



PATRONES OTOÑALES DE CIRCULACIÓN A ESCALA DE MACROPROCESO Y SU INFLUENCIA EN LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PRECIPITACIONES EN LA MITAD OCCIDENTAL DE CUBA.

Autores: Guillermo Orbe Arencibia, Antonio de Jesús Fernández García y Sinaí Barcia Sardiñas.

orbe@cmpcf.cu sinaibs@yahoo.com

Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Instituto de Meteorología.

Palabras Claves: Procesos Sinópticos Objetivos (PSOs), Procesos de Circulación Extremos (PCEs), Distribución mesoescalar

Resumen: En el trabajo se analizan los patrones de circulación a escala de macroproceso en el bimestre septiembre-octubre, caracterizándose la distribución espacial de las precipitaciones en las provincias occidentales y centrales del país. Se discuten los diferentes procesos generadores de la precipitación en esta época del año, los cuales van desde las condiciones propias del calentamiento diurno, a otras situaciones donde interviene el desarrollo de disturbios tropicales en el Oeste del mar Caribe, sistemas frontales, y situaciones híbridas que dan un carácter particular a los patrones de precipitación de esa época del año. Se discute el valor de las cartas que muestran la distribución espacial de las precipitaciones en la mitad occidental de Cuba, tanto para el pronóstico a corto y mediano plazo, cómo para conocer mejor los mecanismos de génesis de las precipitaciones asociados a cada uno de los patrones analizados. Se aborda finalmente las particularidades del campo de precipitación asociado a cada una de las situaciones sinópticas excluidas por el proceso de la clasificación, las cuales coinciden en algunos casos con condiciones sinópticas extremas. Los resultados del trabajo constituyen una herramienta valiosa para los Grupos Provinciales de Pronósticos de las provincias centrales del país, así como para el Departamento Nacional de Pronóstico.

Abstract: In this work the atmospheric circulation patterns are analyzed in the macroscale in the months of September and October. Also is characterized the distribution of the precipitations in the western and central provinces of the country. The different generating processes of the precipitation are discussed in this time of the year, which go from the typical conditions of the day heating, to other situations where intervenes the development of tropical disturbances in the West of the Caribbean Sea, front systems, and hybrid situations that give a peculiar character to the patterns of rain. The value of the maps that show the spacial distribution of the precipitations in the west of Cuba are discussed, so much for the short and medium term forecast, as for the best knowledge of the mechanisms of genesis of the precipitations associated to each one of the analyzed circulation patterns. Finally are analyzed the particularities of the precipitation field associated to each one of the synoptic situations excluded by the process of the classification, which coincide in some cases with extreme synoptic conditions. The results of the work constitute a valuable tool for the Forecast Provincial Groups of the western provinces of the country and the Cuban National Weather Service.



1. INTRODUCCION

La climatología sinóptica es una herramienta importante para conocer el comportamiento mesoescalar de las variables meteorológicas, con relación al patrón de circulación dominante que influye en una región determinada. Los trabajos realizados en Cuba por Fernández y Díaz (2005), Orbe *et. al.* (2004) y Barcia (2005), muestran la relación entre los Procesos Sinópticos Objetivos (PSOs) y el comportamiento espacial de las variables meteorológicas.

A diferencia con los resultados anteriores, en el presente trabajo se aborda esta temática desde un ángulo diferente: como aspecto importante los PSOs fueron seleccionados en una ventana espacial que abarca una región muy extensa, a escala de macroprocesos y se tuvo en cuenta además una región extensa en el país que cubre las provincias occidentales y centrales. El objetivo principal del trabajo está dirigido a obtener las estructuras mesoescalares en el campo de la precipitación que reflejen las particularidades del patrón dominante de circulación, resultado que puede convertirse en una herramienta importante para el Departamento de Pronósticos del Instituto de Meteorología y para la mejor comprensión de los procesos mesoescalares.

2. MATERIALES Y METODOS

Para la realización del trabajo se empleó la Base de datos las bases de datos del NCEP-NCAR (National Center for Environmental Prediction - National Center for Atmospheric Research), seleccionando los datos de la presión en la superficie del nivel medio del mar y la altura neopotencial en el nivel de los 500 hPa, para el bimestre

septiembre-octubre en el periodo comprendido entre los años 1978-1999. Se aplicó la metodología de selección de los PSOs desarrollada por Fernández y Díaz (2005) a escala de macroprocesos de circulación de la atmósfera, empleando la ventana geográfica comprendida entre 5 y 45° de Latitud Norte y entre 50-110° de Longitud Oeste, para un total de 425 puntos, con una resolución de rejilla de 2.5°.

Fueron seleccionados a manera de ejemplo algunos de los patrones de circulación del bimestre analizado, así como varios Procesos de Circulación Extremos (PCEs), definidos con el criterio de probabilidad o frecuencia inferior al 1%. Fueron tomados además los datos de precipitación diaria de una red de pluviómetros seleccionada de manera conjunta entre los especialistas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) y los especialistas del Centro Meteorológico de Cienfuegos (CMP) que abarcan un total de 357 pluviómetros: Pinar del Río (39), Provincias Habaneras (64), Matanzas (61), Villa Clara (70), Cienfuegos (52) y Sancti Spiritus (71).

Con los datos de precipitación se calculó el valor medio de las precipitaciones y la frecuencia relativa de ocurrencia de precipitaciones expresada en por ciento, para cada uno de los 357 equipos considerados en toda la región. La Fig. 1 muestra la ubicación de los pluviómetros empleados en el trabajo, sobre las regiones occidental y central de Cuba. Fueron seleccionados los PSOs 1, 3, 4, 5, 18, 19 y 20, así como los PCEs 5, 9 y 13 representativos de procesos sinópticos extremos o de muy baja probabilidad ocurridos en el bimestre analizado.

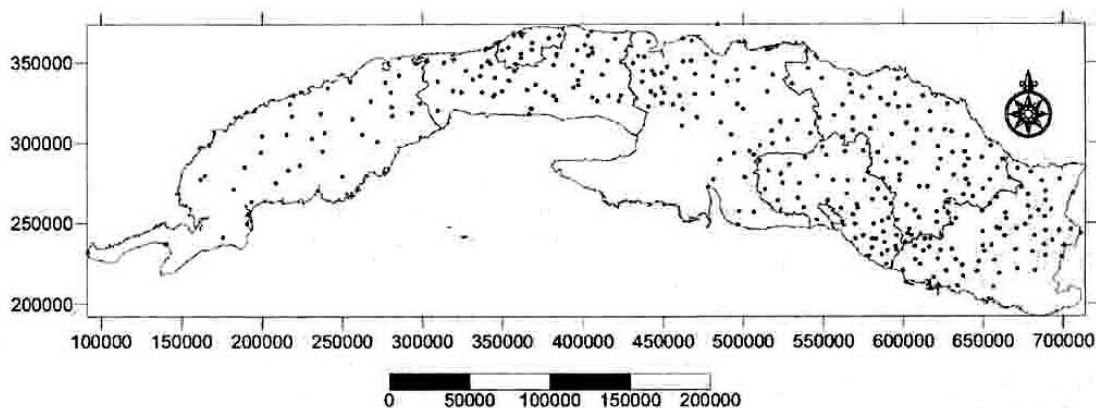


Fig. 1 Ubicación de los equipos colectores de precipitación de la red de Recursos Hidráulicos empleados en el trabajo.

Los patrones de circulación tomados a manera de ejemplo en el trabajo fueron insertados junto a los mapas de distribución de frecuencia e intensidad media de las precipitaciones en forma de un mosaico que ilustra las particularidades del proceso mesoescalar de las precipitaciones desde el día anterior (d-1), el día central (d) y el día final (d+1), en correspondencia con la evolución en el tiempo del patrón de circulación dominante, asociado a cada uno de los PSO y los PCEs considerados. En la vertical se representan los niveles de superficie, niveles

medios (Z 500) y altos de la atmósfera (Z 200).

El presente trabajo está insertado dentro las líneas fundamentales de la climatología sinóptica moderna: la primera de ellas encaminada a consolidar una futura herramienta para la predicción a corto y mediano plazo y la segunda para la creación de sistemas objetivos que posibiliten comprender mejor los procesos mesoescalares asociados con las precipitaciones en el país.

3. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

3.1 Distribución de la frecuencia de los Procesos Sinópticos Objetivos (PSOs), para el bimestre septiembre-octubre en el período 1978-1999.

Los meses de septiembre-octubre se corresponden con el último bimestre del período lluvioso en Cuba (mayo-octubre). La Tabla 1 refleja la distribución de los Procesos Sinópticos Objetivos para dicho bimestre en el período: 1978-1999. Se puede apreciar como quedaron identificados un total de 22 procesos a través de la metodología de clasificación sinóptica utilizada.

En la Fig. 2 se observa como hay una disminución gradual de la frecuencia, ilustrando cómo los patrones de circulación van paulatinamente desde los más frecuentes, hasta aquellos que se presentan con baja frecuencia. Se observa como los dos primeros procesos representan el 31 % de la muestra demostrando la persistencia de ambos en el período analizado. En la medida que la frecuencia disminuye, se aprecia también un incremento gradual del período de recurrencia, expresado en número de días en el bimestre.

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN DE LOS PSOs EN EL PERÍODO 1978-1999 PARA EL BIMESTRE SEPTIEMBRE-OCTUBRE.

Período 1978-1999			
PSOs	Casos	Frec. (%)	Recurrencia (días)
1	210	15.6	6
2	206	15.4	7
3	105	7.8	13
4	82	6.1	16
5	82	6.1	16
6	79	5.9	17
7	71	5.3	19
8	60	4.5	22
9	54	4.0	25
10	52	3.9	26
11	45	3.4	30
12	33	2.5	41
13	29	2.2	46
14	29	2.2	46
15	26	1.9	52
16	23	1.7	58
17	22	1.6	61
18	20	1.5	67
19	19	1.4	71
20	16	1.2	84
21	15	1.1	89
22	13	1.0	103

Procesos Sinópticos Objetivos
Períodos 1978- 1999

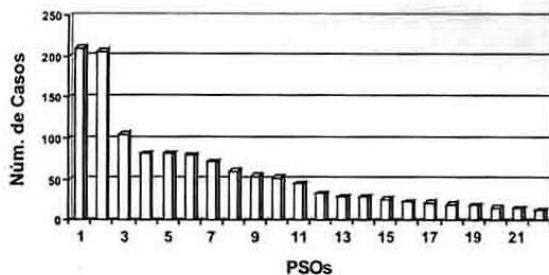


Fig. 2 Distribución de los PSOs para el período 1978-1999 en el bimestre septiembre-octubre.

3.2 Distribución espacial de las precipitaciones asociadas a algunos de los PSOs que caracterizan el bimestre septiembre-octubre

La Fig. 3 muestra la distribución espacial del campo de la intensidad media y de probabilidad de ocurrencia de precipitaciones para un período de 24 horas, relacionada con el PSO1 del bimestre septiembre-octubre. El patrón referido muestra la influencia en superficie de las altas presiones subtropicales, cuyo centro de acción principal se extiende al Este de la costa centro-oriental de los Estados Unidos, relativamente separado de la faja subtropical que se ubica entre los 25 y 35 grados Norte. El sistema de altas presiones se encuentra extendido en dirección general Este-Oeste, por encima al Norte de los 35 grados de latitud, apreciándose una celda secundaria en la parte centro oeste del continente norteamericano, el occidente de los Estados Unidos.

La posición referida del cinturón de altas presiones en superficie está ubicada en general en una posición más al Norte, lo cual establece una faja profunda de vientos de componente Este que predomina sobre gran parte del Atlántico occidental, el Golfo de Méjico y gran parte del continente. En niveles medios se aprecia la potente estructura del anticiclón subtropical, cuyo centro de acción principal se encuentra extendido al Norte y al Nordeste del Arco de las Antillas Menores. En la troposfera alta aparece bien definida la faja de celdas de altas presiones subtropicales, las cuales como es característico del inicio del período otoñal, interactúan

con la base de los Oestes, incentivando una vaguada que en gran medida semeja la estructura que caracteriza la TUTT (tropical upper-tropospheric trough) en los meses centrales del período estival.

El patrón referido produce que los núcleos de mayor intensidad de precipitación se concentren hacia el interior y centro-sur del territorio, principalmente en el territorio formado por las provincias Habaneras, Matanzas y las provincias de la región central de Cuba. El campo de probabilidades adopta una configuración semejante, aunque con independencia a esto se aprecia núcleos de máxima probabilidad de lluvia en la parte montañosa de las Alturas de Trinidad y de Sancti Spiritus y en la faja sur de los territorios de las provincias de Cienfuegos y Sancti Spiritus.

En el caso específico de la provincia de Pinar del Río los máximos de precipitación se distribuyen a lo largo de la Sierra de los Órganos y del Rosario, con máximos bien definidos en la probabilidad de precipitaciones que se concentran sobre la porción Noroeste del territorio de la provincia. En la distribución mesoescalar del campo de precipitaciones influye excepcionalmente el régimen de vientos y su interacción con las particularidades físico-geográficas de las regiones analizadas. La distribución espacial de las precipitaciones esta condicionada por la convergencia superficial del viento, que a su vez es dependiente del patrón de flujo dominante a escala sinóptica.

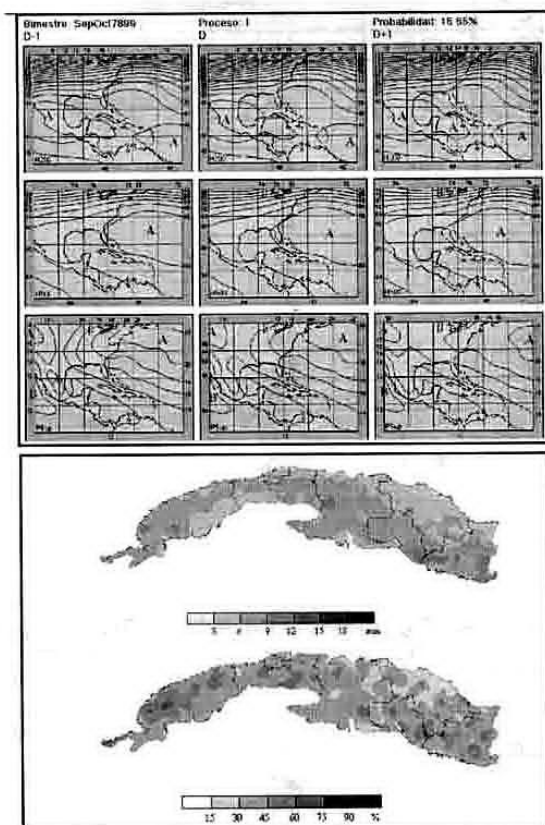


Fig. 3 PSO 1 y distribución mesoescalar de la intensidad media y la probabilidad de las precipitaciones en las regiones occidental y central de Cuba.

La Fig. 4 muestra el patrón de circulación asociado a la influencia periférica en superficie del Anticiclón subtropical del Atlántico, -PSO 3-, el cual interactúa con una zona de bajas presiones en las inmediaciones de la Península de Yucatán. Las altas presiones en niveles medios presentan un centro al Nordeste de Las Antillas Menores y se aprecia la onda polar extendida a lo largo de la faja oriental del continente americano. Las mayores probabilidades e intensidades de la lluvia se concentran en la mitad occidental de la provincia de Pinar del Río, independientemente que en el interior de las provincias de La Habana y Matanzas se aprecia un máximo bien definido. Con relación a la distribución de las lluvias en la región central de Cuba, en ella ocurre una disminución significativa de las precipitaciones, como resultado de encontrarse a una mayor distancia de la zona perturbada del sudeste del golfo de México y Yucatán.

La influencia de un sistema de altas presiones continentales de características migratorias se aprecia en la Fig. 5. Este proceso representado por el PSO 4, establece vientos algo fuertes de componente Nordeste, asociado al fuerte gradiente barométrico que establece en

superficie sobre el entorno del archipiélago cubano. Como es característico en estos tipos de procesos, la faja del Oeste penetra más hacia el Sur y el cinturón de las altas presiones subtropicales se extiende desde Méjico hacia el Estenordeste, con un centro de circulación principal al Nordeste de Las Antillas Menores en los niveles medios. En los niveles altos, caracterizados por la superficie de los 200 hPa, se aprecia la penetración más hacia el Sur de los Oestes.

Los máximos de precipitación asociados a este patrón se concentran hacia el Norte del territorio, tanto en la intensidad como en la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones y el mismo es característico de la ocurrencia del fenómeno asociado al brisote sucio, Millás (1945), que influye principalmente sobre la faja norte del territorio nacional. En el caso de la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de precipitaciones se evidencia más la concentración de máximos bien definidos, los cuales se extienden muy próximos al litoral Norte del territorio de la provincia. En este proceso influye la ubicación de los sistemas orográficos existentes sobre el occidente y centro del país.

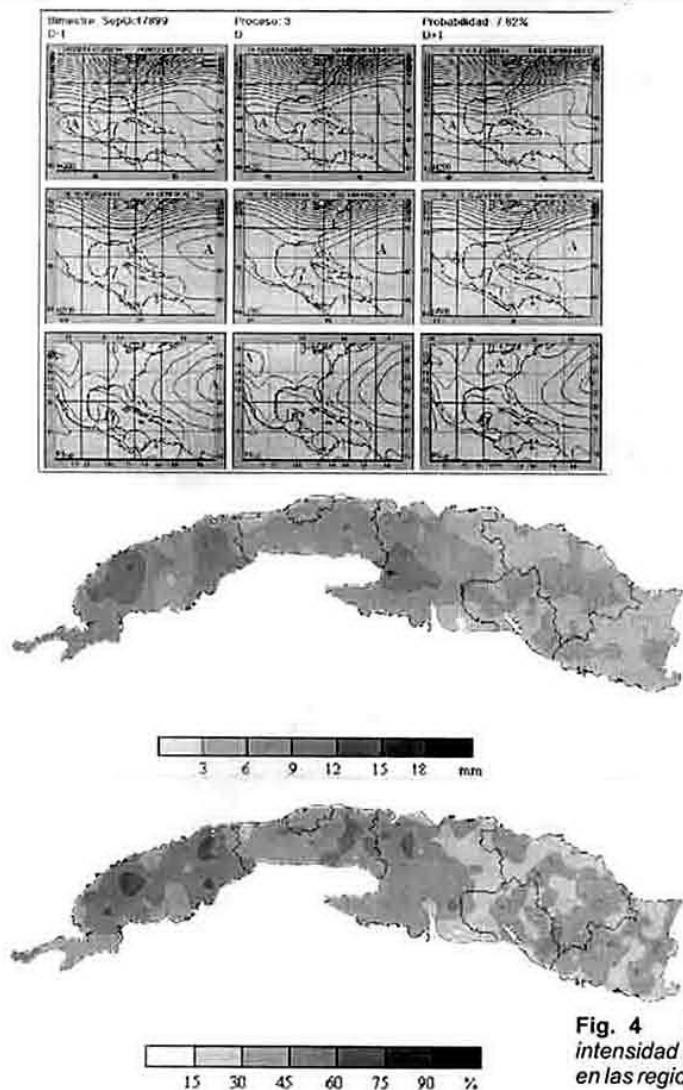


Fig. 4 PSO 3 y distribución mesoescalar de la intensidad media y la probabilidad de las precipitaciones en las regiones occidental y central de Cuba.

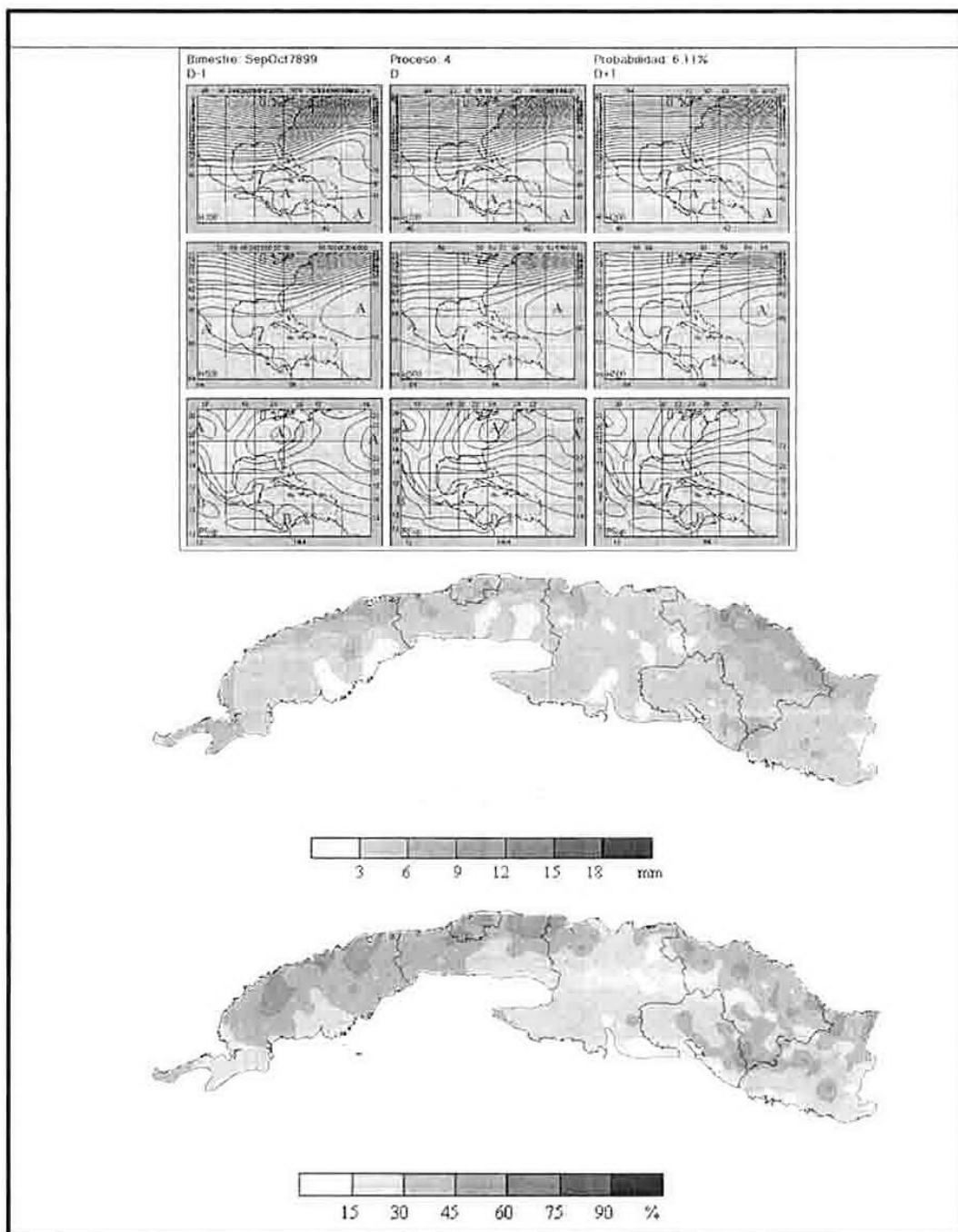


Fig. 5 PSO 4 y distribución mesoescalar de la intensidad media y la probabilidad de las precipitaciones en las regiones occidental y central de Cuba.

La Fig. 6 describe al PSO 5, el cual caracteriza un patrón atmosférico asociado a una extensa área de bajas presiones en el Noroeste del Caribe, Yucatán y el golfo de Campeche en superficie. Este patrón presenta rasgos similares al PSO 3, con la diferencia de que la celda subtropical de altas presiones en niveles medios está algo más retirada al Este y existe un mayor intercambio meridional en el área perturbada. Mientras que en los

niveles altos, la celda de máximo geopotencial se encuentra sobre México bien estructurada, expandiéndose al este en tiempo, para conformar un máximo secundario sobre los mares al sur de Cuba. Los máximos de precipitación se aprecian en Pinar del Río, los cuales pudieran estar asociado a traslado advectivo de sistemas convectivos vinculados al área de disturbio en el Noroeste del Caribe y Yucatán respectivamente.

El PSO 10 se aprecia en la Fig. 7, muestra en superficie el avance de un sistema frontal que es seguido de un anticiclón continental migratorio que influye sobre la mitad occidental de la isla. En los niveles medios la vaguada polar, profunda, muy bien estructurada, manteniendo un flujo confluyente sobre las provincias más occidentales y difluente sobre las provincias más orientales de la región central del país. En el nivel de 200 hPa el flujo es más zonal lo que contribuye al desplazamiento de los sistemas al este. La distribución de las precipitaciones presenta niveles de probabilidad mucho más bajos, con núcleos aislados y los núcleos de mayor intensidad y probabilidad se aprecian hacia el Norte del territorio como es característico en los sistemas

frontales que influyen en esta época del año, Fernández y Díaz (2005).

A diferencia de los anteriores patrones que hemos descrito con anterioridad, en este caso la frecuencia es de un orden inferior con una probabilidad de 3.87, además es perceptible la dinámica inducida por el propio proceso de circulación, que muestra el avance del sistema frontal al Este de la costa oriental del continente. La dinámica y desplazamiento del anticiclón migratorio de características continentales es también apreciable, con el desplazamiento al Sudeste de las altas presiones continentales, las cuales en el plazo d+1 se aproximan a la costa oriental del continente.

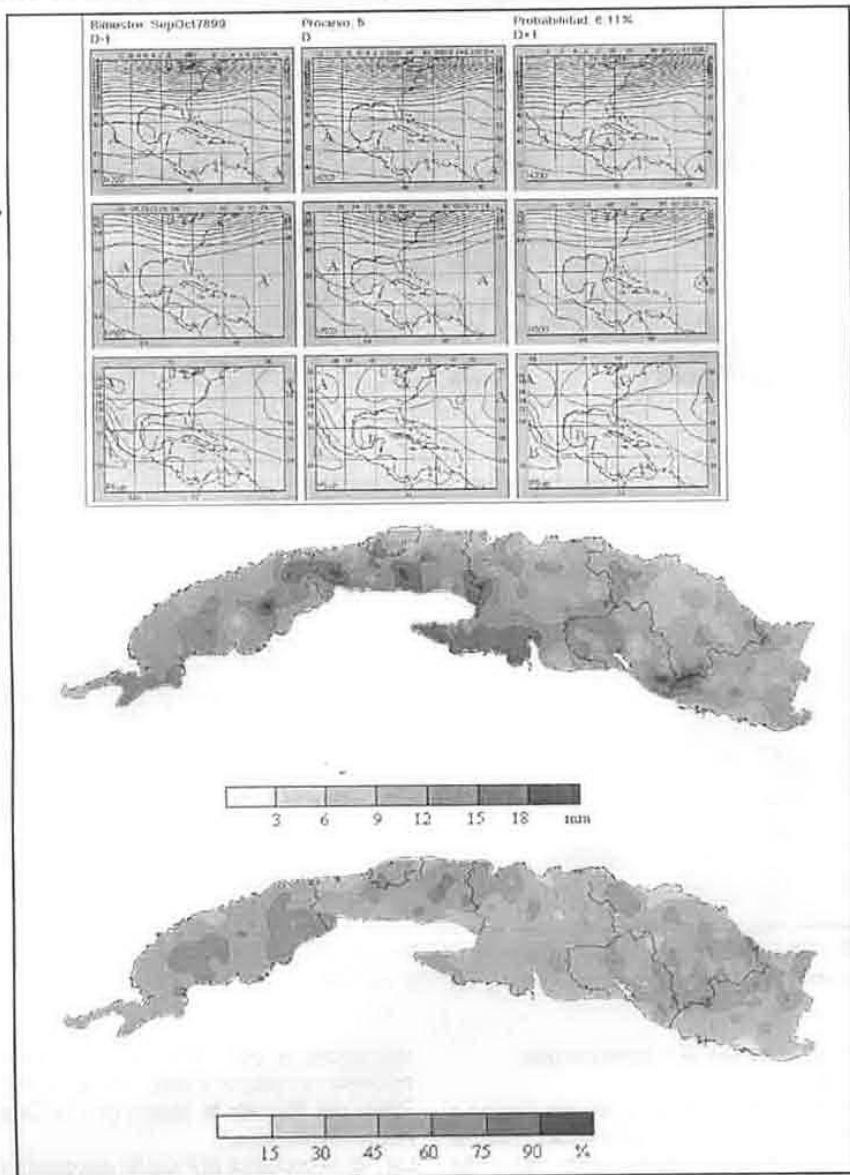


Fig. 6, PSO 5 y distribución mesoescalar de la intensidad media y la probabilidad de las precipitaciones en las regiones occidental y central de Cuba.

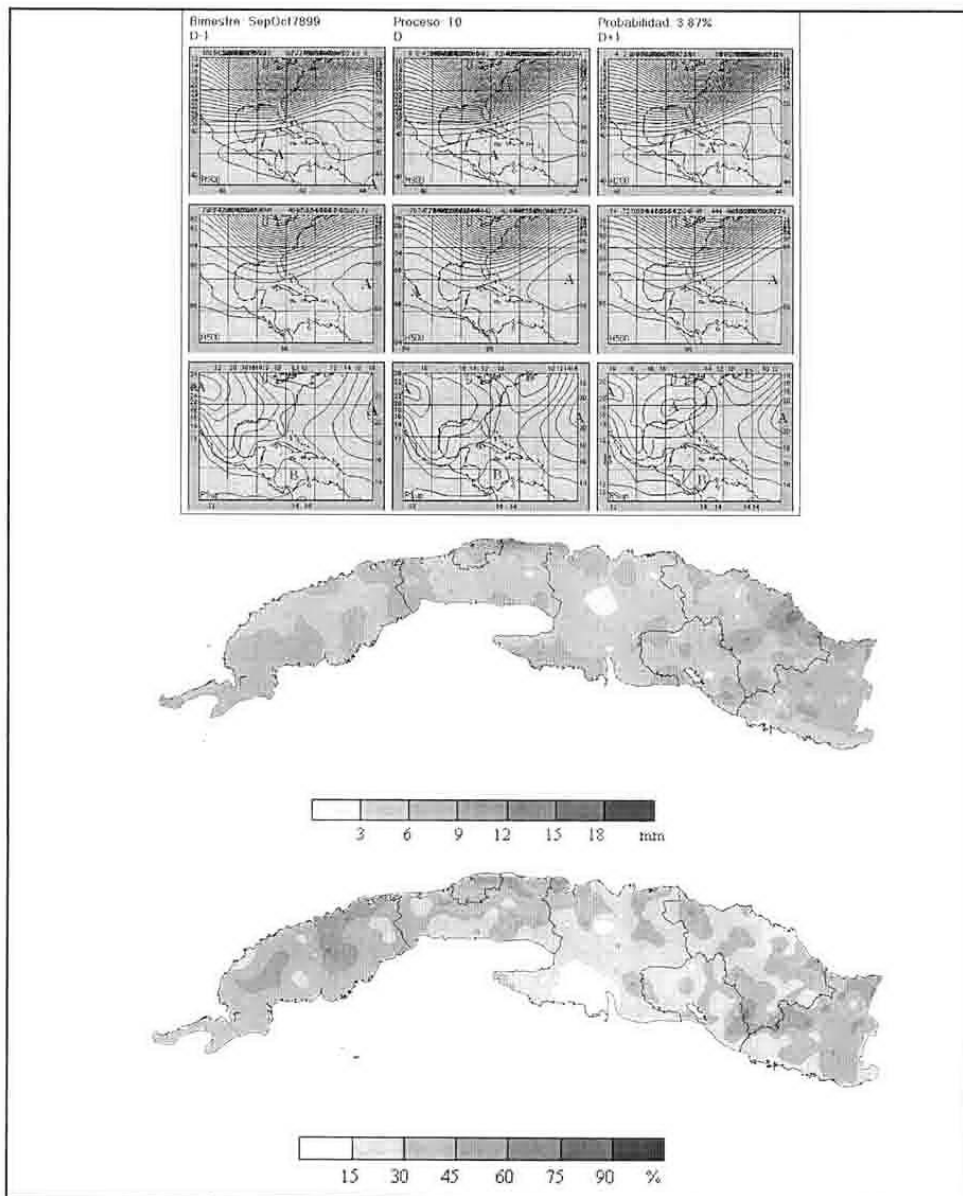


Fig. 7 PSO 10 y distribución mesoescalar de la intensidad media y la probabilidad de las precipitaciones en las regiones occidental y central de Cuba.

3.3 Distribución espacial de las precipitaciones asociadas a los PCEs

La distribución espacial de las precipitaciones asociadas a los PCEs adopta configuraciones muy específicas, dado el carácter extremo que poseen estos procesos de circulación de muy baja probabilidad (menos del 1%).

La Fig. 8 ilustra el caso del PCE 1, asociado a gradientes muy débiles de componente Este en superficie, que se combinan con una marcada influencia anticiclónica en niveles medios y altos de la troposfera. Las lluvias

asociadas a este proceso son bastante escasas y los núcleos de mayor interés se aprecian en la provincia de Pinar del Río, en la Sierra de los Órganos y del Rosario respectivamente.

La Fig. 9 muestra el PCE 9, asociado al paso del huracán Lili en octubre de 1996, por las provincias centrales de Cuba. Tal y como se muestra, las precipitaciones el día 18 fueron muy intensas, al Este de la provincia de Matanzas, incluyendo todo el territorio de las provincias de Villa Clara, Cienfuegos y Sancti Spiritus.

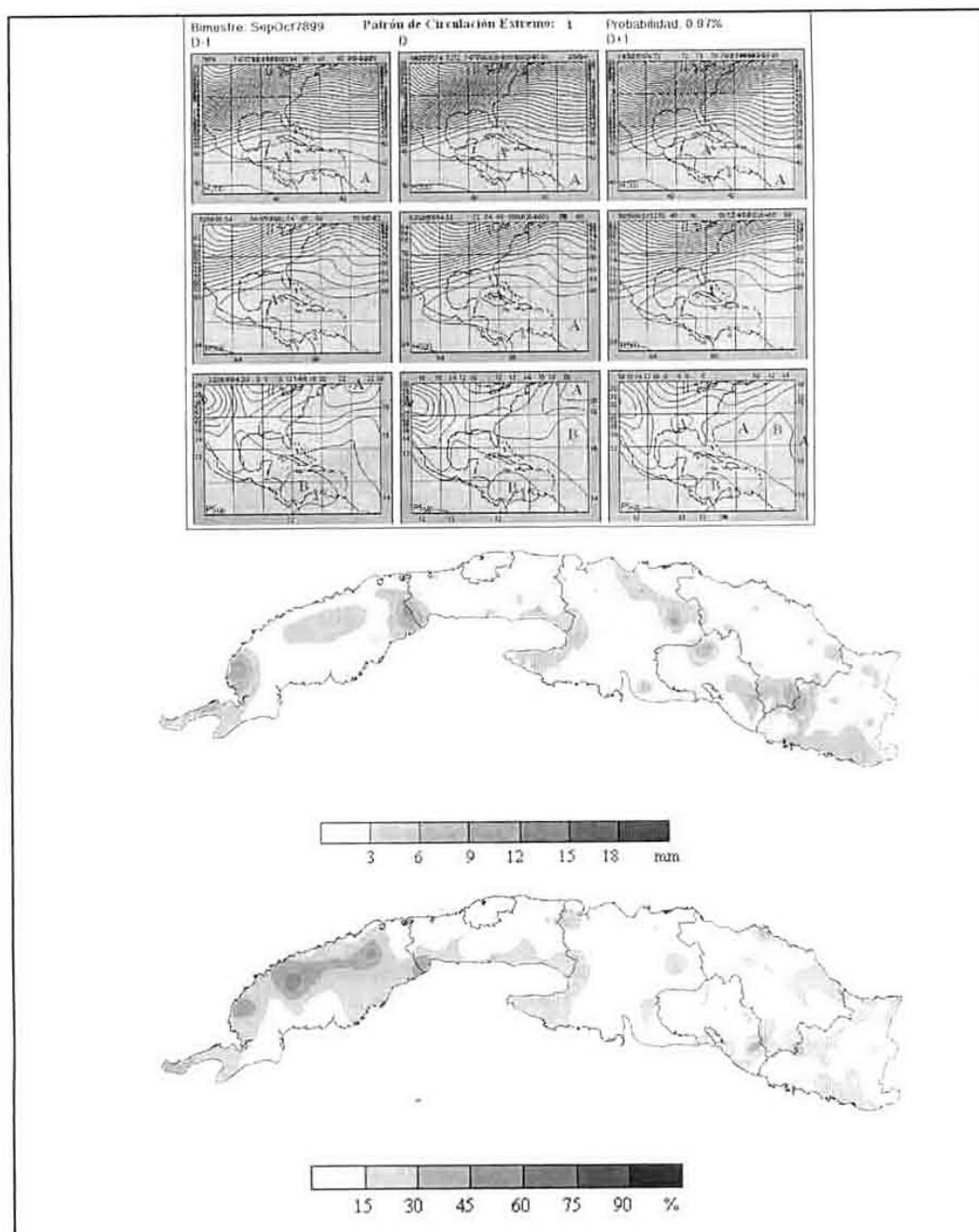


Fig. 8 PCE 1 y distribución mesoescalar de la intensidad media y la probabilidad de las precipitaciones en las regiones occidental y central de Cuba.

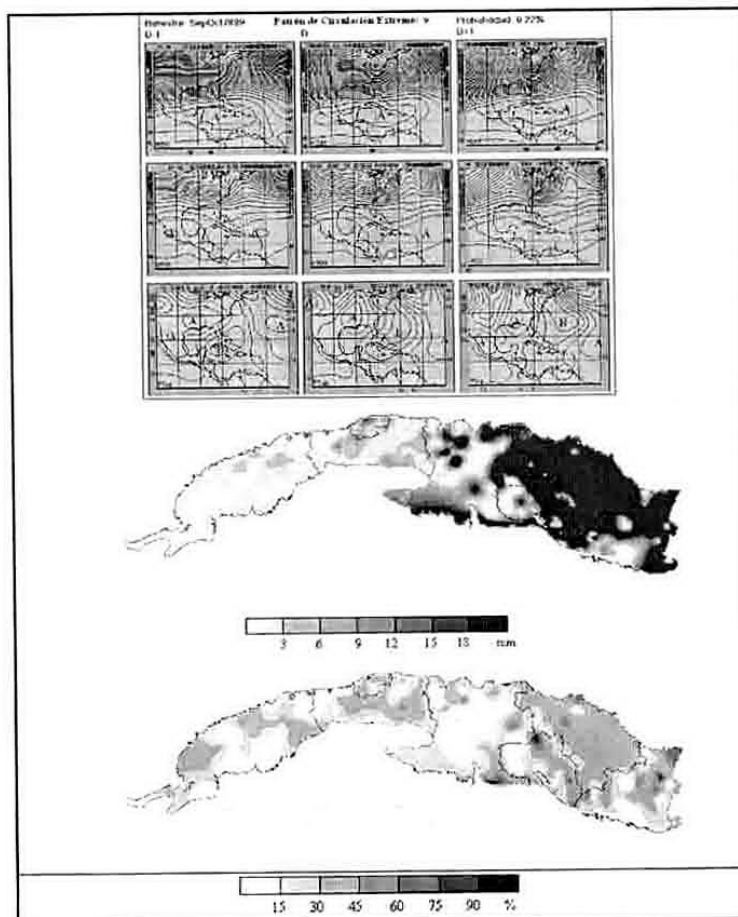


Fig. 9 PCE 9 y distribución mesoescalar de la intensidad media y la probabilidad de las precipitaciones en las regiones occidental y central de Cuba.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

■ Los patrones mesoescalares de precipitación asociados a los PSOs, para la probabilidad de ocurrencia e intensidad media de las precipitaciones constituyen una herramienta importante para la predicción a corto y mediano plazo, tanto para el Departamento Nacional, como para los Grupos Provinciales de Pronóstico de la mitad occidental de Cuba.

■ Los patrones discutidos a manera de ejemplo en el bimestre septiembre-octubre, indican como el proceso de circulación establecido interactúa con las particularidades físico-geográficas de las regiones analizadas, correspondientes con las regiones occidental y central del país.

■ En el caso de los PSOs, las distribuciones resultantes transcriben un patrón mesoescalar medio del régimen de probabilidad e intensidad de las precipitaciones de la región seleccionada (desde Pinar del Río hasta Sancti Spiritus).

■ Se recomienda la extensión de este resultado a otros territorios del país y para cada una de las estaciones

del año que componen la diversidad de los patrones de circulación.

5. REFERENCIAS

- BARCIA S. (2005): "Tendencia de los patrones de circulación y su influencia en las precipitaciones en Cienfuegos en el bimestre mayo-junio". Tesis para optar por el grado académico de Master en Ciencias Meteorológicas, Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas, 87 pp.
- FERNANDEZ A. y Y. DIAZ (2005): *Catálogo de los procesos sinópticos en el archipiélago cubano en el período 1979-1993*, Imprenta GeoCuba, ISBN: 959-02-0355-8, 167 pp.
- MILLAS C. (1945): "Los brisotes en la Habana". En Rev. del Observatorio Nacional, La Habana, 34 pp.
- ORBE G., S. BARCIA y A. J. FERNANDEZ (2004): "Distribución mesoescalar de las precipitaciones y su vínculo con los Procesos Sinópticos Objetivos", Rev. Cubana de Meteorología, Vol. 11, Num. 2, pp. 15-21.