

Pronóstico de lluvia sobre territorio cubano al paso de los huracanes Charley e Iván, usando MM5V3

IDA MITRANI ARENAL, ISRAEL BORRAJERO MONTEJO & ARNOLDO BEZANILLA MORLOT

Instituto de Meteorología (INSMET), Apdo. 17032, Loma de Casablanca, Regla, CP. 11700, La Habana, Cuba
imitrani@met.inf.cu

Resumen Se comprueba la habilidad de MM5V3, en el pronóstico de lluvia sobre las provincias habaneras al paso de los huracanes Charley e Iván en el 2004. Para la evaluación de los resultados, se tomaron los registros de lluvia de las estaciones meteorológicas de Batabanó y Casablanca, localizadas en las provincias habaneras. El modelo representa con razonable acierto la ausencia de lluvia, pero cuando hay ocurrencia de precipitación, se sobrevalora la cantidad de lluvia caída; los errores aumentan hacia plazos mayores de 30 horas. La hora de comienzo y la duración, pueden desviarse hasta 12 horas de la realidad. Se concluye que los resultados son aceptables, pero pudieran mejorarse con mallas más finas y representación de los procesos convectivos en forma explícita.

Palabras claves MM5V3, pronóstico de lluvia, trayectoria de huracanes

Rainfall forecasting in Cuba for hurricanes Charley and Iván using MM5V3

Abstract The skill of the MM5V3 model in rainfall forecasting was tested for the Habana provinces (Cuba) during the passing of hurricanes Charley and Iván in 2004. The results were compared with rainfall records from the surface meteorological stations of Batabanó and Casablanca, located in the Habana provinces. The model represents with reasonably success the lack of rain, but when rain occurs, the rainfall amount is overestimated. The bias is greater for forecasting periods of greater than 30 hours. The rainfall event start time and duration may differ by up to 12 hours from reality. The results are concluded to be acceptable, but they can be improved by using a finer mesh and by introducing an explicit representation of convective processes.

Key words MM5V3; rainfall forecasting; hurricane tracks

INTRODUCCIÓN

Al paso de ciclones tropicales por el territorio cubano, ocurren eventos de lluvia intensa que afectan fundamentalmente a la zona occidental del país. Desde la temporada ciclónica del año 2002 se utiliza de forma operativa en el servicio meteorológico cubano el MM5V3 (Mitrani *et al.*, 2003, 2005). Es objetivo del presente texto la valoración de los pronósticos de lluvia realizados con este modelo al paso de los huracanes “Charley” e “Iván” sobre y por las cercanías de las provincias habaneras en el 2004, tomando como referencia los registros de dos estaciones meteorológicas.

Charley se originó de una onda procedente de África. Fue reportado como huracán en las proximidades de Jamaica el 11 de agosto. Alcanza la Categoría 2 el día 12, al nordeste de la isla Gran Caimán; con rumbo norte–noroeste se acerca al Golfo de Batabanó, penetra en Cuba por Playa Cajío a las 4:30 UTC del 13 de agosto y sale por el oeste de la ciudad de La Habana a las 06:00 UTC. Se reportaron vientos de más de 54 m s⁻¹ Ya en aguas del Estrecho de la Florida, sobre las 14:00 UTC, alcanza Categoría 4 y tres horas después penetra en tierra de los E.U. (Pasch *et al.*, 2004).

Iván también nace de una onda tropical procedente de África el 31 agosto del 2004. El 2 de septiembre, a las 18:00 UTC ya era depresión tropical y 12 horas después, en una latitud bastante baja (9.7°N), conforma la Tormenta Tropical Iván. Se convierte en huracán alrededor de las 06:00 UTC del 5 septiembre, al Este de Tobago. Alcanza la costa sur de Jamaica con Categoría 4. Continuó un movimiento oeste–noroeste y alcanza la Categoría 5 a las 18:00 UTC del 11 septiembre. Mantiene esta Categoría durante 30 horas; el día 13 atraviesa el Canal de Yucatán, muy cerca del cabo San Antonio, el extremo más occidental de Cuba y sale al sur del Golfo de México en horas tempranas del 14 septiembre.

DATOS

El MM5V3 se alimenta con las salidas del Modelo Global GFS, con los campos de los elementos meteorológicos en superficie y en los niveles 1000, 850, 700, 500, 400, 300, 200, 150 y 100 hPa.

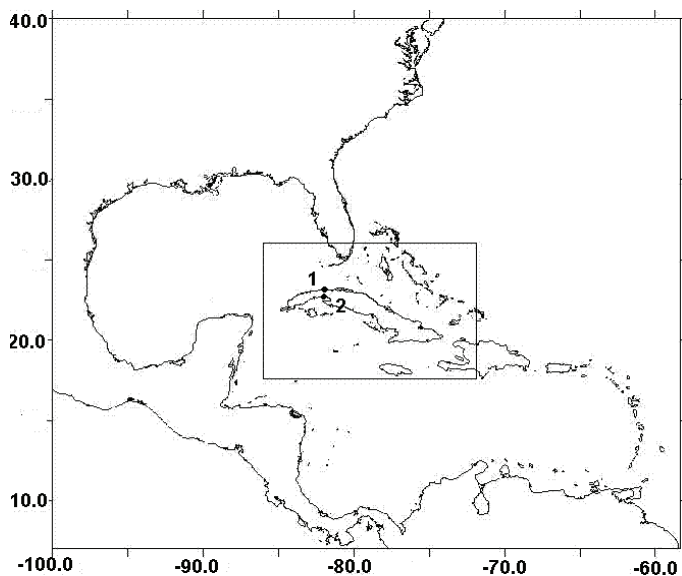


Fig. 1 Dominios anidados de MM5V3 y localización de las estaciones meteorológicas 1. Casablanca, 2. Batabanó.

Para evaluar los pronósticos de lluvia se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas Casablanca, situada en los 23.17°N con 82.35°W, y Batabanó, en los 22.72°N con 82.28°W. (Fig. 1). Las observaciones de lluvia, fueron realizadas cada tres horas con pluviómetros de probeta y regla graduada.

MÉTODOS

Utilización de MM5V3

El Modelo a Mesoescala de Quinta Generación de la Universidad de Pensilvania en su versión 3.7, (MM5V3) ha sido adaptado a las condiciones del territorio cubano y a los recursos de computación disponibles, por especialistas del Centro de Física de la Atmósfera (CFA), del Instituto de Meteorología (INSMET) de Cuba. Se corre la variante no hidrostática sobre LINUX, en una PC Pentium IV a 1.73 GHz con 736 Mb de RAM. Se utilizan dos dominios anidados, en proyección Lambert y coordenadas centrales en los 23°N y 80°W, coincidiendo aproximadamente con el centro de Cuba. El dominio exterior presenta una malla de 30 × 42 puntos, con pasos de 75 km y el interior de 31 × 58 puntos, con pasos de 25 km (Fig. 1). Como la distribución espacial y temporal de las precipitaciones depende de la trayectoria de los huracanes, se aprovechó una experiencia de pronóstico de movimiento del huracán Iván (Mitrani *et al.*, 2005) con distintos esquemas de parametrización de nubes convectivas y de capa límite, recomendados en el manual de PSU/NCAR (2000) en dependencia de la resolución de los dominios. En esta ocasión, los experimentos se realizaron también para el huracán Charley. Se incluyen la parametrización de transferencia radiativa con presencia de nubes, la parametrización de convección somera en el dominio interior y el pronóstico de temperatura del suelo. Se utiliza una matriz de 25 tipos de uso de suelo, diferenciando invierno y verano. El centro del huracán se localizó por el máximo de vorticidad en el campo de líneas de corriente y se calculó el error de predicción de trayectoria como la distancia en Km entre la posición real y la pronosticada.

Procesamiento de los datos de lluvia

Se estableció una comparación entre las salidas de MM5V3 y los registros de las estaciones de Batabanó y Casablanca. Se analizaron los plazos de pronóstico desde 6 hasta 72 horas. Se calcularon los errores como la diferencia entre la cantidad de lluvia caída registrada en las estaciones, menos la pronosticada. Se determinaron los errores medios de cada caso, en dependencia de las parametrizaciones utilizadas para la capa límite.

RESULTADOS

En las corridas realizadas con MM5V3 para los huracanes Iván y Charley, de las parametrizaciones de la convección a escala de nubes recomendadas para las resoluciones utilizadas, solo la de Grell permitió que el proceso de cálculo fuese estable. Para la capa límite, se pudieron realizar corridas con los esquemas de Blackadar (BL), Burk-Thompson (BT) y ETA Mellor Yamada (MY), notándose diferencias entre las trayectorias pronosticadas. En las Figs 2 y 3 se muestran las trayectorias real y pronosticadas al paso de estos huracanes sobre y por las cercanías del territorio cubano.

En las Figs 4 y 5 aparecen las gráficas de los errores medios para ambas mallas. La parametrización BT da los mejores resultados para el caso de Charley, mientras que al paso de Iván, la mejor fue la MY, seguida por la BT. Este resultado difiere de la experiencia de Romine & Wilhenson (2004); al simular el huracán Opal de 1995 con MM5V3; estos autores utilizaron cuatro mallas, con paso mínimo de 3.3 km para probar las formulaciones BL y BT, en las dos mallas externas combinadas con la parametrización de Betts-Miller para la convección a escala de

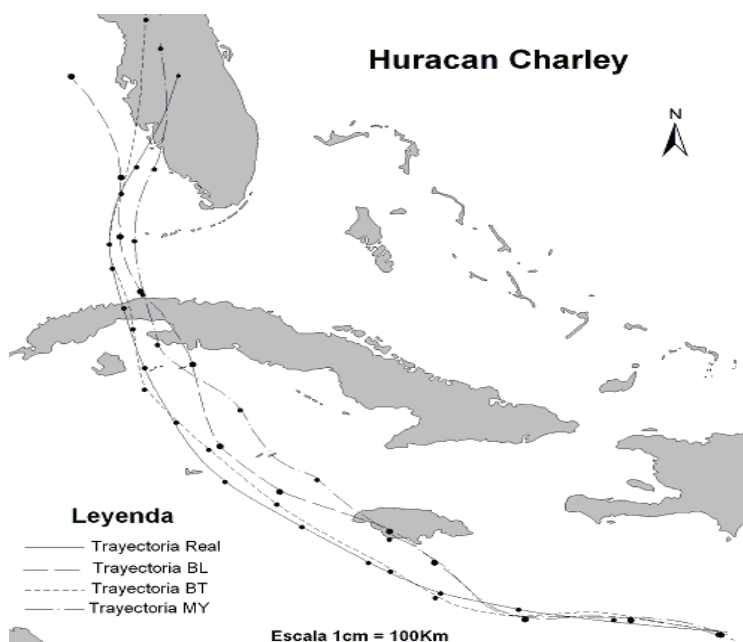


Fig. 2 Trayectorias real y pronosticadas del huracán Charley.

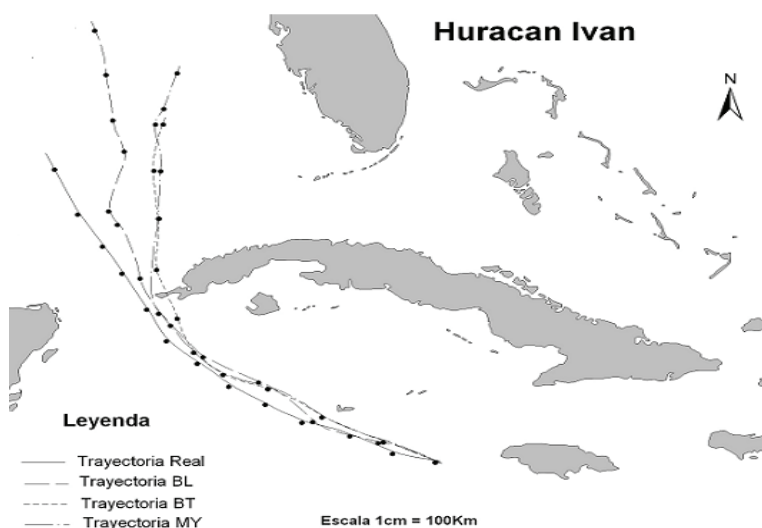


Fig. 3 Trayectorias real y pronosticadas del huracán Iván.

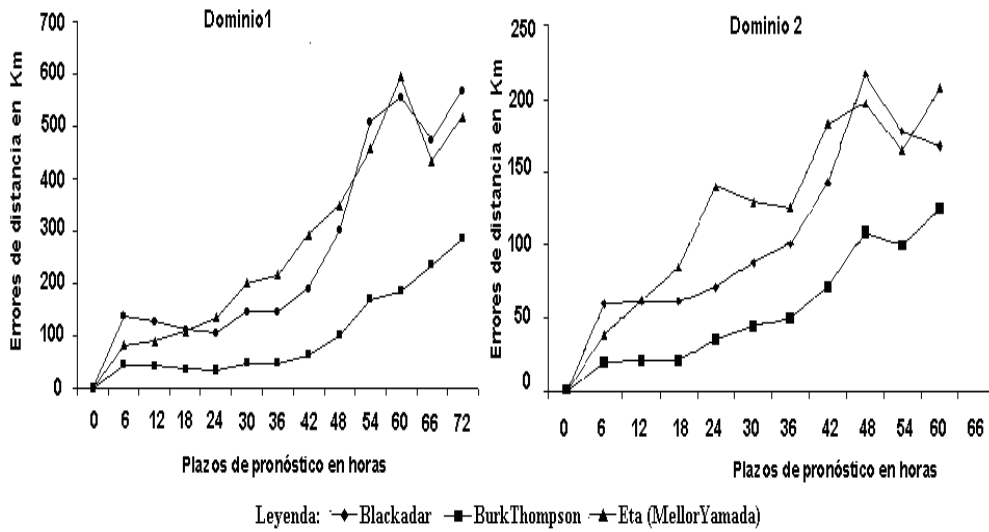


Fig. 4 Errores medios en la predicción de trayectoria del huracán Charley.

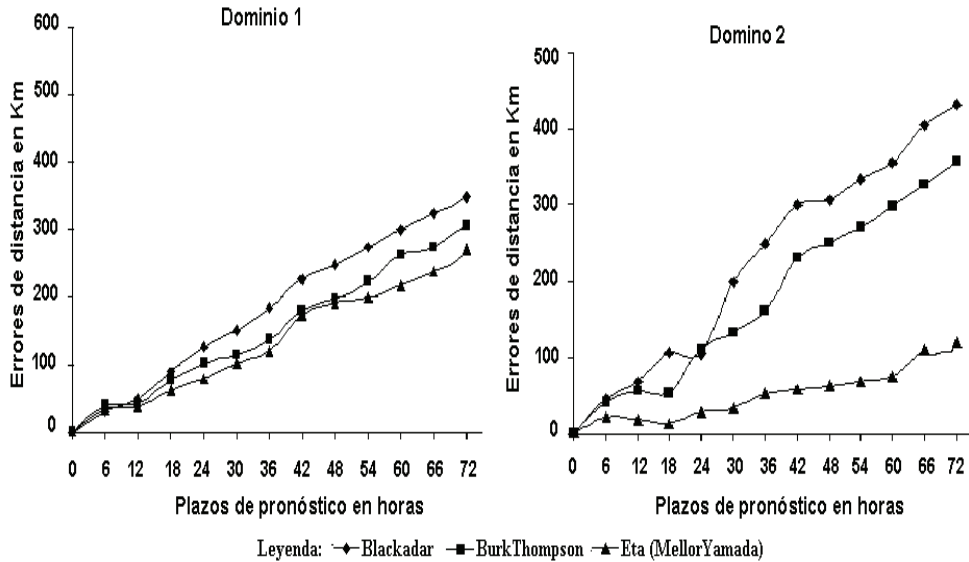


Fig. 5 Errores medios en la predicción de trayectoria del huracán Iván.

nubes y en las internas, con el esquema explícito y microfísica incorporada. La parametrización de capa límite que mejor les funcionó fue la BL en todas las mallas. Por otra parte, Liu *et al.* (1997, 1999), señala que el esquema BL es muy favorable para reflejar la evolución de huracanes de gran intensidad. Sin embargo, en el presente trabajo la BT dio mejores resultados que la BL, incluso para un huracán de gran intensidad como fue Iván, además de ser la más económica en tiempo de máquina. No se encontraron antecedentes de aplicación de MY para representación de huracanes con MM5V3.

En las Figs 6 y 7 se reflejan los errores medios de la lluvia caída para cada plazo de pronóstico y para cada tipo de parametrización de capa límite. Los errores oscilan entre -40 y 20 mm, y del análisis de comienzo y final del evento de lluvia, se observó una desviación de hasta doce horas. En ausencia de lluvia, se notó una alta correspondencia entre el modelo y la realidad, mientras que con ocurrencia de precipitaciones, los pronósticos sobre valoran la cantidad de lluvia caída, sobre todo para plazos mayores de 30 horas en el caso de Charley y para más de 48 horas en el caso de Iván. En esto influyeron la calidad de representación del movimiento del huracán por parte del modelo, que disminuye a medida que aumenta el plazo del pronóstico, y la combinación de parametrizaciones de los procesos diabáticos. Los mejores resultados coinciden con la parametrización

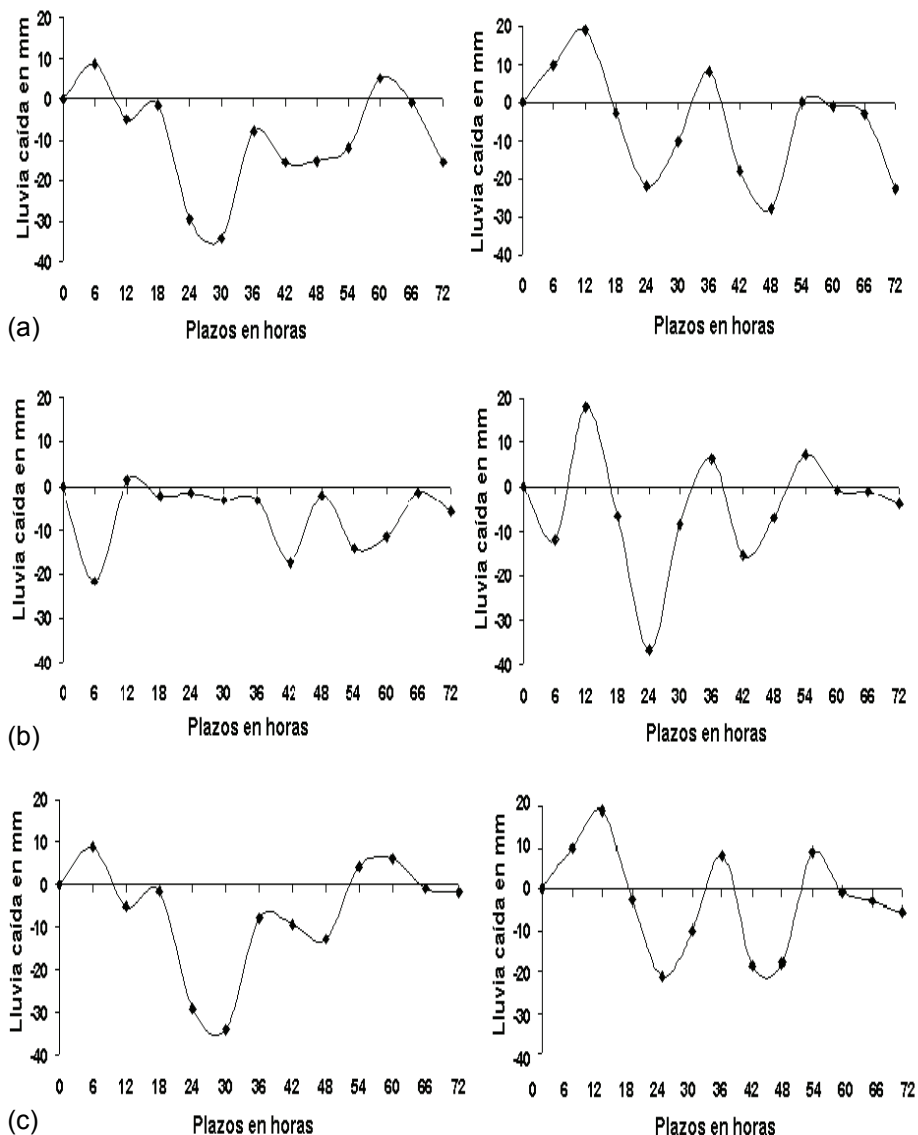


Fig. 6 Errores medios del pronóstico con MM5V3, de lluvia caída al paso de Charley, con las parametrizaciones de capa límite; (a) De Blackadar, (b) de Burk-Tompson, (c) De Eta Mellor-Yamada.

BT para Charley y con la MY para Iván. Al parece, estas diferencias dependen de las particularidades del huracán. Téngase en cuenta que Charley tuvo un movimiento demasiado veloz, mientras que Iván fue un huracán muy intenso, que se profundizó con gran rapidez.

CONCLUSIONES

Los pronósticos de lluvia al paso de los dos huracanes fueron satisfactorios para plazos cortos, tomando en cuenta la baja resolución y los modestos medios de cómputo. Se recomienda el uso de mallas finas, con incorporación explícita de los procesos convectivos. No fue posible definir cual tipo de parametrización de capa límite funciona mejor con los huracanes, puesto que las particularidades de cada evento influyeron en la mejor o peor correspondencia con uno u otro esquema.

Agradecimientos A los Técnicos: Nancy Masó, Alberto Lazo, Lázaro Miguel Sánchez, a la Lic. Rosa Delgado y al Lic. Enrique Pérez por la ayuda en la preparación de datos y documentación y a Microscale and Mesocale Division of the National Center of the Atmospheric Research (NCAR), sustentado por el National Science Foundation, por haber hecho posible el uso de MM5V3.

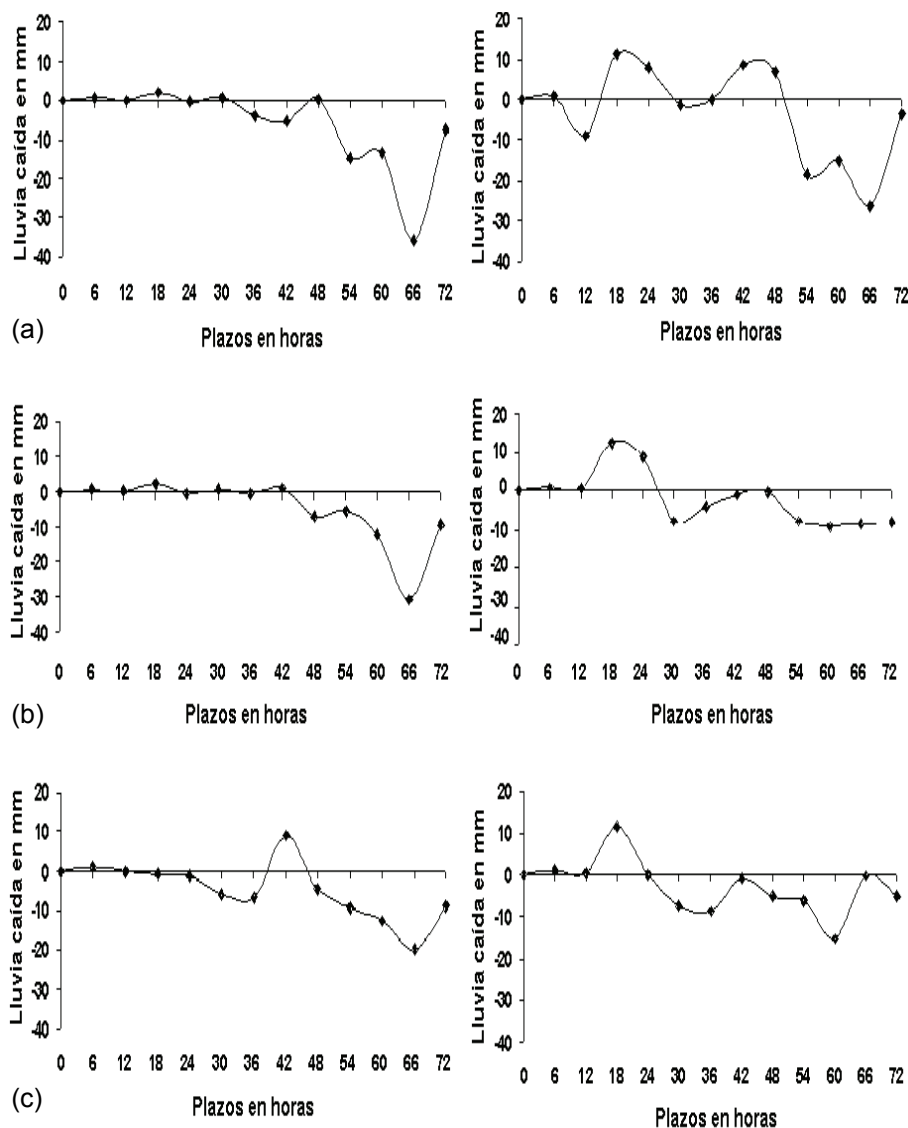


Fig. 7 Errores medios del pronóstico con MM5V3, de la lluvia caída al paso de Iván, con las parametrizaciones de capa límite de (a) Blackadar, (b) Burk-Tompson, (c) Eta Mellor-Yamada. (A la derecha, la Estación Casablanca y a la izquierda la Estación Batabanó).

REFERENCIAS

- Liu Yubao, Da Lin Zhang & Yao, M. K. (1997) A multiscale numerical study of Hurricane Andrew (1992). Part I: Explicit simulation and verification. *Monthly Weather Review* **125**(12), 3073–3093.
- Liu Yubao, Da Lin Zhang & Yao, M. K. (1999) A multiscale numerical study of Hurricane Andrew (1992). Part II: Kinematic and Inner-core structures. *Monthly Weather Review* **127**(11), 2597–2616.
- Mitrani, I. & González, C. (2005) Experiencias con el uso de MM5V3 al paso de los huracanes “Isidore” y “Lili” por territorio cubano. *Revista Brasileira de Meteorologia* **20**(2), 227–242.
- Mitrani I., Alvarez, L. & Borrajero, I. (2003) Aplicación optimizada del MM5V3 sobre el territorio cubano mediante el uso de computadora personal. *Revista Cubana de Meteorología* **10**(1), 3–7.
- Mitrani, I., Forrajero, I., Álvarez, L. & Bezanilla, A. (2005) Influencia de distintos esquemas de parametrización de la capa límite en el pronóstico de trayectoria del huracán “Iván” del 2004, utilizando MM5V3. *Memorias del III Congreso Cubano de Meteorología (5–9/12/2005)*, La Habana (en soporte técnico).
- PSU/NCAR (2000) Mesoscale Modeling System, MM5 modeling System Version 3. *Tutorial Class Notes and User’s Guide*. Mesoscale and Microscale Meteorology Division; National Center for Atmospheric Research.
- Pasch, R. J., Brown, D. P. & Blake, E. S. (2004) Hurricane Charley, 9–14 August 2004. *Tropical Cyclone Report*, National Hurricane Center 18/10/2004. www.nhc.gov.
- Romine, G. & Wilhelmson, R. (2004) Parameterization impacts on a simulation of Hurricane Opal (1995) Department of Atmospheric Sciences, University of Illinois Champaign-Urbana, www.redrock.ncsa.uiuc.edu/AOS/Opal/index.html.
- Stewart, S. R. (2004) Hurricane Iván, 2–26 September 2004. *Tropical Cyclone Report*. National Hurricane Center, 16/12/2004, www.nhc.gov.