30 de octubre	100 KM/H	Niño
6	1983	Adolph	TT	27-28 de mayo	65 KM/H	Neutral
7	1987	Eugene	H1	25 de julio	148 KM/H	Niño
8	1993	Calvin	H2(TT)	7-8 de julio	165(75) KM/H	Neutral
9	1996	Hernán	H1(DT)	3-4 de octubre	120 (45) KM/H	Niña
10	1998	Javier	TT	14 de septiembre	75 KM/H	Niña
11	2000	Norman	TT(DT)	20-22 de septiembre	75(55) KM/H	Niña
12	2002	Julio	TT	26 de septiembre	65 KM/H	Niño
13	2002	Kenna	H4	25 de octubre	230 KM/H	Niño

Fuente: <http://www.csc.noaa.gov>.



**Figura 2.** Trayectoria de los ciclones tropicales que impactaron cerca de la región de Bahía de Banderas.  
Fuente: <http://www.ncdc.noaa.gov/gibbs>



**Figura 3.** Imágenes del satélite GOES 10 del momento más cercano al impacto de los CT a tierra, y su influencia en la región de Bahía de Banderas.

Fuente: <http://www.nesdis.noaa.gov/>

**Tabla 2.** Ubicación de las estaciones climatológicas en la región de Bahía de Banderas

Número	Nombre	Altitud en (MSNM)	Latitud	Longitud
1	La Desembocada	19	20.7286	-105.206
2	El Cuale	53	20.5964	-105.221
3	El Tuito	600	20.3197	-105.3261
4	San José del Valle	20	20.7439	-105.2294
5	Bahía de Banderas	54	20.8033	-105.2461

Fuente: SMN.

## RESULTADOS

Con los datos obtenidos de las trayectorias, se realizó un mapa del paso de los CT de 1970-2010 en la zona de estudio (ver Figura 4).

Posteriormente, con los datos obtenidos por el IDV de las imágenes satelitales, se obtuvieron mapas de impactos en la zona costera de Bahía de Banderas, y se describe las principales características de cada uno de los fenómenos meteorológicos.

### Eugene 1987- 24-26 Julio

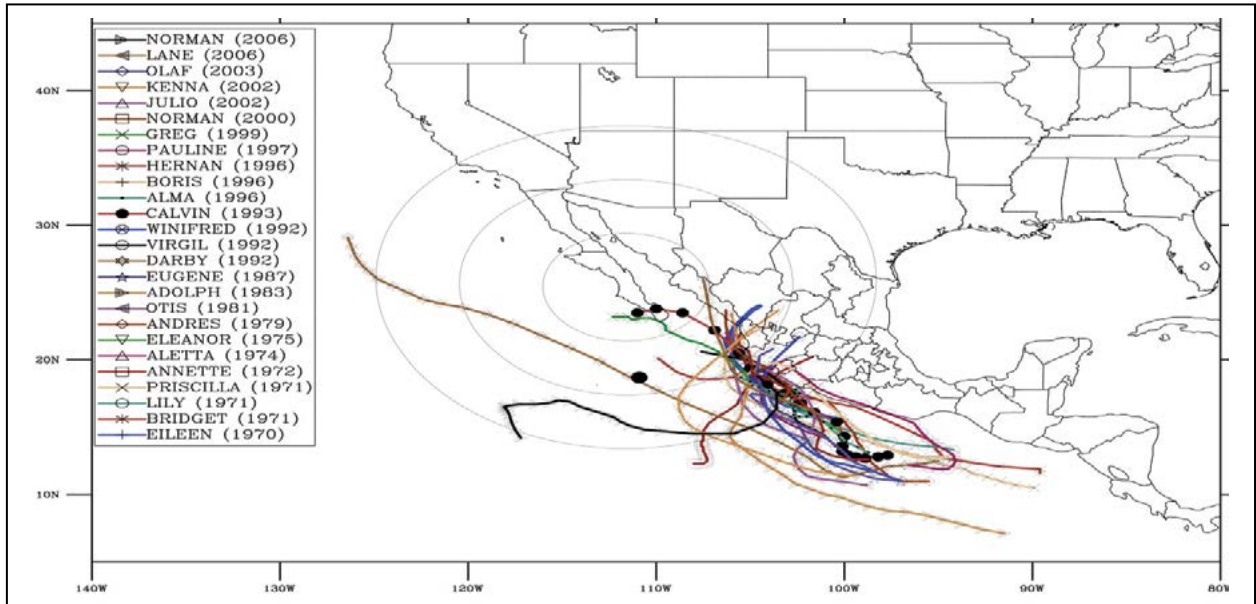
Una perturbación tropical se observó, por primera vez, en el oeste del Mar Caribe, la noche del 15 de julio. El sistema se trasladó al oeste, a través América Central, entre el 18 y 20 antes de emer-

**Tabla 3.** Precipitación máxima registrada durante el día de impacto de los CT que afectaron la zona de Bahía de Banderas

Año	Nombre	Precipitación registrada y fecha del impacto del CT en la estación				
		Desembocada	Cuale	Tuito	San Juan de Abajo	Bahía de Banderas
1970	Eeilen	60 mm- 24 Junio	N/D	20 mm- 23 Junio	N/D	N/D
1970	Lily	38 mm- 29 Agosto	N/D	19.5 mm-29 Agosto	12.4 mm- 28 Agosto	47.3 mm- 28 Agosto
1971	Bridget	37 mm- 17 Junio	N/D	47 mm- 17 Junio	N/D	N/D
1971	Priscilla	5 mm- 14 Octubre	N/D	11 mm- 15 Octubre	N/D	N/D
1981	Otis	4.5 mm- 1 Noviembre	4 mm- 2 Noviembre	N/D	7 mm- 1 Noviembre	13 mm- 30 Octubre
1983	Adolph	18 mm- 27 Mayo	74.5 mm- 27 Mayo	65 mm- 27 Mayo	98 mm- 27 Mayo	61 mm- 27 Mayo
1987	Eugene	N/D	19.6 mm- 24 Julio	21.2 mm- 26 Julio	17 mm- 26 Julio	N/D
1993	Calvin	12.5 mm- 7 Julio	35.5 mm- 7 Julio	N/D	4 mm- 7 Julio	39 mm- 6 Julio
1996	Hernán	57 mm- 4 Octubre	74.5 mm- 3 Octubre	N/D	N/D	84 mm- 3 Octubre
1998	Javier	171 mm-16 Septiembre	243 mm- 16 Septiembre	40 mm-15 Septiembre	160 mm- 16 Septiembre	84 mm- 16 Septiembre
2000	Norman	140 mm- 21 Septiembre	167 mm- 21 Septiembre	67 mm- 21 Septiembre	60.2 mm- 21 Septiembre	124 mm- 21 Septiembre
2002	Julio	25 mm- 25 Septiembre	25.2 mm- 26 Septiembre	56 mm- 26 Septiembre	N/D	25 mm- 25 Septiembre
2002	Kenna	20 mm- 25 Octubre	27 mm- 25 Octubre	3.5 mm- 25 Octubre	N/D	63.4 mm- 25 Octubre

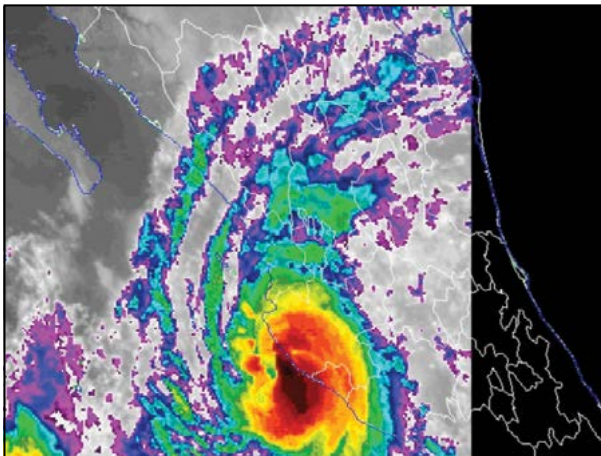
Fuente: SMN.

N/D no hay datos registrados.

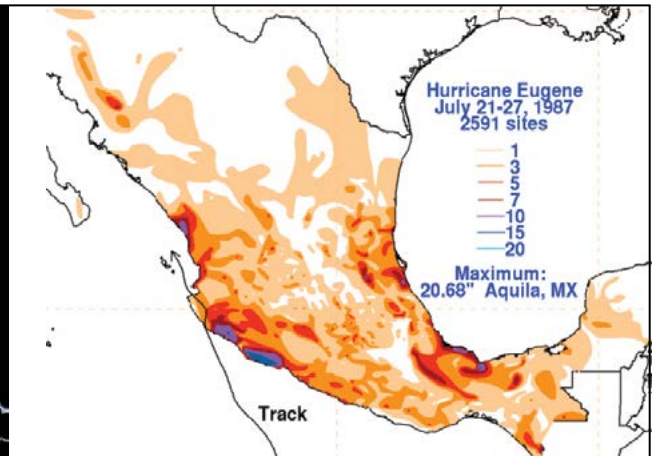


**Figura 4.** Influencia de ciclones tropicales en la región de Bahía de Banderas en el periodo de 1970-2006.

Fuente: NHC. Elaboró: Morales, 2011.



**Figura 5.** Mapa del impacto del huracán Eugene a la zona costera de Jalisco.



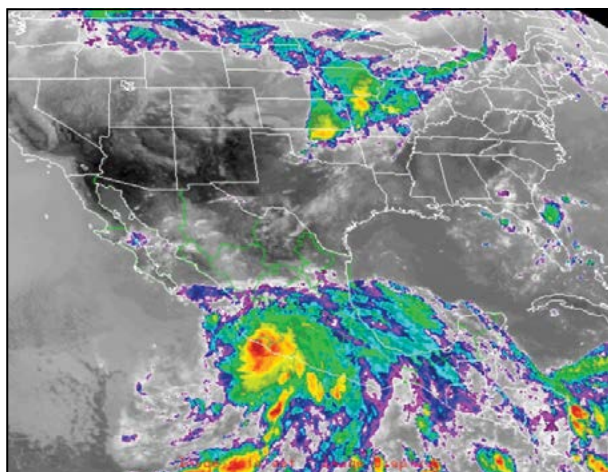
**Figura 6.** Mapa de precipitación de la trayectoria de Eugene.

ger en la zona tropical del Pacífico nororiental. El sistema se reanudó y se convirtió en depresión tropical la tarde del día 21, al pasar al suroeste del Golfo de Tehuantepec. Continuando hacia el oeste, el 22 Eugene cobró fuerza de una tormenta tropical. El 24 se convirtió en un huracán, mientras se movía al norte-noroeste. El ciclón tocó tierra al sur de Manzanillo, el 25 como huracán categoría 1. El sistema se debilitaba significativamente a medida que interactuaba con la topografía, luego se disipó como depresión tropical en el Golfo de California la tarde del 26. La

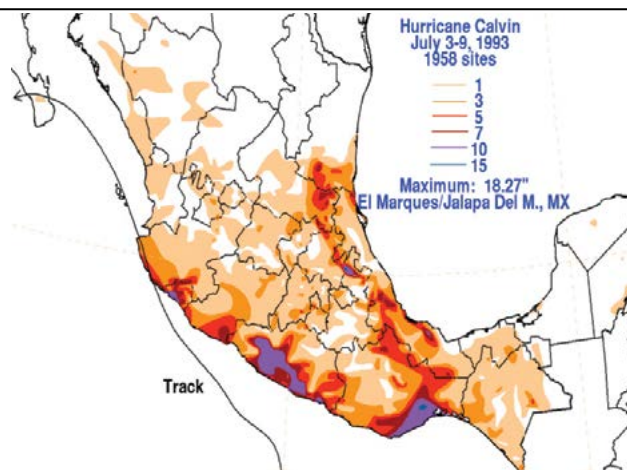
precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por la estación climatológica del Tuito con 21.2 mm, con la cual se realizaron los mapas de precipitación (Figuras 5 y 6).

#### **Calvin - 5-7 Julio**

Una onda tropical que pasó por el Golfo de Tehuantepec estimuló el desarrollo de una tormenta tropical el 2 de julio. El sistema inicialmente se trasladó hacia el oeste, el día 4 se convirtió en una depresión tropical al sureste de Acapulco.



**Figura 7.** Mapa del impacto del huracán Calvin a la zona costera de Jalisco.



**Figura 8.** Mapa de precipitación de la trayectoria de Calvin.

La intensificación continuó, y el 5 se convirtió en un huracán con movimiento al noroeste. Lluvias generalizadas comenzaron a caer en el sur de México. Una corriente en chorro al sur de Baja California provocó su avance hacia las costas mexicanas. El 7 Calvin se había convertido en un huracán categoría 2; sin embargo, coexistía con otro huracán en el Pacífico que provocó que Calvin se debilitara significativamente. Posteriormente, se movió a lo largo de las costas, llegó al sur Golfo de California como tormenta tropical, el 8 tocó tierra al sur de Baja California como depresión tropical, la precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por estación climatológica de Bahía de Banderas con 39 mm (Figuras 7 y 8).

#### **Hernán 1996 - 3-4 Octubre**

Una onda tropical se trasladó en alta mar del oeste de África a través del Atlántico Tropical a mediados de septiembre. Una actividad tormentosa aumentaba cerca de las Antillas Menores el 22, entre el 25 y 27 se movía a través del mar Caribe occidental y central. El 28 la convección se concentró más en el Golfo de Tehuantepec. El sistema ya organizado en depresión tropical, se convirtió en tormenta tropical el 30, al sur de Acapulco. Hernán se movió hacia el norte el 1 de octubre, para el 2 se movió al noroeste fortalecido como huracán, el 3 su centro pasó al este de Puerto Vallarta, luego se disipó en forma de una depresión tropical la tarde del 4 y dejó un denso nublado, el que se mantuvo al norte de Puerto Vallarta hasta el día 6. La precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por

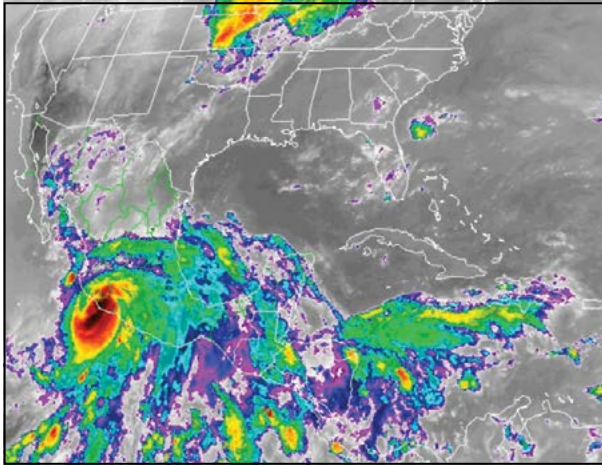
la estación climatológica de Bahía de Banderas con 84 mm (Figuras 9 y 10).

#### **Norman 2000 - 21-22 Septiembre**

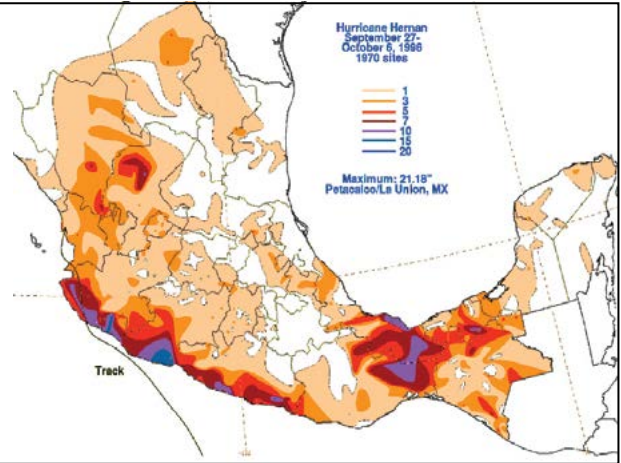
Norman se desarrolló de la parte sur de la onda tropical que generó el huracán Gordon en el Golfo de México. Se desplazó al oeste por América Central en la zona tropical del Pacífico oriental. El día 20, el sistema poco a poco se organizó a depresión tropical, y justo antes de tocar tierra entre Lázaro Cárdenas y Colima era una tormenta tropical. Sin embargo, al entrar a tierra se debilitó, pero luego volvió a salir al mar y se fortaleció nuevamente en depresión tropical impactando por segunda vez cerca de Mazatlán. Los remanentes de la perturbación tropical se trasladaron por la Sierra Madre Occidental hacia Arizona, la precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por estación climatológica del Cuale con 167 mm (Figuras 11 y 12).

#### **Julio 2002 - 25-26 Septiembre**

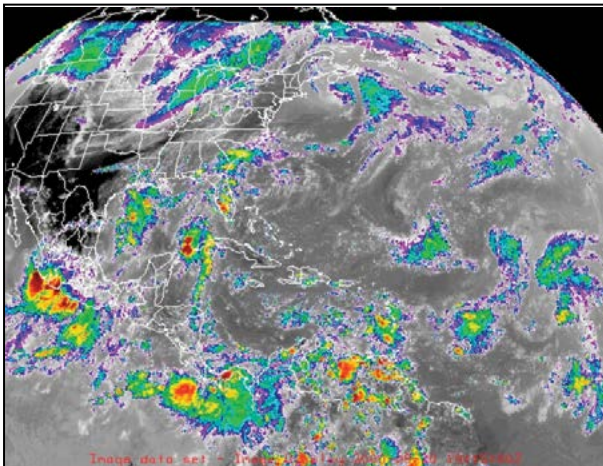
El huracán Julio se formó cerca del suroeste de la costa mexicana del Pacífico. El 21 se mostró la primera área desarrollada, posiblemente en respuesta a la aproximación del huracán Isidoro en la península de Yucatán. Un centro de baja presión mal definido se forma en la tarde del 23. El sistema se organizó en una depresión tropical a finales del 24 al suroeste de Acapulco. La depresión se intensificó a medida que avanzaba hacia el norte, convirtiéndose en una tormenta tropical el día 25. Los vientos máximos sostenidos aumentaron a 141 Km/h justo antes de su entrada al oeste-noroeste



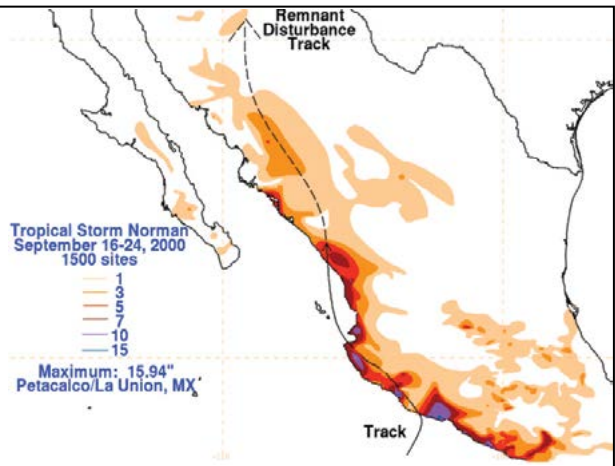
**Figura 9.** Mapa del impacto del huracán Hernán a la zona costera de Jalisco.



**Figura 10.** Mapa de precipitación de la trayectoria de Hernán.



**Figura 11.** Mapa del impacto del huracán Norman a la zona costera de Jalisco.



**Figura 12.** Mapa de precipitación de la trayectoria de Norman.

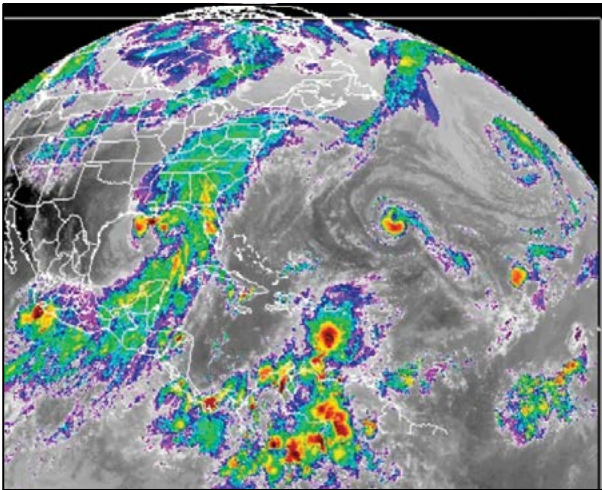
de Lázaro Cárdenas. El sistema se movió a lo largo de la costa montañosa, disipándose por la mañana del 26. La precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por estación climatológica del Tuito con 56 mm (Figuras 13 y 14).

#### **Kenna 2002 - 24-26 Octubre**

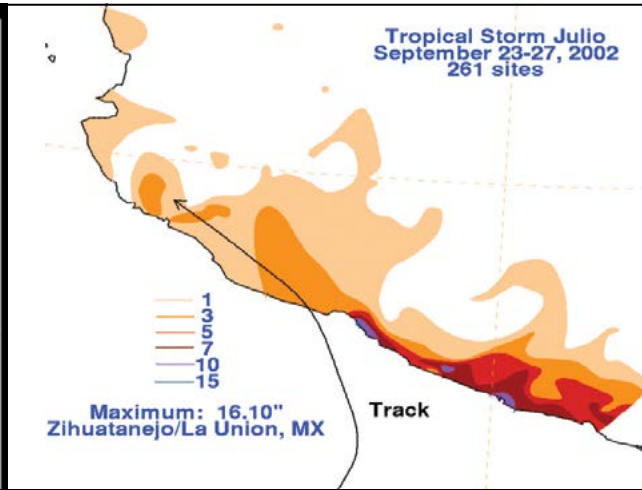
Una perturbación tropical se movió a través de América Central el 19 de octubre, lo que puede estar asociado con una onda tropical que pasó cerca de Barbados. Después de emerger en el Océano Pacífico, el sistema poco a poco se organizó en una depresión tropical al sur de Acapulco a finales del día 21 y, poste-

riormente, en una tormenta tropical girando al oeste-noroeste, donde el desarrollo se detuvo al sur de Cabo Corrientes. Kenna llegó a su máxima intensidad el 24 como un huracán de categoría 5. Volviendo hacia el noroeste y norte, en un movimiento más lento y prolongado. El 25 Kenna azotó San Blas como un huracán de categoría 4, se debilitó rápidamente en las zonas montañosas de México, convirtiéndose en una tormenta tropical, y se disipó el 26. La precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por estación climatológica de Valle de Banderas con 63.4 mm, con la cual se realizaron los mapas de precipitación (Figuras 15 y 16).

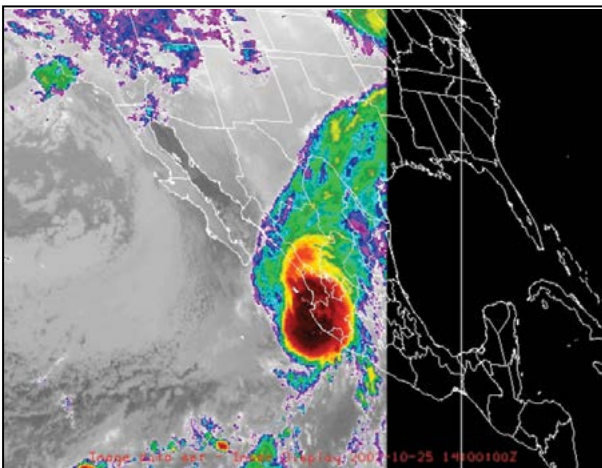




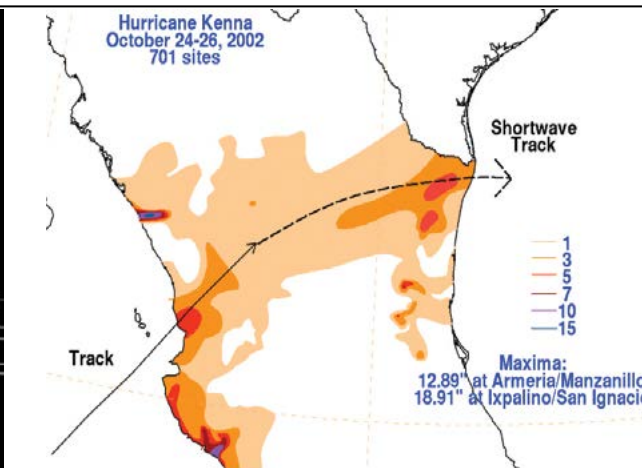
**Figura 13.** Mapa del impacto del huracán Julio a la zona costera de Jalisco.



**Figura 14.** Mapa de precipitación de la trayectoria de Julio.



**Figura 15.** Mapa del impacto del huracán Kenna a la zona costera de Jalisco.



**Figura 16.** Mapa de precipitación de la trayectoria de Kenna.

## DISCUSIÓN

En la sección anterior se proporcionó información sobre los daños causados por los CT que afectaron la región de Bahía de Banderas a través de la costa del Pacífico de México. Se documentaron las lluvias derivadas de los 13 principales eventos recalados que se produjeron entre 1970 y 2010. Mediante el análisis de los CT seleccionados, se determinaron los siguientes elementos que son importantes respecto a los efectos sobre las zonas costeras y del interior.

De acuerdo con el análisis realizado de las trayectorias de los CT y las lluvias asociadas a estos eventos en la región de BadeBa, se observa que

no es necesaria una relación directa a la intensidad y el paso del CT sobre la zona para que se registren lluvias intensas y viceversa. Es importante destacar que la intensidad del evento ciclónico no es un factor correspondiente para producir precipitaciones considerables, pues incluso un sistema de baja presión en el Océano Pacífico Mexicano puede producir consecuencias significativas, como por ejemplo la Depresión Tropical que se convirtió en Tormenta Tropical "Eileen", el 26 de junio de 1970, la cual afectó la costa del norte de Jalisco y sur de Nayarit. Además, hay registros de que también los ciclones del Caribe son capaces de ocasionar precipitaciones arriba de 100 mm en la Vertiente del Pacífico (Cornejo, 2005). Es interesante notar que las CT se pro-



**Figura 17.** Playa Corrales en la Sierra del Tuito en Cabo Corrientes, es la zona que sirve como barrera a la región de Bahía de Banderas ante los ciclones tropicales. Fuente: CEMCO.

dujeron durante el calentamiento fase Niña de 1970, 1971, 1996, 1998 y 2000, como se indica en la Tabla 1. El menor impacto de desastres ocurrió durante el Niño (1981, 1987, 2002), y en las condiciones neutrales (1983 y 1993).

Los 6 desastres analizados en el estudio proporcionan evidencia de una posible influencia de la Niña para producir condiciones favorables a fin de inducir desastres en la costa del Pacífico. Durante El Niño, la cizalladura vertical del viento se debilitó en el Pacífico favoreciendo la intensificación del Este, y el CT tendió a ser más duraderos y más intenso (Farfán, 2013). Por lo tanto, con el número limitado de años de este estudio, parece que una diferencia significativa fue que durante el Niño, o años neutros, hubo una tendencia a ocurrir menos desastres relacionados con los CT que durante la Niña.

## CONCLUSIONES

Con base en las precipitaciones máximas, se analizaron los CT asociados con los desastres que tocó tierra en las costas de la región de BadeBa durante el periodo 1970-2010. De este grupo, se examinaron los eventos a través de imágenes Goes 10 y Trayectorias de los CT que causaron un gran impacto en la población.

Nuestros resultados indican que la Tormenta Tropical Javier fue la que provocó una mayor precipitación registrada por las estaciones climatológicas, 243 mm el 16 de septiembre de 1998 durante el evento Niña; pero el que causó el mayor desastre en la región fue el huracán Kenna en el 2002, con precipitaciones máximas registradas de 70 mm, sus vientos alcanzaron velocidades máximas de 230 km/h, lo cual provocó grandes daños a la población.

Todo lo anterior lleva a la conclusión de que la intensidad de un temporal de lluvias en la región de BadeBa no necesariamente está directamente relacionada con la magnitud del evento ciclónico, sino también con la posición que esta zona ocupe respecto al evento.

En la región de estudio, diversos eventos han afectado gravemente la zona sin alcanzar el nivel de un CT, como lo son las tormentas locales severas que junto con la vulnerabilidad de la zona influyen en efectos drásticos en la región de BadeBa; de igual forma, huracanes que han alarmado a la población como el Jova 2011, que amenazaba con entrar a la región de BadeBa, pero sus efectos sólo afectaron la costa sur de Jalisco y para la zona de estudio ni lluvias se presentaron.

Tomando en consideración que la región de BadeBa no cuenta con un observatorio meteorológico, ni una zona de vigilancia atmosférica, este trabajo se basó en los datos oficiales registrados del NHC, donde se demuestra que ningún CT de los que se tienen registrados de 1949-2010 ha entrado directamente a la región de BadeBa durante el periodo analizado. Sin embargo, sólo 6 CT han afectado directa e indirectamente la zona de estudios como lo son Kenna, Norman, Ju-

lio, Calvin, Eugene y Hernán, en la cual provocaron algunas consecuencias relevantes, asociado tal vez a su topografía de la zona, el cambio de uso de suelo y las malas decisiones por las autoridades competentes.

Con el resultado de estos análisis se concluye que la región de Bahía de Banderas está protegida por la Sierra del Tuito, situada en el municipio Cabo Corriente, ya que es una gran barrera para el impacto de estos meteoros. No olvidemos que a finales del temporal del CT, estos fenómenos suelen recurvar, tomando trayectorias erráticas pudiendo llevar las paredes del ojo de un huracán al interior de la Bahía, lo cual implicaría que dichos escudos formados por el relieve pudiesen convertirse en contra y generar efectos de resonancia. Con base en esto pudiéramos afirmar que un CT pueda entrar directamente a la región de BadeBa como ha ocurrido en otras zonas costeras, y entonces realmente sabremos si la población está preparada para soportar un evento de esta magnitud.

Las investigaciones futuras deberían incluir el análisis de todas las observaciones disponibles de estaciones de superficie, satélites y radares, así como la vulnerabilidad de la región afectada ante estos eventos.

## LITERATURA CITADA

- CEDESTUR-CEEB-AEBB, *Bahía de Banderas a Futuro: 2000-2005*, Centro de Estudios Estratégicos para el Desarrollo Turístico Sostenible, pp. 100-104. Asociación de Empresarios de Bahía de Banderas, Puerto Vallarta, 2001.
- CORNEJO-LÓPEZ, V. M., *Influencias de los Ciclones Tropicales en las variables oceanográficas en el Pacífico Oriental*. Tesis de Maestría, Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara, 2005.
- FARFÁN L. M. and I. FOGEL, Influence of tropical cyclones on humidity patterns over northwestern Mexico. *Monthly Weather Review, American Meteorological Society*, 135: 1208-1224, 2006.
- FARFÁN L. M. ALFARO E. J. and CAVAZOS T., Characteristics of tropical cyclones making landfall in the Pacific coast of Mexico: 1970-2010. *Atmosfera*, 26: 1-20, 2013.
- PLATA-ROSAS, L. J., *Dinámica de las Ondas Internas en la Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México*. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California. FCC-IIO. Ensenada, B.C. 2007.
- PRIETO, R. G., *Trayectoria de los Ciclones Tropicales 1984-1993*. Tesis Maestría. Centro de Ciencias de la Atmosfera y Facultad de Ciencias. UNAM, 1993.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN), *Deriva de los principales meteoros: tormentas tropicales y huracanes que impactaron las costas de México, durante la última década*. Comisión Nacional del Agua. México, 1998.

### De páginas electrónicas

- DÍAZ CASTRO, S. C., Variabilidad de los ciclones tropicales que afectan a México. *Interciencia*, 35, 2010. En: <http://redalyc.uaemex.mx>. 5 de enero de 2013.

- FAO, *Recursos genéticos forestales. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en el sur y sureste de México*, N° 6, 125-129, 2003. En <http://www.fao.org/docrep/006/j0606s/j0606s02.htm>. 12 de febrero 2010
- FLORA J. SOLANO - ERIC J. ALFARO - ADOLFO QUESADA, Impacto de los Ciclones Tropicales del Atlántico en América Central (1968-1969). *Revista Electrónica de Historia*, 12(1): 78-100, 2011. En: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=51409-469x2011000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=51409-469x2011000100004&script=sci_arttext). 22 de enero 2013.
- National Climatic Data Center (NCDC). En: <http://www.ncdc.noaa.gov/gibbs>, octubre 2011.
- SEMARNAT-INE., *Cambio climático y ozono*. Versión 2008/6. pp. 24-27, 2008. [www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/documents/sniarn/pdf/yelmedioambiente/version\\_2008/6\\_cambio\\_climatico\\_ozono\\_v08.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/documents/sniarn/pdf/yelmedioambiente/version_2008/6_cambio_climatico_ozono_v08.pdf). 14 de enero de 2013. México, DF. 15 de marzo 2011.
- The National Environmental Satellite, Data, and Information Service (NESDIS). En: <http://www.nesdis.noaa.gov/>, octubre 2011.
- The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Coastal Services Center. En: <http://www.csc.noaa.gov/>, octubre 2011.