

Anticiclón de verano y el ciclón tropical Mitch

Jaime Hernández Alfaro¹, Ismael Pérez García¹

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, Distrito Federal, México

jhernandez@atmosfera.unam.mx

Resumen

México frecuentemente se encuentra bajo la influencia del anticiclón de verano y también es afectado por la presencia de los ciclones tropicales del Atlántico y del Pacífico Oriental. Hay varias características bien conocidas que influyen en el desarrollo de los ciclones tropicales. En este trabajo se describen algunas de las causas sobre la intensificación y la trayectoria que siguió el ciclón tropical Mitch en los meses de octubre y noviembre de 1998, entre las que se puede mencionar la interacción que tuvo con el anticiclón de verano, ondas tropicales inestables vecinas y el patrón de perturbaciones asociado a un enfriamiento equatorial incipiente (la Niña).

1. Metodología

Para observar cual fue la interacción del ciclón tropical Mitch con el anticiclón de verano de Norteamérica, se utilizó la base de datos de reanálisis del NCEP para los meses de octubre y noviembre del año 1998. Los datos están disponibles cada 12 horas, específicamente para las 00Z y las 12Z de cada día. Para graficar los campos se utilizó el NCAR Graphics de donde se obtuvieron mapas de líneas de corriente y humedad relativa para los niveles de 850 mb y 200 mb, esto con el fin de observar cuál era el comportamiento de los sistemas en altura y cerca de la superficie. También se estudiaron los mapas de la función Chi (asociado a la componente irrotacional del viento) para niveles altos (200 mb - 300 mb) y niveles bajos (925 mb - 1000 mb). Además, con el software de procesamiento digital GIME se trazaron las trayectorias del ciclón tropical Mitch y del anticiclón de verano sobre Norteamérica.

2. Historia sinóptica del huracán Mitch

La génesis de Mitch se puede remontar a una onda tropical que se movió sobre la región sur de África occidental entre el 8 y 9 de octubre de 1998. La onda se movió a través el Atlántico tropical los siguientes siete días, pero los vientos en niveles altos prevenían un desarrollo significativo. Después de llegar al Mar Caribe, se observó actividad convectiva organizada los días 20 y 21 de octubre. En la noche del 21 de octubre el sistema se convirtió en depresión tropical a 360 millas náuticas al sur de Kingston, Jamaica (ver fig. 1). La depresión se movió lentamente hacia el oeste y se fortaleció convirtiéndose en tormenta tropical en la noche del 21 de octubre a 225 millas náuticas al este - sureste de la Isla de San Andrés.

Mitch alcanzó la categoría de huracán el 24 de octubre en la madrugada aproximadamente a 255 millas náuticas al sur - suroeste de Kingston, Jamaica. Al final de ese día, Mitch tuvo un período de rápida intensificación. En la tarde del 26 de octubre, la presión central del ciclón tropical era de 905 mb con vientos máximos sostenidos de 155 nudos (correspondientes a un huracán categoría 5 en la escala Saffir-Simpson) ubicándose a 50 millas náuticas al sureste de la isla Swan. El 27 de octubre, Mitch comenzó a debilitarse gradualmente mientras se movía lentamente hacia el este. Luego giró hacia el suroeste y posteriormente hacia el sur directamente hacia las islas de la Bahía en la costa de Honduras.

Mitch tuvo su entrada a tierra en la mañana del 29 de octubre a 70 millas al este de La Ceiba con vientos máximos sostenidos de 70 nudos. Despues de su entrada a tierra, Mitch se movió hacia el sur muy lentamente, y luego hacia el suroeste a través de Honduras, degradándose a tormenta tropical el 30 de octubre y luego a una depresión tropical el día 31 de octubre.



Figura 1. Trayectoria del huracán Mitch en octubre y noviembre de 1998 sobre Centroamérica y el Caribe. (Fuente: <http://163.178.170.71/rid=1HWK60YWJ-10J6Q3R-31G/mitch.track.gif>).

A pesar que la circulación ciclónica en superficie de Mitch se disipó cerca de la frontera entre México y Guatemala para el 1 de noviembre, la circulación remanente continuó produciendo precipitaciones. En la tarde del 2 de noviembre, los remanentes de Mitch sobre la Bahía de Campeche se volvieron a organizar y una circulación en niveles bajos se hizo evidente, por lo que el 3 de noviembre Mitch retoma la categoría de tormenta tropical a 130 millas náuticas del

suroeste de Mérida, México. El ciclón se movió hacia el noreste y se convirtió en depresión tropical el 4 de noviembre después de tocar tierra al noroeste de la Península de Yucatán.

Posteriormente, Mitch sale al Golfo de México y retoma fuerza, y llega a convertirse en tormenta tropical. La tormenta comienza a acelerarse con un rumbo noreste mientras es alcanzado por una zona frontal en el este del Golfo de México. Mitch tocó tierra en la mañana del 5 de noviembre en el suroeste de la Florida, cerca de Naples, con vientos máximos sostenidos de 55 nudos. Mitch se convierte en un ciclón extratropical el 5 de noviembre en la tarde mientras dejaba atrás la costa este del estado de Florida en su movimiento hacia el Océano Atlántico.

3. Interacción con el anticiclón de verano y otros sistemas

El anticiclón de verano de Norteamérica en niveles altos es un sistema atmosférico que se forma e intensifica en los meses de verano y principios de otoño sobre el sur de Estados Unidos y el norte de México, debido a la acción del calentamiento en la superficie (monzón de América del Norte). Tiene su máxima amplitud entre los niveles de 200 y 300 mb. Este anticiclón no es estacionario y se desplaza sobre Norteamérica, interactuando con otros sistemas como ciclones tropicales y ondas tropicales. En los meses de octubre y noviembre, el anticiclón de verano tiende a bajar en latitud y moverse hacia el Pacífico oriental tropical, centro de México, el Caribe y América Central.

Se observó el comportamiento del ciclón tropical Mitch en dos niveles atmosféricos:

3.1 En 850 mb

Mitch se originó a partir de una onda tropical que atravesó el Océano Atlántico entre el 10 y 19 de octubre, la cual no se logró distinguir muy bien en las imágenes satelitales (ver fig. 2). Sin embargo, un par de días antes de que se formara Mitch, se tuvo el paso de una onda tropical muy activa sobre Centroamérica y la Península de Yucatán (ver fig. 3).

A llegar al Mar Caribe, la onda tropical que generó a Mitch se inestabilizó generando un vórtice al norte de Colombia, formándose así una circulación ciclónica bien definida durante la noche del 21 de octubre. El sistema permaneció semi-estacionario durante los siguientes días, fortaleciéndose y alcanzando la categoría de tormenta tropical rápidamente.

Se puede observar en los mapas de líneas de corriente el movimiento lento que tuvo Mitch, llegándose a posicionar al norte de Honduras para el día 26 de octubre, ya como un huracán de categoría 5, la más intensa en la escala Saffir-Simpson. El área de alcance de las circulaciones del huracán Mitch se extendía desde la Península de Yucatán hasta Costa Rica, afectando toda Centroamérica. Mitch toca tierra al norte de Honduras el 29 de octubre, para luego desplazarse paralelo a la costa de El Salvador y llegar a la Bahía de Campeche como una baja presión.

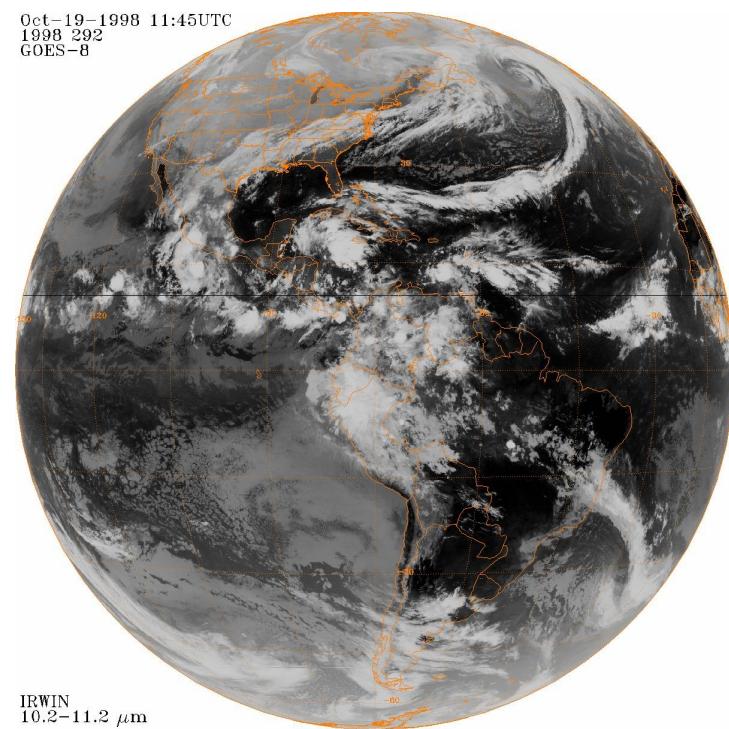


Figura 2. Imagen del GOES para el 19 de octubre de 1998 a las 11:45 UTC. Se observa una zona de inestabilidad al sur de Cuba, producto de una onda tropical activa y una vaguada en la tropósfera alta.

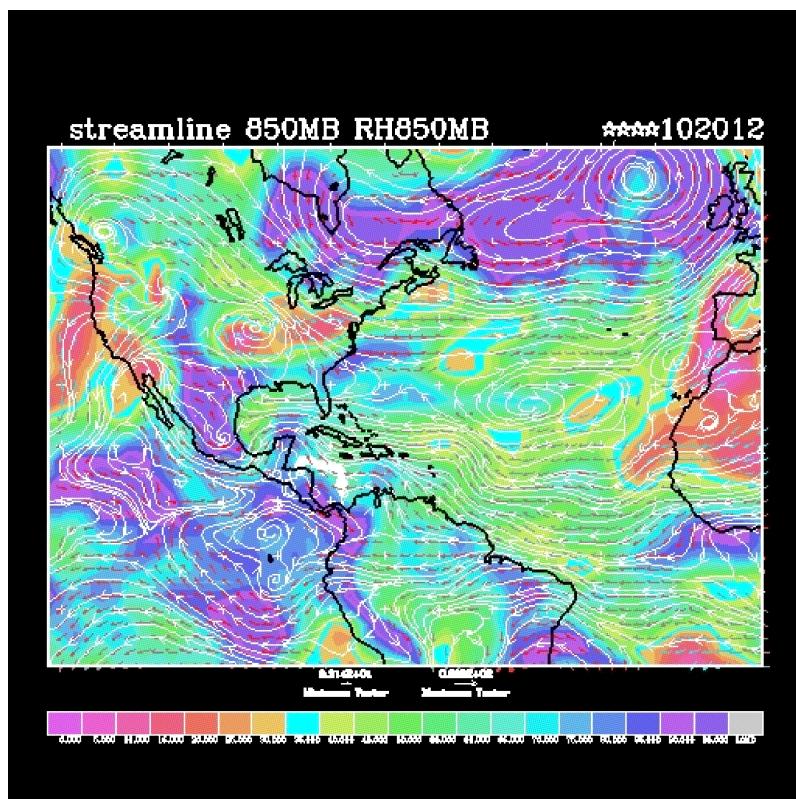


Figura 3. Mapa de líneas de corriente en 850 mb para el 20 de octubre de 1998 a las 00Z. Sobre la Península de Yucatán se observó una onda tropical activa un par de horas antes que se formara Mitch.

3.2 En 200 mb

Antes que se formara el huracán Mitch, se lograba apreciar claramente el anticiclón de verano sobre la república mexicana, desplazándose sobre el sur del Golfo de México y la Península de Yucatán. Cuando se forma el ciclón tropical, alrededor del 22 de octubre, el anticiclón de verano empezó a oscilar y en algunos momentos pierde identidad.

Entre los días 18 y 20 de octubre se tenía la presencia de una vaguada que se extendía desde latitudes medias hasta el Mar Caribe (ver fig. 4). Esta vaguada en altura junto con una onda tropical en niveles bajos, se pudieron haber acoplado y generado inestabilidad atmosférica. En las imágenes satelitales correspondientes a esos días se observa la formación de núcleos nubosos en el Mar Caribe, cerca de Cuba y Jamaica, producto de la interacción de la onda tropical y la vaguada en la tropósfera alta.

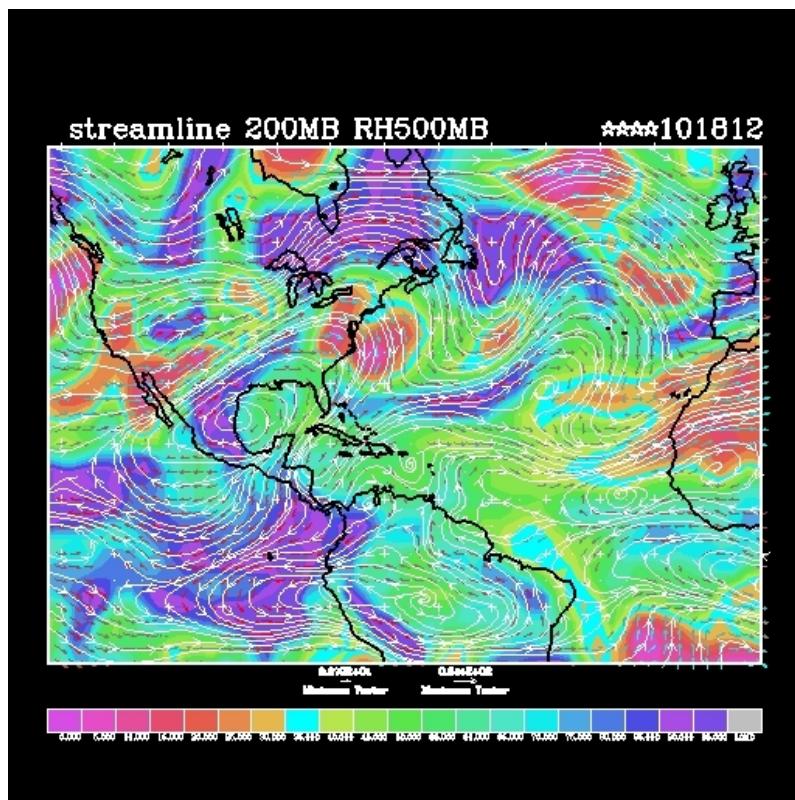


Figura 4. Mapa de líneas de corriente en 200 mb para el 18 de octubre de 1998 a las 12Z. Una vaguada en la tropósfera alta y el anticiclón de verano sobre la república mexicana incrementaron la inestabilidad de una onda tropical activa sobre el Mar Caribe.

En los mapas se pudo observar que el anticiclón de verano de niveles altos en Norteamérica se desplazó hacia la zona de la Península de Yucatán. La respuesta en altura producida por el huracán Mitch no se hizo evidente en los mapas sino hasta el día 22 de octubre en la tarde cuando un pequeño anticiclón se logró observar en el Mar Caribe, justo al norte de Panamá. Para el día 23 de octubre, el anticiclón de verano se encontraba cubriendo la Península de

Yucatán y el norte de Centroamérica, mientras que Mitch se distinguía como un anticiclón ubicado al suroeste de Jamaica.

En los días posteriores, el huracán Mitch tomó fuerza y en altura se logró apreciar de manera más clara un anticiclón, sin embargo, el anticiclón de verano ya no era tan evidente. Se pudiera pensar que se acoplaron y formaron un solo sistema, ya que fueron los días cuando Mitch tuvo una rápida intensificación. Otro aspecto a recalcar es que casi siempre el anticiclón producido por Mitch no correspondía geográficamente a la región donde se encontraba el vórtice ciclónico en niveles bajos, es decir, mostraba un desplazamiento en correspondencia con la posición del centro de baja presión en superficie.

Para los últimos días de octubre, los mapas solo mostraban un anticiclón cubriendo gran parte del norte de Centroamérica, el cual pudo ser un factor crítico para fortalecer los efectos del ciclón una vez que entró a tierra para que siguiera generando una gran cantidad de precipitación sobre la región. Cuando el sistema ciclónico vuelve a entrar a las aguas del Golfo de México, es posible observar un anticiclón en altura, pero a medida que el sistema se iba desplazando hacia el noreste, éste perdía definición y por lo tanto Mitch se debilitó.

En la imagen del 26 de octubre a las 00Z (ver fig. 5) se lograba ver que la posición del centro de baja presión del huracán Mitch y el anticiclón de verano coincidían. Es en esa fecha cuando Mitch presentó una rápida intensificación y alcanzó el mínimo de presión en superficie (905 mb), catalogándose como un huracán de categoría 5 en la escala Saffir-Simpson.

En la imagen del 28 de octubre a las 00Z se observó que el anticiclón de verano se situó sobre el Istmo de Tehuantepec, mientras que el centro de baja de presión del huracán Mitch estaba muy cerca de Honduras. Sin embargo, no es posible identificar un anticiclón en altura asociado al huracán Mitch. En ese período el ciclón se debilitó y giró hacia el sur, posiblemente debido a la acción del anticiclón de verano, el cual pudo haber modificado su trayectoria y empujarlo directamente hacia la costa norte de Honduras (ver fig. 6).

Para el día 30 de octubre a las 12Z Mitch ya había tocado tierra en Honduras. El anticiclón de verano se encontraba sobre el Golfo de Honduras, muy cerca del centro de baja de presión del sistema. Este acoplamiento pudo haber contribuido a que el sistema, aunque ya no fuese un huracán, continuara dejando una gran cantidad de precipitación sobre Honduras, Nicaragua, El Salvador, Guatemala y el sureste de México.

En los primeros días de noviembre Mitch se degrada rápidamente y sus remanentes se desplazan sobre Guatemala y el sureste de México. Se pudo observar en las imágenes que el centro de baja presión prácticamente coincidía con la posición del anticiclón de verano en altura. Este acoplamiento pudo haber permitido que al llegar a las aguas del Golfo de México, Mitch se reorganizara y se convirtiera rápidamente en tormenta tropical.

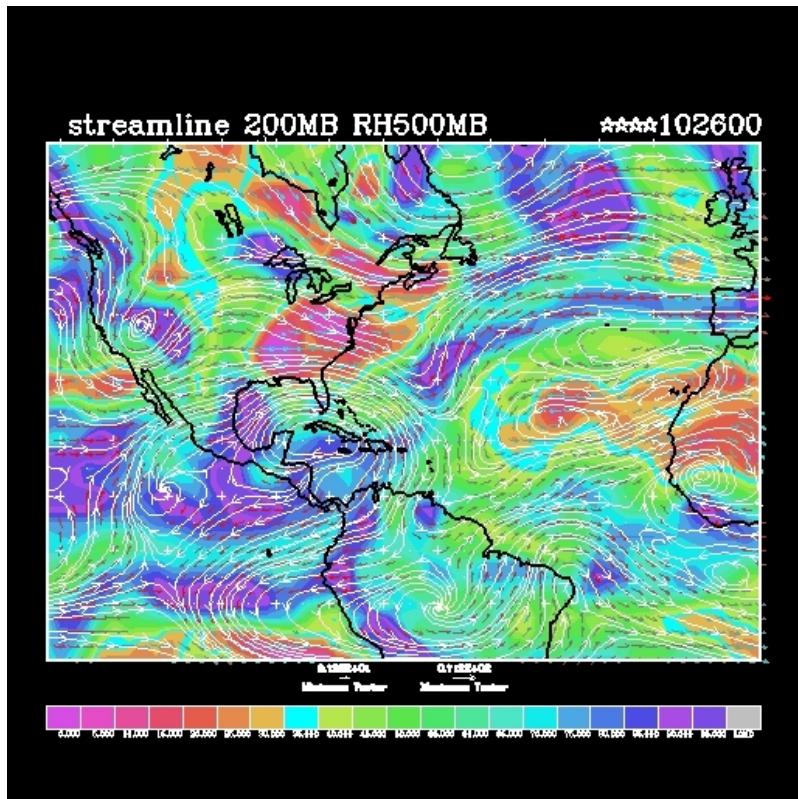


Figura 5. Mapa de líneas de corriente en 200 mb para el 26 de octubre de 1998 a las 00Z. El anticiclón de verano se ubicaba sobre el Mar Caribe, justo cuando Mitch tuvo una rápida intensificación.

4. Análisis de estabilidad barotrópica

Veamos ahora si el proceso de la inestabilidad causada por la existencia de un cizallamiento horizontal suficientemente grande en el flujo básico (Pedlosky, 1979) pudo haber influido en la formación o intensificación de el ciclón tropical Mitch. Skiba y Pérez García (2009) estudiaron el método numérico espectral para la estabilidad de modo normal de las soluciones de la ecuación de vorticidad barotrópica que gobierna el movimiento de un fluido ideal incompresible sobre una esfera en rotación. Las soluciones analíticas de la ecuación de vorticidad barotrópica son: los flujos zonales, las ondas tipo Rossby-Haurwitz, la solución de Wu-Verkley, y el modón bipolar de Verkley (Skiba and Pérez García, 2009).

Al estudiar los mapas de líneas de corriente, se pudo ver una configuración parecida a la del modón de Verkley ecuatorial (sobre Centroamérica y el Océano Pacífico), exactamente para los días 21 y 26 de octubre (ver fig. 5) de 1998 a las 00Z. Doce horas después se observó una configuración parecida a las isolíneas de la parte real de la amplitud de uno de los tres modos más inestables (Skiba and Pérez-García, 2009), lo cual es una demostración matemática de que algunos fenómenos en la atmósfera (ver fig. 7) responden de manera similar a un modón de Verkley ecuatorial o a otros sistemas dinámicos.

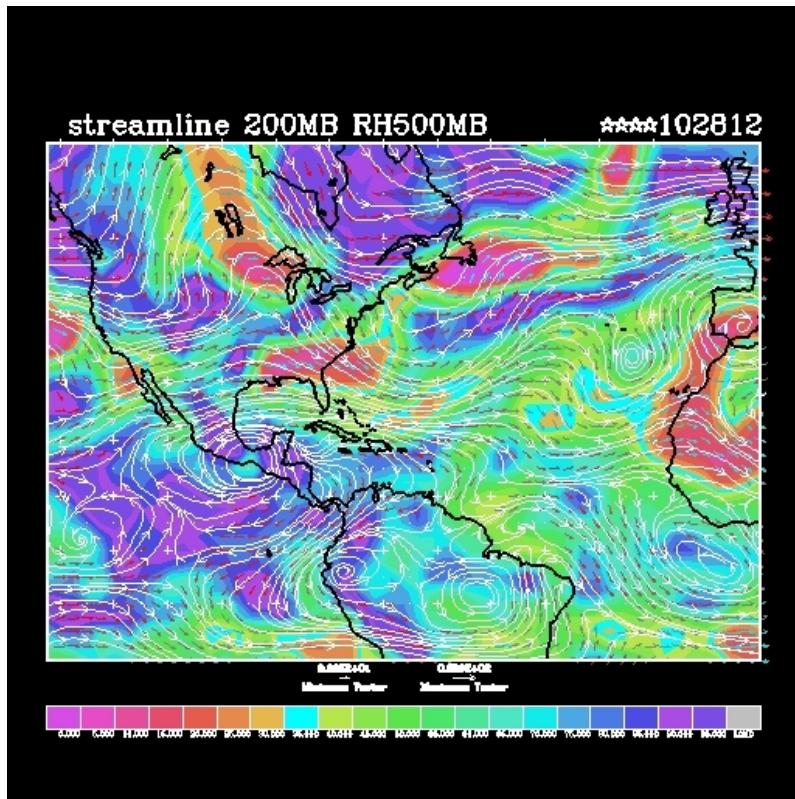


Figura 6. Mapa de líneas de corriente en 200 mb para el 28 de octubre de 1998 a las 12Z. Se observa el anticiclón de verano sobre el Istmo de Tehuantepec. Desde esa posición, la circulación antícnica pudo haber modificado la trayectoria del huracán Mitch y desviarlo hacia Centroamérica.

4.1 Función Chi

En el mapa de la función Chi (componente irrotacional del campo de viento) para el promedio entre 200 y 300 mb del día 19 de octubre de 1998 a las 00Z, se pudo observar una cadena de perturbaciones que se extendía desde el Océano Atlántico Nororiental hasta el Pacífico Sur (ver fig. 8). Se podía notar una alternancia entre áreas de divergencia y convergencia.

Sobre Centroamérica y el Caribe se observaba una amplia zona de divergencia, lo cual apoya la hipótesis de que un sistema en altura estaba retroalimentando a una onda tropical en niveles bajos, días antes de que se formara Mitch. Posteriormente, el día de 22 de octubre se tenía sobre el Mar Caribe una zona de divergencia, justo donde se estaba dando la formación de Mitch. En niveles bajos, se observó un patrón de convergencia sobre Centroamérica para el día 19 de octubre a las 00Z, el cual se mantuvo hasta que se formó el ciclón tropical Mitch, aproximadamente tres días después.

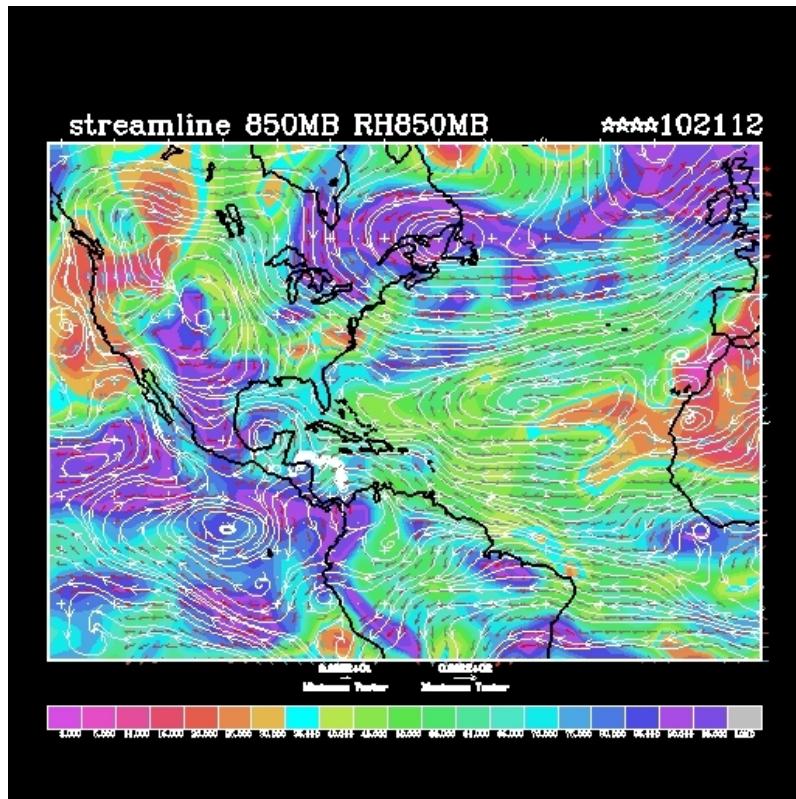


Figura 7. Líneas de corriente en 850 mb para el 21 de octubre de 1998 a las 12Z. Se observa una configuración parecida a uno de los modos más inestables del modón de Verkley sobre Centroamérica, el Pacífico y parte de Sudamérica, lo que pudo haber disparado la formación del ciclón tropical Mitch.

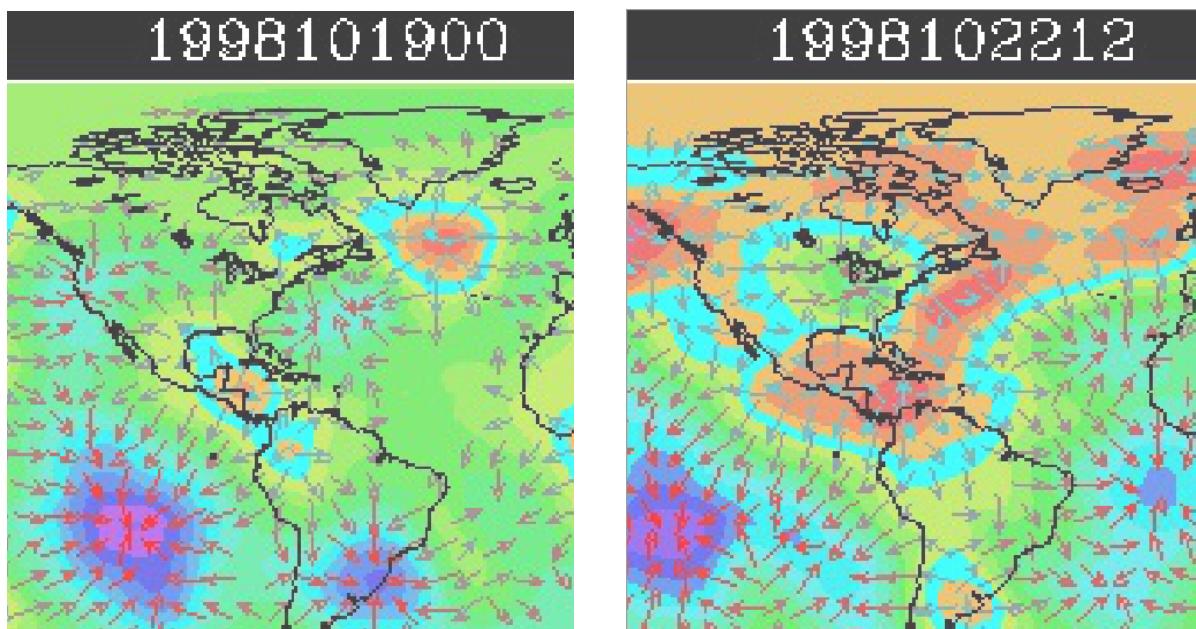


Figura 8. Componente irrotacional del viento (los vectores y lo de color es la función potencial) para el promedio entre 200 y 300 mb los días 19 de octubre a las 00Z (izquierda) y el 22 de octubre a las 00Z (derecha) de 1998. Se observó una cadena de perturbaciones sobre el Atlántico, la cual se extendía hasta el Pacífico Sur. Sobre el Mar Caribe y Centroamérica predomina la divergencia.

5. Conclusiones

Mitch se originó a partir de una onda tropical que salió de las costas de África los primeros días del mes de octubre. Antes que el ciclón se formara, se observó una configuración de onda ecuatorial del tipo Gill-Matsuno o modón de Verkley ecuatorial. Una vaguada en altura junto con una onda tropical ya existente en niveles bajos sobre la Península de Yucatán, se acoplaron generando inestabilidad. Esto se probó al hacer un análisis de estabilidad barotrópica del modón de Verkley (1984) ecuatorial.

Cuando se formó Mitch, el anticiclón de verano no era muy evidente. Se piensa que éstos dos sistemas se acoplaron ya que fue en ese período de tiempo en el que el ciclón tropical tuvo una rápida intensificación, alcanzando su mínimo de presión (905 mb), correspondiente a la de un huracán categoría 5 en la escala Saffir-Simpson. Mitch fue uno de los ciclones tropicales más intensos que han afectado Centroamérica y el Caribe en los últimos años. Al analizar los mapas de líneas de corriente se observó que antes de la formación del ciclón tropical Mitch, se tenía sobre el Mar Caribe una onda tropical muy activa en niveles bajos, mientras que en niveles altos se observó una vaguada muy profunda, lo que generaba un patrón de convergencia en superficie y divergencia en altura.

El anticiclón de verano modificó de una manera brusca la trayectoria del huracán, desviándolo hacia el sur, directamente hacia Centroamérica. La influencia del anticiclón de verano se sintió después de que Mitch tocara tierra, ya que la divergencia que este sistema producía en altura sirvió para que el ciclón tropical, dejara una gran cantidad de precipitación sobre Centroamérica.

Agradecimiento

Se agradece a Rafael Patiño por la adquisición de los datos y trazado de figuras.

6. Referencias

- Pedlosky, J., 1979. *Geophysical Fluid Dynamics*. Springer-Verlag, New York.
- Pérez-García, I. and Skiba, Y., 1999. Simulation of exact barotropic vorticity equation solutions using a spectral model. *Atmósfera*, **12**, 223-243 .
- Pérez-García, I. and Skiba, Y., 2001. Tests of a numerical algorithm for the linear instability study of flows on a sphere. *Atmósfera*, **14**, 95-112.
- Skiba, Y. and Pérez-García I., 2009. Numerical spectral method for normal-mode stability study of ideal flows on a rotating sphere. *International Journal of Applied Mathematics*, **22** (5), 725-758.
- Verkley, W. T. M., 1984. The construction of barotropic modons on a sphere. *J. Atmos. Sci.*, **41** (16), 2492-2504.