

Tiempo Severo en México (Fenómenos Meteorológicos Extremos)

Ismael Pérez García y Alejandro Aguilar Sierra
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México

Resumen

Como un trabajo preliminar se estudian las causas físicas de algunos de los fenómenos meteorológicos extremos recientes que tuvieron un impacto importante en la sociedad: La sequía de medio verano o Canícula en 2005 y 2009; La Sequía de largo plazo sobre el Norte de México de 2010-2011; Las Heladas (tempranas 7-10 sep. 2011 y las heladas severas invernales 4-7 feb. 2011); Las granizadas (15 de julio y 11 de agosto de 2011) y las Lluvias intensas. Las lluvias del 23 al 31 de octubre de 2007 que provocaron la inundación de Villahermosa, Tabasco; las lluvias intensas asociadas con la tormenta invernal de febrero de 2010 que afectó Agangeo Mich. y el desbordamiento del río Lerma y un canal de la Cd. de México; las lluvias en el NE de México a fines de Junio 2010 asociados con del ciclón tropical Alex; las lluvias intensas en Veracruz, Oaxaca y Tabasco a finales de agosto 2010, con el desbordamiento del río Papaloapan e inundaciones en Tlacotalpan, Veracruz y el Huracán Beatriz en junio de 2011 que rompió la sequía 2010-2011 en la parte Central Sur de México.

La Helada prematura del 7 al 10 de septiembre de 2011 se asoció con el atrapamiento de la tormenta tropical Nate en una zona baroclínica de niveles superiores que se localizó sobre el Golfo de México, se comportó como un ciclón extratropical de núcleo frío, favoreció el transporte de aire frío del NE de Norteamérica y el enfriamiento radiativo en la mesa Central de México. La Granizada del día 15 de julio, se asoció con una tormenta del tipo supercelda, el cual se caracterizó por contener un mesociclón del orden de 10 km y un tornado. Usando campos de función de corriente y campos de divergencia se estudió la Canícula de 2009. Estos fenómenos afectaron severamente a la agricultura y como consecuencia a la sociedad. Presentamos un pequeño video en http://www.youtube.com/watch?v=Po_HrSere7s

del sistema de tormentas que afectó Tlacotalpan Ver. a finales de agosto y principios de septiembre 2010.

-

1. Helada prematura severa y la tormenta tropical Nate de Sep. 7- 10, 2011

Entre los problemas científicos más importantes de la agricultura, tenemos la predicción de la precipitación, la sequías y la predicción de las heladas. Agregamos un caso más (7-10 de sep., 2011) de heladas severas tempranas sobre la mesa central de México, a los estudiados en (Pérez-García, 1990) que tiene conexión con la presencia de un ciclón tropical: la tormenta tropical Nate (fig. 1a).

Durante la primera década de septiembre de 2011, el Noreste de Norteamérica fué frío debido a la presencia de la vaguada localizada sobre la parte este de EU y Canadá. Esta vaguada adquirió más profundidad cuando atrapó al ciclón tropical Lee. Lee adquirió máxima intensidad por el 3 de septiembre justamente al sur de Louisiana. Por el 4 de Sep., Lee tocó tierra al SO de Lafayette, Louisiana y en los siguientes tres días se movió por Louisiana, hacia el norte por Pennsylvania, Estado de New York y Canadá (Quebec y Ontario). Formó parte de la familia de ciclones del frente polar # 1 (ver Fig. 1b). Por otro lado por el día 6 de Sep. la perturbación tropical Nate hizo su aparición sobre la parte Sur del golfo de México y casi tuvo un movimiento estacionario durante su desarrollo. Adquirió máxima intensidad el día 8 de Sep. y fué en las mañanas del 9-10 de Sep. cuando ocurrieron las heladas más intensas sobre los estados de México, Hidalgo, Guanajuato, Puebla y Tlaxcala. El domingo 11 de septiembre de 2011, ya no hubo heladas y el Centro de Nate tocó tierra al norte de Barra de Nautla, Veracruz.

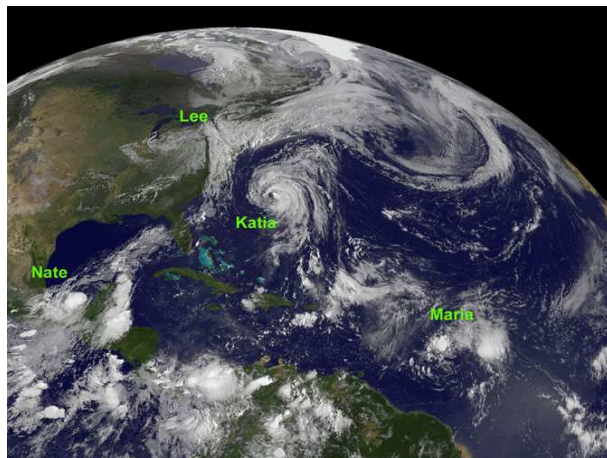
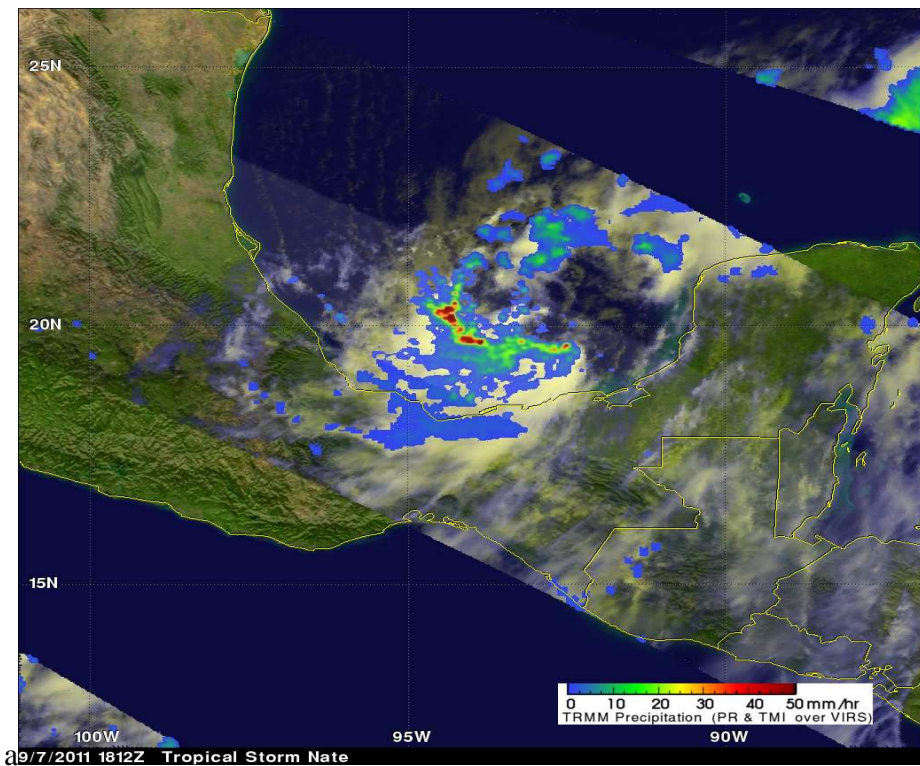


Fig. 1 Tormenta tropical Nate (a) obtenido de <http://www.nasa.gov/images/content/> y familia de ciclones (Nate, Lee, ...) a lo largo del frente polar # 1 (b).

2. Granizada de 15-julio y 11 de agosto 2011.

La granizada de Julio y Agosto de 2011 afectó severamente los cultivos de maíz con tamaños del orden de 2cm de diámetro (fig. 2d). En la fig. 2a-b, se muestra el radiosondeo (15-jul-2011, 6 de la tarde) de la estación del Aeropuerto de la Cd. México, localizado aproximadamente a 150 km del lugar de la granizada, como se observa el perfil de la temperatura y el de punto de rocío casi coinciden hasta los 200mb (aprox. 12km) lo que indica que teníamos una atmósfera saturada. Un requisito para que exista la convección intensa en las tormentas supercelda, es la cantidad de energía potencial disponible para la convección (CAPE), de una parcela levantada de un nivel de presión P_i a su nivel de presión en estado neutral P_n sea grande:

$$CAPE = \int_{P_n}^{P_i} R_d(T_{vp} - T_{va})d \ln p$$

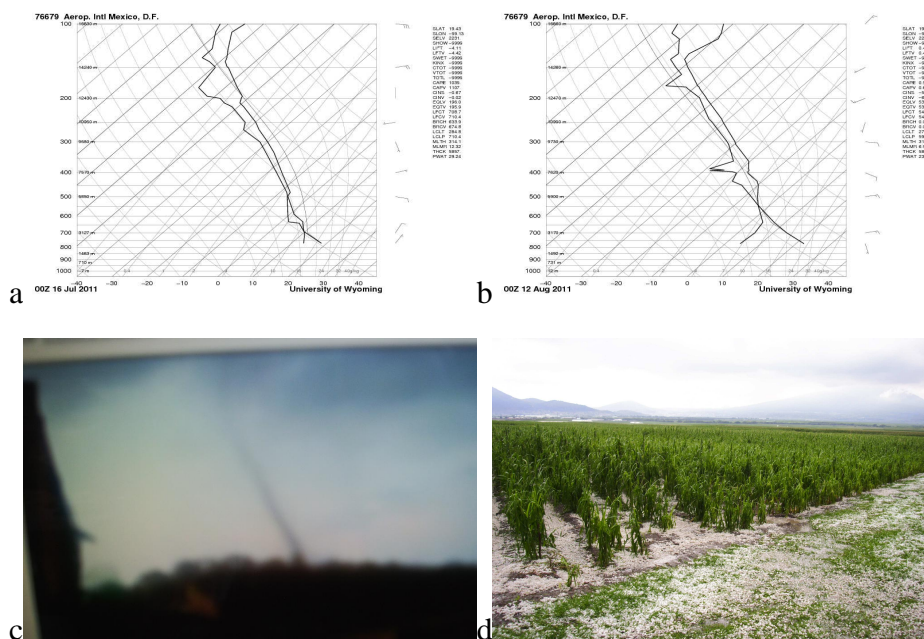


Fig. 2. Sondeo del Aeropuerto De la Cd: México del 15-jul-00Z (a) y 12Ago-00Z (b) del 2011 respectivamente. Foto del tornado del 15 de Julio (c), media hora antes de la granizada, localizada cercano al pueblo de Santiago Cazandejé, Mpio. Jocotitlán Edo. Mex. y un panorama de los cultivos afectados por el granizo de esa tarde (d).

Otro ingrediente importante para que la convección sea más intensa es el cizallamiento vertical del viento horizontal, que permite la rotación alrededor de un eje vertical, de las térmicas que ascienden o descienden e influyen en la generación de un mesociclón (Emanuel, 1994). La tormenta severa del tipo supercelda en la tarde del día 15 de julio se caracterizó por contener un mesociclón, detectado al observar la inclinación que sufrió el maíz después del paso de la tormenta. En la fig. 3 se muestra la imagen de radar previo a la granizada.

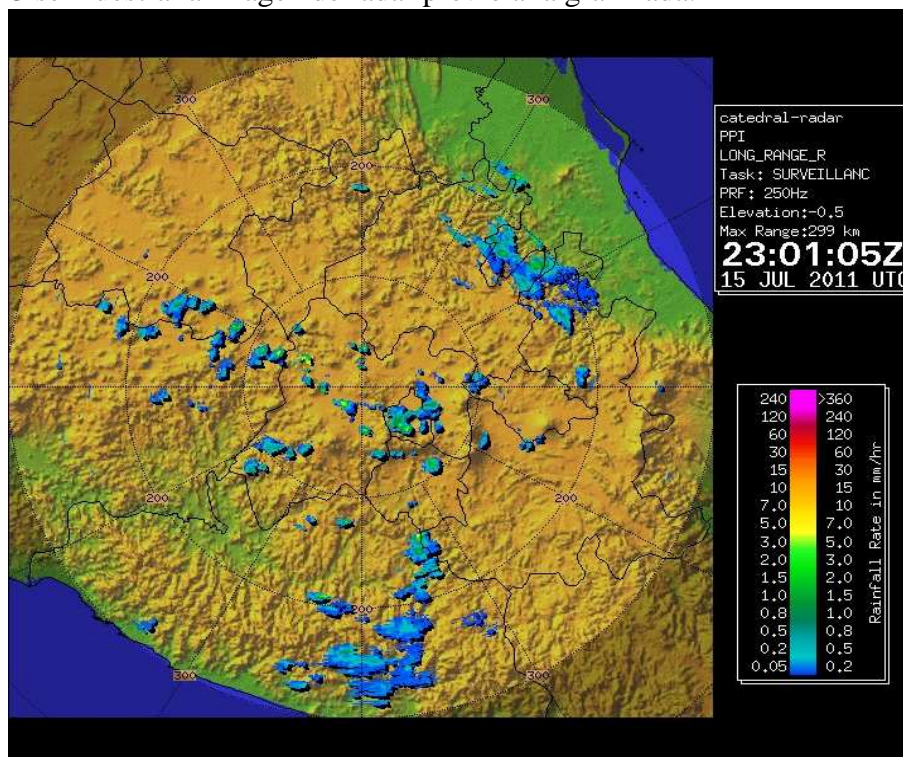


Fig. 3 Imagen de Radar de Catedral 15-Jul-2011, 23:01Z.

3. Canícula 2005 y 2009

Las lluvias sobre México en el verano de 2005, generalmente fue por debajo de la normal. Un tren de perturbaciones con número de onda del orden 5 existió en latitudes medias desde mayo-junio 2009, observándose un campo de circulación anticiclónica en el campo medio y en la anomalía, en 200mb y se muestra en la fig. 3a-b. Una anomalía de SST, al sur de Baja California fué persistente durante julio y agosto de 2009, Fig. 4c.

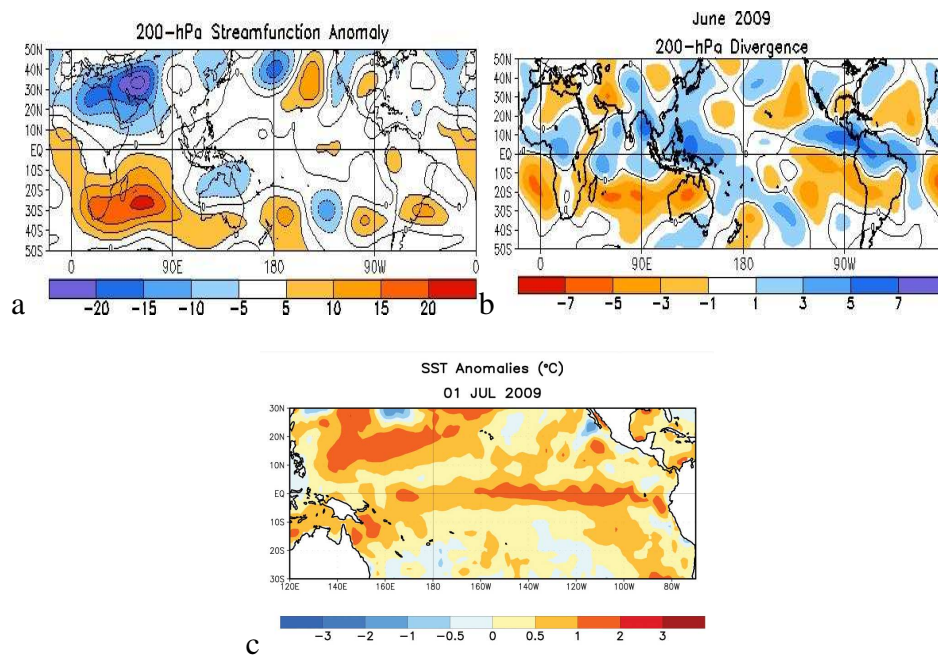
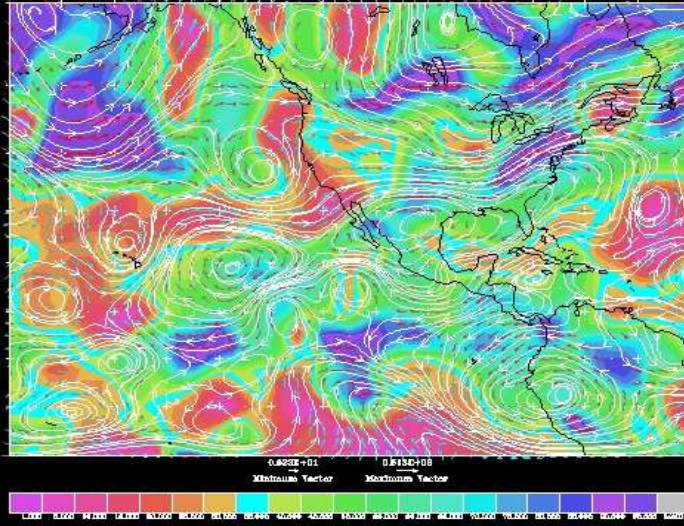


Fig. 4. Función de corriente y divergencia medias, y anomalías respectivamente (a-d) , en 200mb y anomalía de SST por el 1-Jul-2009 (e). Tomadas de <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/CDB/>.

Durante julio y agosto de 2009 generalmente sobre México se presentaron condiciones de sequía. La característica principal de este evento es que recurrentemente se asoció con la persistencia de un par de vórtices anticiclones en los niveles de 200-300mb muy cerca uno del otro, lo que favoreció que la circulación tropical en los niveles de 850-700mb fuera muy zonal en una banda ancha desde Centroamérica y más o menos 20 grados de latitud norte, lo cual impidió el desarrollo de ondas tropicales de mucha amplitud, con el estiramiento zonal del anticiclón, del Atlántico hasta la parte oriental de México.

SL300-200RH700

2009073112



SL850-700RH700

2009073112

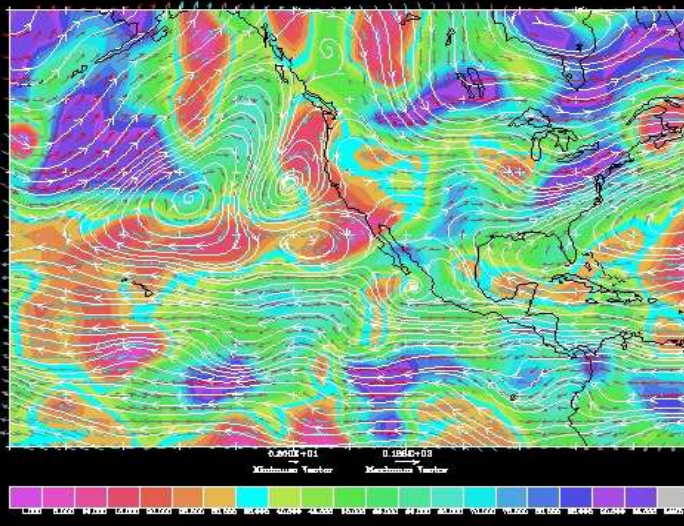


Fig. 5. Líneas de corriente en la capa de 200-300mb y 700-850mb, del 31 de julio 2009, 12Z. Los colores indican la humedad relativa en 700mb.

El año de 2005 hubo bastantes ciclones tropicales en el Atlántico. Lo que favoreció a que tuvieramos muchos días despejados sobre México, esto por la convergencia sobre los ciclones y la subsidencia remota sobre México del sistema de circulación del ciclón tropical.

El índice de perturbaciones que ocurren en el Pacífico y que da una señal con fenómenos meteorológicos es la PDO y se muestra en la fig. 6.

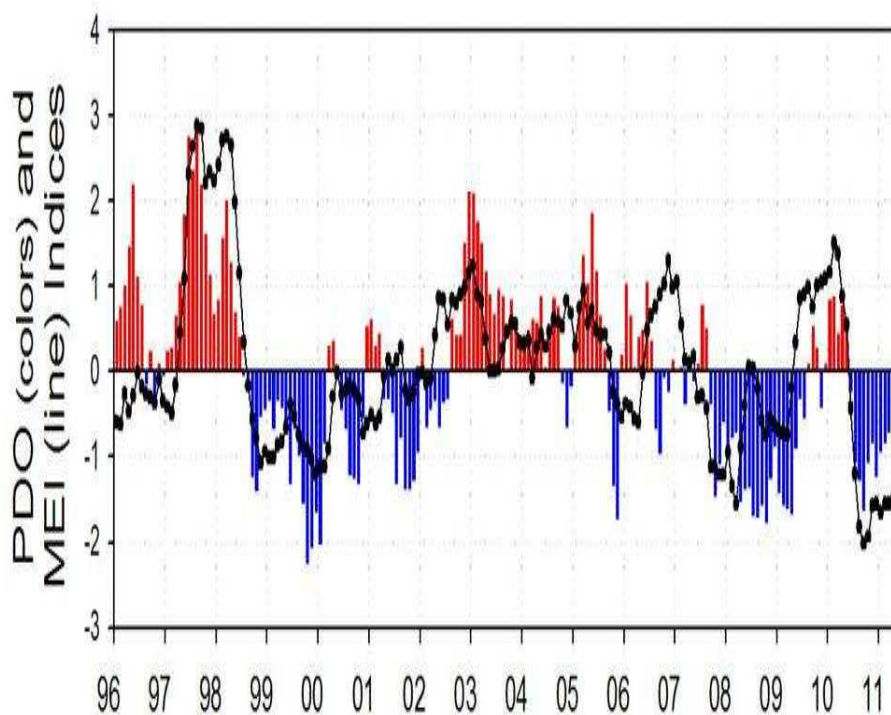


Fig. 6. Oscilación Decadal del Pacífico norte (PDO) de color y el índice multivariado El Niño/Southern Oscillation (ENSO), (MEI) línea punteadas gruesas , tomada de <http://www.nwfsc.noaa.gov/research/divisions/fed/oeip/da-sea-surface-temp.cfm>.

4. Huracán Alex Junio 27-4 Julio, 2010

Lo interesante del ciclón tropical Alex es que llegó sobre las regiones desérticas del Norte de México. Entonces estamos interesados en encontrar el mecanismo que lo movió hasta estas regiones. En la fig. 7a se muestra el campo de precipitación promedio de junio 29-julio 6 del 2010 y la trayectoria que siguió. Notorios son varios núcleos de lluvias intensas muy difíciles de ser obtenidos por otros sistemas meteorológicos cuando se mueven sobre estas regiones. En la fig. 7b se presenta el campo de líneas de corriente del día 1 de julio 2010, claramente esta configuración nos muestra el efecto de resonancia que hubo entre el ciclón tropical y la circulación monzónica de México. Lo cuál puede ser una característica en la intensificación o guía en algunos de los ciclones tropicales cuando se mueven hacia México. Tal como ocurrió con los ciclones tropicales Stan, Katrina, Rita, ... discutidos en los Congresos de la OMMAC (Pérez y col., 2006 y 2008).

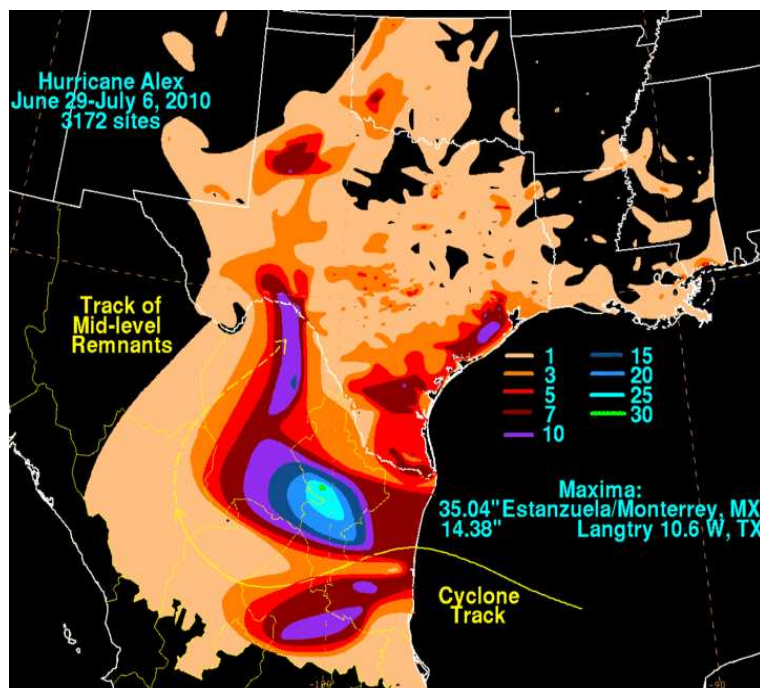


Fig. 7a Campos de precipitación asociado con el huracán Alex, tomado de [http://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Alex_\(2010\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Alex_(2010)).

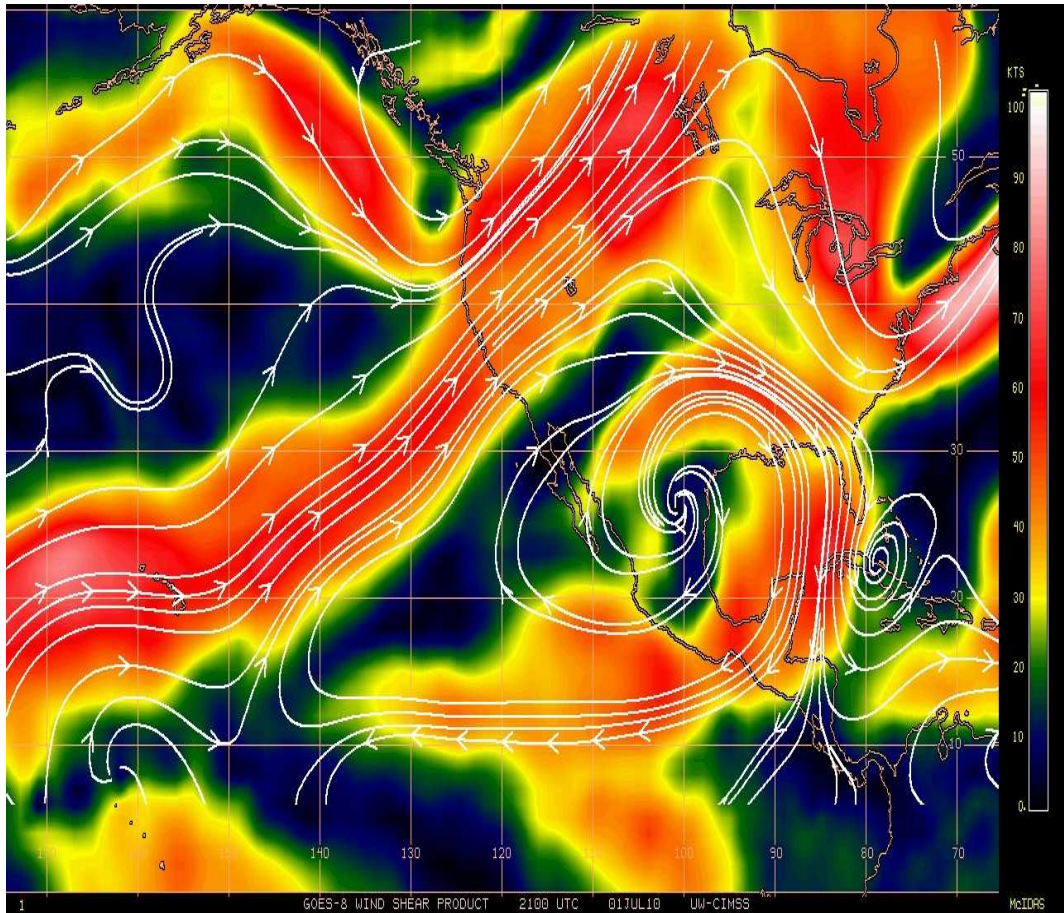


Fig. 7b Líneas de corriente del 1-jul-2010 en niveles superiores tomado del CIMMM.

5. Tlacotalpan Veracruz fines agosto 2010 y Trayectorias de tormentas.

En el SMN frecuentemente se trackea las trayectorias de los ciclones tropicales del Atlántico y de Pacífico oriental. Pero no se traza el camino que siguen los sistemas nubosos (complejos convectivos de mesoescala tropical CCMT) de forma ovalada que se generan sobre las sierra o grandes montañas de México y tienen un periodo de vida del orden de 6 horas. El tamaño de un CCMT puede ser comparable al de un ciclón tropical. Tal como los que afectaron a Tlacotalpan Ver a finales de agosto de 2010. En la figura 8 mostramos las trayectorias de

los CCMT para julio de 2002 (presentado en la OMMAC de 2002, Cancun Yuc México).

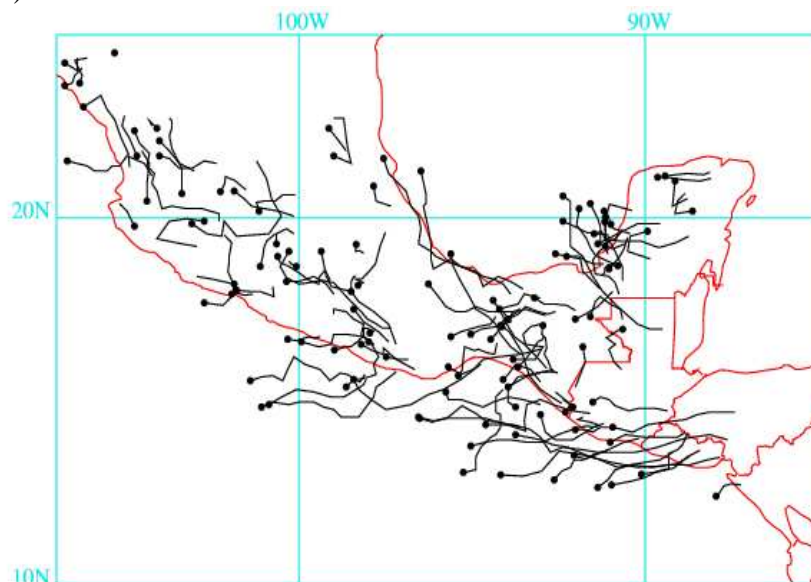


Figura 4: Trayectorias de CCMT para el mes de julio 2002. La punta redonda indica la posición final de propagación.

11

Fig. 8 Trayectorias de CCMT para el mes de julio 2002.

Estas trayectorias se obtuvieron de un software (GIME) desarrollado en el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM y usa imágenes de satélite IR. La rutas de las tormentas que se presentaron previo a las inundaciones en Tlacotalpan se presentan en el Web: http://www.youtube.com/watch?v=Po_HrSere7s.

6. Conclusiones

El año del 2011 se caracterizó por ser un año de desastres agrícolas y quedará archivado en los anales de la Historia. Las intensas heladas asociadas a la masa de aire continental polar que avanzó desde el Ártico y Norte de Canada a principios de febrero, que afectó los cultivos de Sinaloa y de la mesa Central de México. Por otro lado, el Norte y Noreste de México ha estado afectado por la sequía que se inició desde el año 2010 y que persiste hasta septiembre. Las lluvias en la parte centro sur de México se iniciaron rápidamente por el 20 de junio, muy tarde para

cultivar las tierras de temporal. Los cultivos de riego estuvieron expuestos a un estrés por la sequía y se retardó su crecimiento.

Los cultivos de varias partes de la mesa central de México fueron afectados por la granizada del 15 de julio y 12 de agosto, por lo que tuvo una reducción en su crecimiento y en la producción del orden del 30 %. Finalmente, los cultivos que sobrevivieron a las granizadas fueron rematados por la helada prematura de los primeros días de septiembre, por lo que la producción en el grano básico que es el maíz será del orden de un 10-20 % de lo que se obtiene cada año. Las observaciones presentados en este trabajo son preliminares y resultados más completos a poder publicarse en el futuro (ver referencias de abajo).

Referencias

- [1] Emanuel K. A. Atmospheric Convection, Oxford University Press, 1994, 580pp.
- [2] Pérez-García I. About the premature and tardy frosts that occurred over the central plateau of México and were associated with tropical cyclones. **Atmósfera**, 1990, Vol. 3, pp. 143-164.
- [3] Pérez-García, I. 1996. Major cold air outbreaks affecting coffee and citrus plantations in the eastern and northeastern Mexico. **Atmósfera**, 9, 47-68pp.
- [4] Pérez García, I. 1992. Estudios sobre los factores meteorológicos, sinópticos y de mesoescala asociados con las intensas lluvias ocurridas a finales de diciembre de 1990 en el noroeste de la República Mexicana. Rep. Técnico SMN-CCA-UNAM, 229pp.
- [4] Pérez-García, I, A. Aguilar y G. Zintzún 2000. Ciclones de latitudes medias y la acción de bloqueo , durante los episodios del niño sobre México. XIX Congreso de la OMMAC. Saltillo Coahuila, 18-22 Nov, México.
- [5] Pérez-García, I, 2010. Rossby-Haurwitz Wave Perturbations and Tropical Forcing Present. Sometido a **Atmósfera**, dic. 2010.
- [6] Pérez-García, I, 2011. On the stronger precipitation occurred during the firsts day of february 2010, over Mexico. En preparación .

- [7] Pérez-García, I, A. Aguilar y G. Zintzún 2006. El monzón de Norteamérica y los ciclones tropicales Stan y Wilma. XV Congreso de la OMMAC, 7-13 Mayo 2006. Puerto Vallarta, Jalisco, México.
- [8] Pérez-García, I, A. Aguilar y G. Zintzún 2008. El Anticiclón de Verano y los Ciclones Tropicales. XVII Congreso de la OMMAC. Monterrey N.L., 10-12 Nov., México.