

Acumulados decenales de precipitación en las provincias centrales de Cuba

Miriam Teresita Llanes Monteagudo,
miriam.llanes@insmet.cu; Centro de Pronósticos
Sinaí Barcia Sardiñas, Antonio de Jesús Fernández García y
Guillermo Pastor Orbe Arencibia
Centro Meteorológico de Cienfuegos

Resumen

Se realiza un análisis estadístico de los totales decenales de precipitación en las provincias de Cienfuegos, Villa Clara y Sancti Spiritus, en el período comprendido entre 1979-1999. Teniendo en cuenta la subdivisión por zonas propuesta por Kivganov *et al.* (1987) y Fernández (1987), se analiza la marcha anual de los totales decenales de precipitación en las fajas norte, central, sur y zona montañosa de las alturas de Trinidad y Sancti Spiritus. Son establecidas las diferencias principales del régimen de los totales decenales de precipitación, con énfasis en el comportamiento de los períodos de tránsito entre las estaciones de seca y lluviosa respectivamente. Se analiza además, el comportamiento en forma secuencial de la distribución espacial de los totales decenales de precipitación en las provincias centrales, relacionando las que presentan mayores contrastes con los patrones de circulación que caracterizan la época del año. El análisis se subdivide en forma de cuatro paneles de 12 mapas representativos de cada decena, dos de ellos pertenecientes al período poco lluvioso del año y los otros dos en correspondencia con la estación de las lluvias. Se incluyen gráficos y mapas que ilustran el contenido de la investigación.

Palabras claves: precipitación, acumulados decenales.

Introducción

La mayoría de los estudios que han abordado el comportamiento de la distribución espacial de las precipitaciones en Cuba han sido ajustados al período de duración mensual y anual. La distribución espacial de las medias mensuales de precipitación muestran una elevada variabilidad espacial y temporal, de acuerdo con la información inferida de las cartas isoyéticas elaboradas por Trusov *et al.* (1983). La distribución espacial de las precipitaciones está condicionada por factores orográficos, la proximidad de la costa, la existencia de presas y las condiciones mesoescalares de cada zona del país (Fernández, 1987).

Es importante validar el estudio de las precipitaciones no solamente atendiendo a su comportamiento mensual, sino que es indispensable analizarla en otros intervalos o períodos de tiempo. Los sinópticos por ejemplo, han desarrollado metodologías objetivas para pronosticar el campo de las probabilidades de lluvia a corto plazo, sin dejar el aspecto vinculado con el comportamiento de los acumulados para diferentes rangos de intensidad

de lluvia, Fernández (1987), Naranjo (1990) y Fernández *et al.* (1998). Una de las prioridades actuales de los servicios meteorológicos lo constituye el pronóstico a plazo medio, el cual adquiere una importancia estratégica para la economía del país. En esta última dirección se han realizado esfuerzos dirigidos a la creación de metodologías y herramientas de trabajo, soportadas en las técnicas interpretación estadística de los modelos hidrodinámicos, Rubiera (1990), Llanes (1999), Hernández (1999) y Fernández *et al.* (2003).

El estudio del comportamiento de las precipitaciones en períodos decenales se inserta adecuadamente en los esquemas actuales de pronóstico de plazo medio. Para la agrometeorología y sus aplicaciones, el tratamiento decenal de las variables meteorológicas constituye el eslabón de partida del procesamiento básico de la información de esta especialidad. Contar con un sistema eficiente de pronóstico decenal de lluvias y temperatura, potenciaría al servicio meteorológico en la creación de nuevos servicios científico-técnicos, que se aplicarían en diferentes sectores de la economía del país.

Este trabajo está dirigido a estudiar la distribución espacial y temporal de los acumulados decenales de precipitación, partiendo de la disponibilidad de una red densa seleccionada del Instituto de Recursos Hidráulicos en las provincias centrales. Los marcados contrastes de los acumulados decenales de precipitación son condicionados por los factores físico-geográficos que caracterizan cada región del país y por la evolución de las condiciones sinópticas en cada una de las épocas del año. El análisis de la distribución espacial de los totales de lluvia decenal posibilitará conocer mejor las particularidades de este régimen y ahondar también en los mecanismos de la circulación atmosférica que conllevan a ello.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo esta investigación se tomó una red de pluviómetros de 197 equipos pertenecientes al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos en las provincias de Cienfuegos, Villa Clara y Sancti Spíritus, en el período 1979-1999 (21 años). La metodología consultada implicó los siguientes pasos:

1. Fueron calculados los totales decenales de precipitación para cada uno de las 197 series pluviométricas disponibles. La figura 1 muestra la distribución espacial de la red pluviométrica empleada en las provincias de Cienfuegos, Villa Clara y Sancti Spíritus. Los datos faltantes en estas series de datos diarios fueron rellenados, con ecuaciones de regresión múltiple entre equipos equidistantes a una distancia inferior a 10 km. Se tuvieron en cuenta los criterios aportados por Centella *et al.* (1997), respecto a la existencia de un período de ruptura, *break point*, a partir de los años 1977-1978 en el comportamiento de las series climáticas del país.
2. Se realizó una subdivisión geográfica en la región central del país, teniendo en cuenta la metodología de estratificación basada en los análisis de correlación del campo de precipitaciones diarias, para las regiones occidental, central y oriental de Cuba, elaborada por Kivganov *et al.* (1987) y Fernández (1987). De esta manera quedó subdividida en: faja norte, faja central, faja sur y zona montañosa. La

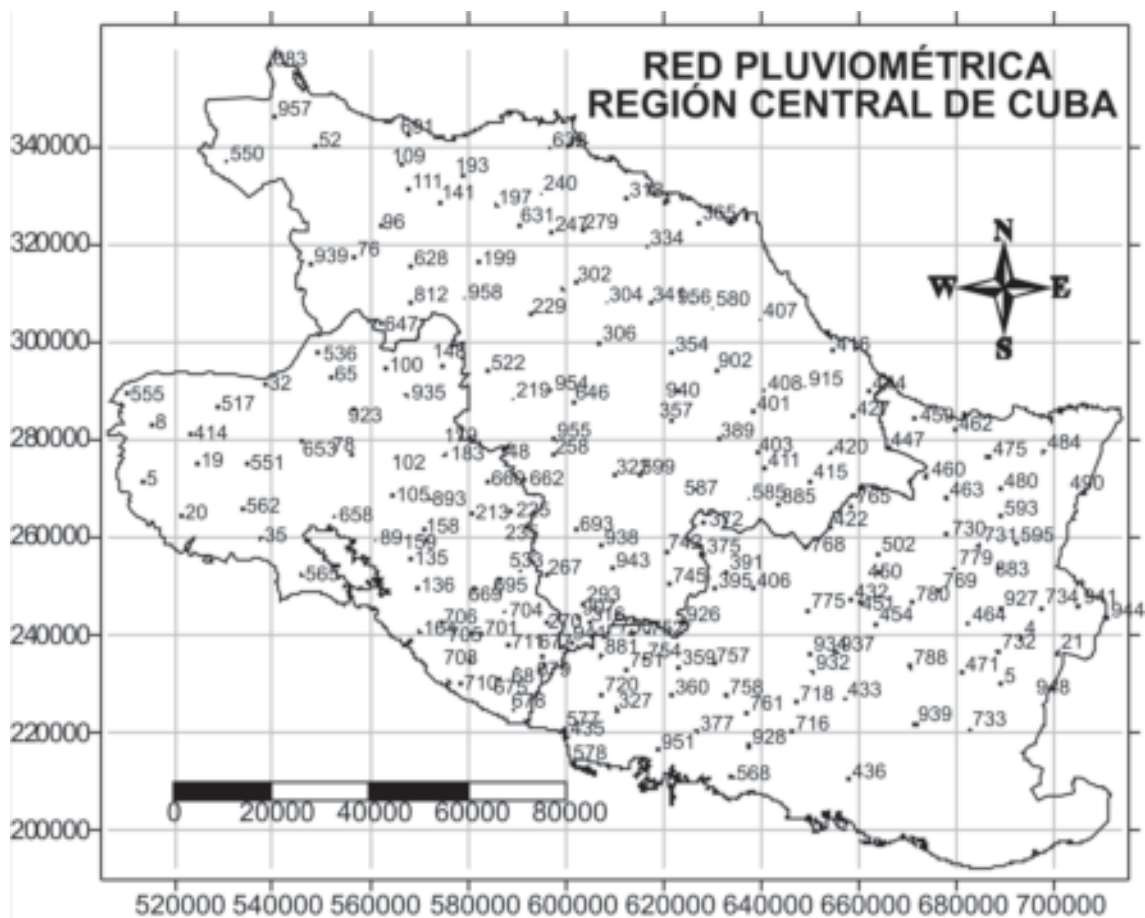


Fig. 1. Red pluviométrica empleada de las provincias de Cienfuegos, Villa Clara y Sancti Spíritus.

figura 2 ilustra la subdivisión geográfica realizada que comprende las redes pluviométricas disponibles en cada una de estas regiones.

3. Fueron elaborados histogramas que reflejan la marcha anual de los totales decenales de precipitación en las cuatro regiones en que fue subdividido el territorio de las provincias de Villa Clara, Cienfuegos y Sancti Spiritus.
4. Se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG), MAPINFO versión 5.0, para la digitalización de las costas, contornos provinciales y municipales, trabajando en una escala de 1/250 000. Estos datos fueron asentados de forma automatizada y analizados con la aplicación del SURFER versión 7.0 y el software MAP, Durán *et al.* (2004), para realizar la distribución espacial de las precipitaciones. El método de interpolación utilizado fue el Kriging con ajuste de variograma lineal y efecto de nodo cero.
5. Los 36 mapas de distribución espacial de los totales decenales de precipitación, fueron colocados en cuatro paneles, dos de ellos en correspondencia con el período poco lluvioso del año y los dos restantes pertenecientes a la estación de las lluvias. El primer panel de mapas comprende el trimestre noviembre-diciembre-enero, y el segundo, el período febrero-marzo-abril. Para ambos paneles del período poco lluvioso, se empleó la misma escala en el análisis, comprendida en seis rangos:

$\leq 10,0$ mm, $> 10,0 - \leq 20,0$ mm, $> 20,0 - \leq 30,0$ mm, $> 30,0 - \leq 40,0$ mm, $> 40,0 - \leq 50,0$ mm y $> 50,0$ mm.

6. El período lluvioso quedó definido en dos paneles que abarcan los trimestres: mayo-junio-julio y el segundo agosto-septiembre-octubre. Para ambos paneles del período lluvioso del año, se empleó la misma cantidad de rangos en la escala de análisis, comprendida en los siguientes:

$< 20,0$ mm, $\geq 20,0 - < 45,0$ mm, $\geq 45,0 - < 70,0$ mm, $\geq 70,0 - < 95,0$ mm, $\geq 95,0 - < 120,0$ mm y $\geq 120,0$ mm.

Resultados y discusión

Marcha anual de los totales decenales de precipitación

La figura 3 (a y b) muestra la marcha anual de los totales decenales de precipitación en la faja norte del territorio de las provincias centrales y la zona montañosa que comprende las Alturas de Trinidad y Sancti Spiritus. Los contrastes entre las dos regiones son significativos, atendiendo principalmente a la magnitud que alcanzan los acumulados de precipitaciones en la zona montañosa referida. En la zona montañosa se produce un aumento de las lluvias decenales desde la primera decena del mes de abril (décima decena), y alcanzan en la tercera de mayo el máximo decenal anual con un acu-

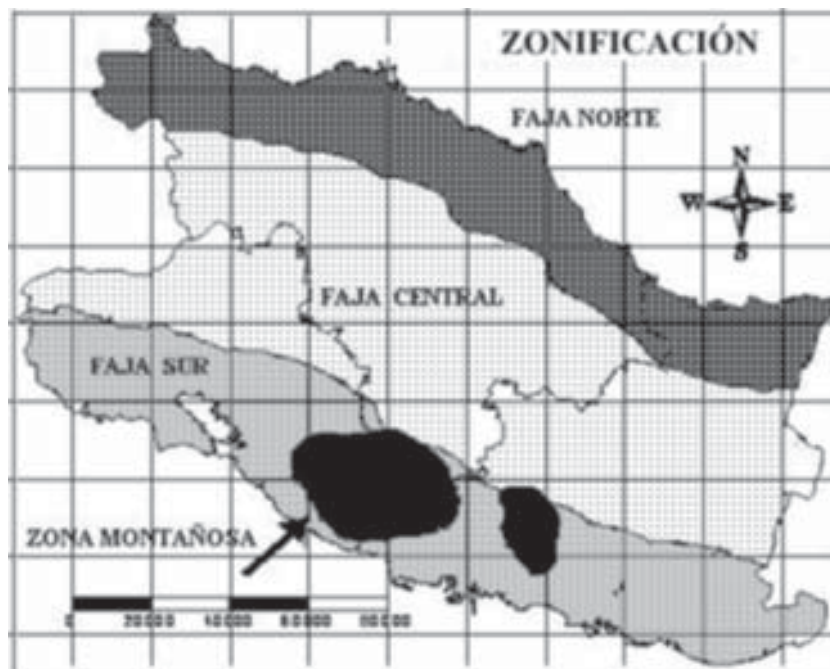


Fig. 2. Subdivisión geográfica realizada en el territorio de las provincias centrales, de acuerdo con el criterio empleado por Kivganov *et al.* (1987) y Fernández (1987).

mulado promedio cercano a los 140 mm. Por el contrario en la faja norte del territorio central este ascenso ocurre de forma mucho más suave. A lo

largo de las tres decenas del mes de abril es discreto y no sobrepasa los 25 mm de acumulado medio para cada una de las decenas.

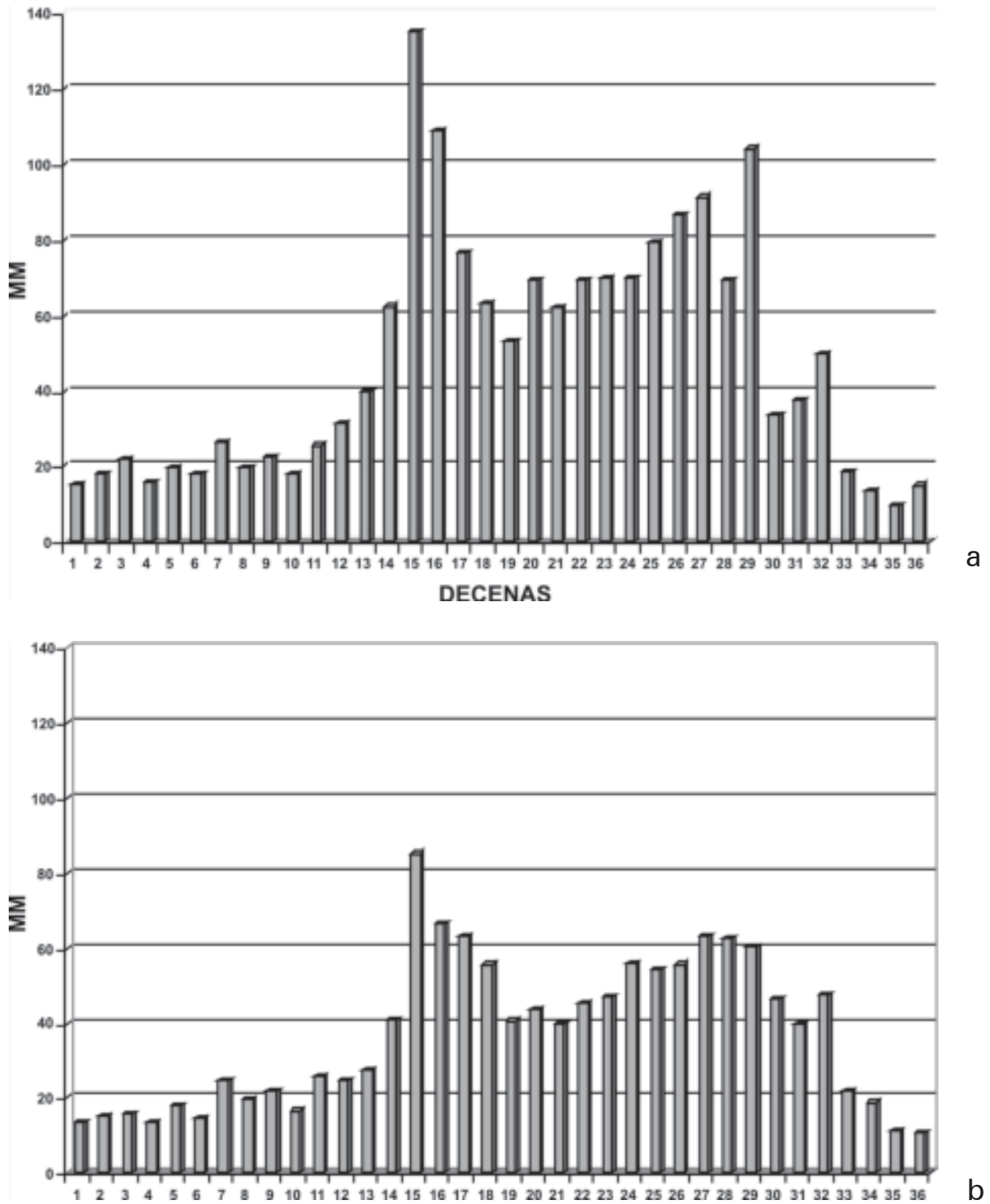
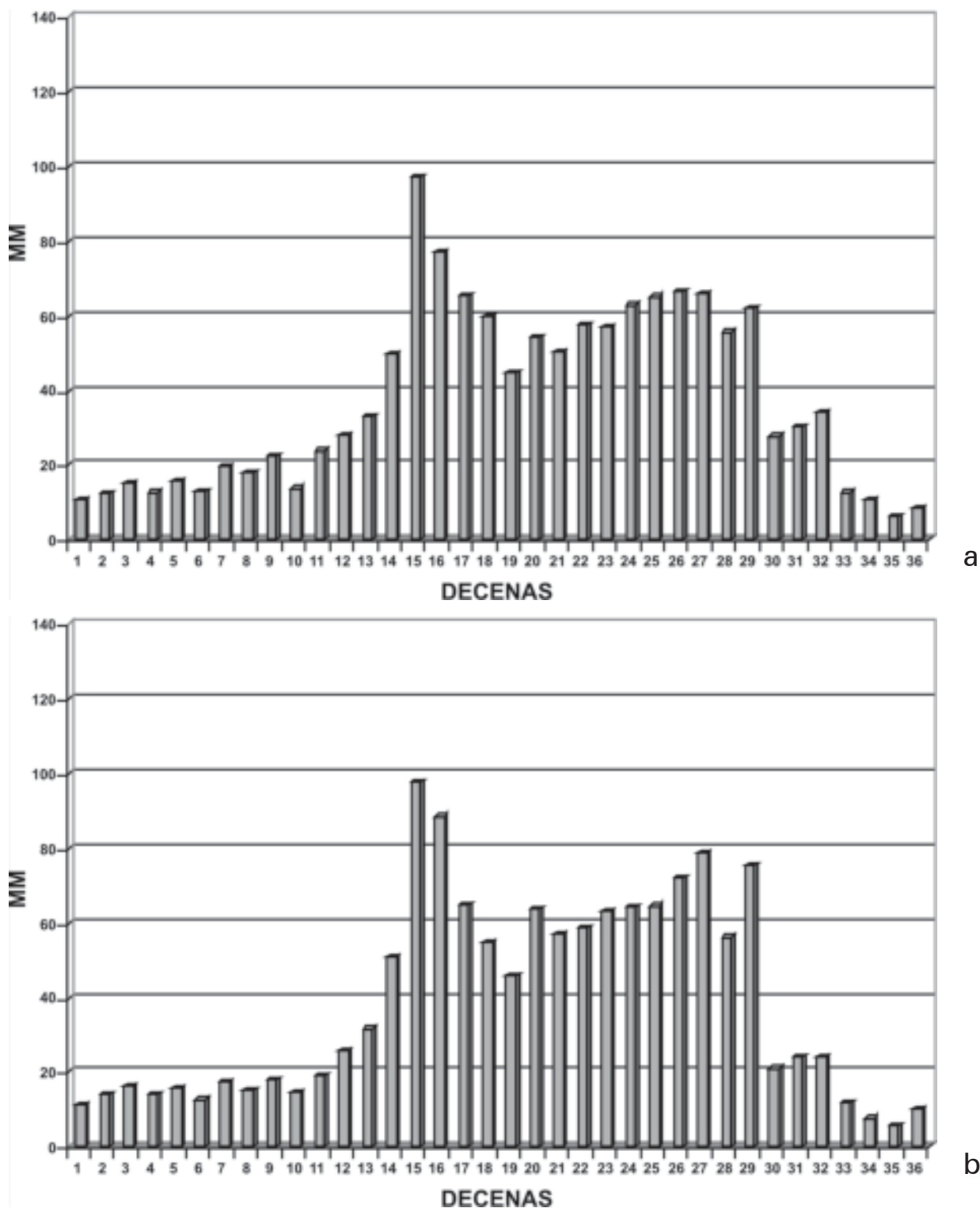


Fig. 3. Marcha anual del total decenal de precipitaciones en el período 1979-1999 (21 años), a) zona montañosa de las Alturas de Trinidad-S. Spíritus y b) faja norte.

La información vertida en ambos gráficos ilustra la irrupción de comienzo del período lluvioso a partir de la segunda decena de mayo. Tal y como se observa, los acumulados decenales de la segunda decena duplican los de la tercera decena de abril y

rebasan más de 30 % del acumulado con relación a la primera. Algo similar ocurre en las zonas definidas como las fajas central y sur (Figs. 4a y 4b), que presentan un comportamiento intermedio entre la faja norte del territorio y la zona montañosa de la región.



A pesar de que en la faja norte también se produce el máximo de precipitaciones en la tercera decena de mayo, este no sobrepasa los 85 mm, en contraste con la magnitud observada en la montaña y el resto de las regiones. A partir de la primera decena de junio se produce una tendencia a la reducción de los acumulados decenales, lo cual se corresponde con el aumento de la influencia del anticiclón de las Azores-Bermudas, hasta alcanzar un mínimo relativo en la primera decena del mes de julio. De ahí en adelante ocurre el proceso a la inversa y las decenas del mes de agosto son más lluviosas que las de julio, hasta producirse el incremento de septiembre, que suele también presentarse abruptamente en la montaña.

Comienza a producirse un descenso en octubre, con excepción de la segunda decena en la parte montañosa que presenta un máximo significativo que supera los 100 mm. En la faja norte territorial por el contrario, las precipitaciones mantienen niveles más estables, aunque en la tercera decena se palpa una reducción muy abrupta en el resto de las regiones (Figs. 3a, 4a y 4b). Esta reducción es muy marcada, entre 3 y 4 veces menos con relación a la segunda decena de octubre, lo cual permite que la tercera decena de octubre presente al menos en esta parte del país, rasgos que caracterizan al período poco lluvioso del año, que comienza en el mes de noviembre.

Otro rasgo interesante es el hecho de que en la faja norte del territorio (Fig. 3b), se mantienen acumulados significativos de precipitaciones en la primera y segunda decenas del mes de noviembre, incluso, el acumulado de la segunda decena supera el de la tercera de octubre, lo cual se evidencia también con claridad en la zona montañosa (Fig. 3b). Por el contrario hacia la faja sur del territorio, sí se enfatiza una reducción en el transcurso de las decenas de noviembre, estableciendo condiciones típicas del período poco lluvioso del año (Fig. 4b).

En el mes de diciembre se produce una marcada disminución de las lluvias en todas las regiones del territorio. En común se produce que la segunda decena de diciembre es la menos lluviosa, al menos en esta parte del país. En este período del mes son frecuente patrones de circulación que reflejan en el niveles medios una profunda dorsal anticiclónica, que en ocasiones se caracteriza por la estructuración de un potente anticiclón, bien definido en los procesos sinópticos objetivos de este mes del año (Fernández y Díaz, 2003).

Los totales decenales subsiguientes del período poco lluvioso del año correspondiente con los meses de enero y febrero muestran cierta homo-

geneidad en las diferentes zonas analizadas. Tal y como es conocido los sistemas frontales aportan un elevado porcentaje de las precipitaciones que ocurren en esta época del año. A partir de la primera decena del mes de marzo se nota un aumento de los acumulados de las precipitaciones, con un ligero descenso en la segunda decena y un nuevo incremento de los acumulados en la tercera decena de este mes.

Distribución espacial de los totales decenales de precipitación

Período poco lluvioso del año

La distribución espacial de los totales decenales de precipitación correspondientes con la primera mitad del período poco lluvioso del año se aprecia en la figura 5, representativos del trimestre noviembre-enero.

Se muestra en la figura 5a los contrastes del campo de las precipitaciones decenales del mes de noviembre, caracterizados por una primera y segunda decena donde se presentan acumulados decenales significativos en las alturas del nordeste, en la parte norte de la provincia de Sancti Spiritus, la parte oriental de Villa Clara y la zona montañosa de las alturas de Trinidad.

En este mes, primero del período poco lluvioso del año, desembocan intensos anticiclones migratorios de origen continental sobre la porción oriental de los Estados Unidos, los cuales establecen vientos de fuerte componente nordeste, que en ocasiones arrastran actividad de chubascos que afectan la costa norte del país. Cuando estos sistemas vienen acompañados con chubascos a intervalos suelen ser conocidos con el nombre de *brisote sucio* (Millás, 1945), este fenómeno es típico de la distribución espacial de las precipitaciones encontradas en la primera y segunda decenas del mes. La tercera decena muestra una drástica disminución de la intensidad de este patrón mesoescalar, aunque se mantienen el máximo de las alturas del nordeste reflejado en las cartas de las dos primeras decenas.

Las decenas en diciembre presentan contrastes espaciales de mucha menor magnitud, aparece una segunda decena donde se generalizan los acumulados inferiores a los 10 mm⁻¹ la más seca de todo el año.

Durante las decenas de enero se produce un nuevo aumento de los totales decenales, sin embargo, los máximos se concentran en la parte montañosa de las alturas de Trinidad y otros de menor magnitud que se diseminan en el resto del territo-

rio. La actividad típica de los frentes fríos de esta época del año, constituyen la causa fundamental de las precipitaciones en las primeras tres decenas del año.

La distribución espacial de los totales decenales de precipitación correspondientes con la segunda mitad del período poco lluvioso del año se aprecia en la figura 6, representativos del trimestre febrero-abril.

En la figura 6a se ilustra el segundo panel de la distribución espacial de las precipitaciones en el período poco lluvioso del año, correspondiente con el trimestre febrero-marzo-abril. En la segunda mitad del período poco lluvioso las precipitaciones decenales presentan particularidades diferentes a

la primera mitad. Otros procesos sinópticos caracterizan esta época del año, como es la presencia de sistemas de circulación que producen vientos de componente sur, mayor influencia del anticiclón subtropical y la aparición de condiciones características de la transición hacia el período lluvioso del año.

Marcada homogeneidad espacial presenta la distribución espacial de las precipitaciones en las decenas del mes de febrero, independientemente que hacia la parte montañosa de las alturas de Trinidad y en el noroeste de Villa Clara en la segunda decena, existen núcleos con acumulados superiores a los 20 mm. Las decenas de marzo ya presentan contrastes espaciales, principalmente en la pri-

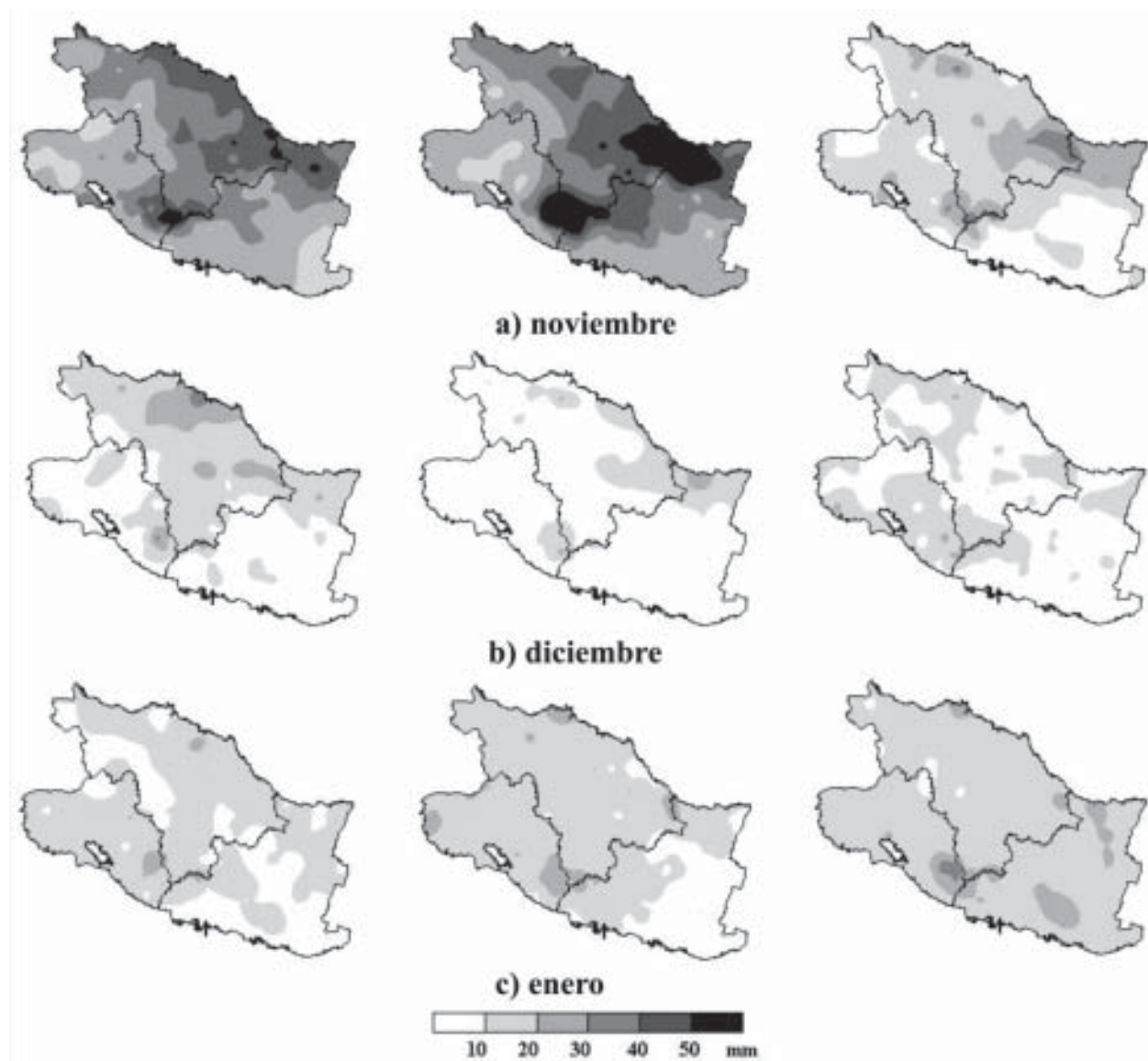


Fig. 5. Distribución espacial de los totales decenales de precipitación en el período noviembre-enero, período 1979-1999 (21 años).

mera y tercera decena del mes. En la primera decena se aprecia que los máximos de precipitación se concentran en la mitad norte de la provincia y la zona montañosa de las alturas de Trinidad, lo cual está vinculado al paso de sistemas frontales que en ocasiones son precedidos por líneas prefrontales de chubascos y tormentas eléctricas.

En la tercera decena de marzo se aprecia una configuración espacial que sugiere un incremento de las precipitaciones en el interior del territorio, con un máximo bien definido en el norte de Cienfuegos y el suroeste de Villa Clara. Los mapas de distribu-

ción espacial de las precipitaciones diarias están condicionados por la combinación entre situaciones sinópticas que incentivan las precipitaciones y el efecto inducido por el calentamiento en horas de tarde, Fernández (comunicación personal). En abril este efecto se amplifica más, y se produce un aumento sensible de las precipitaciones entre la primera y tercera decena. La distribución espacial de las precipitaciones en la tercera decena ilustra una cadena de núcleos con valores medios superiores a los 30 mm, en el noroeste de Cienfuegos, las alturas de Trinidad y la parte centro suroeste de la provincia de Sancti Spiritus.

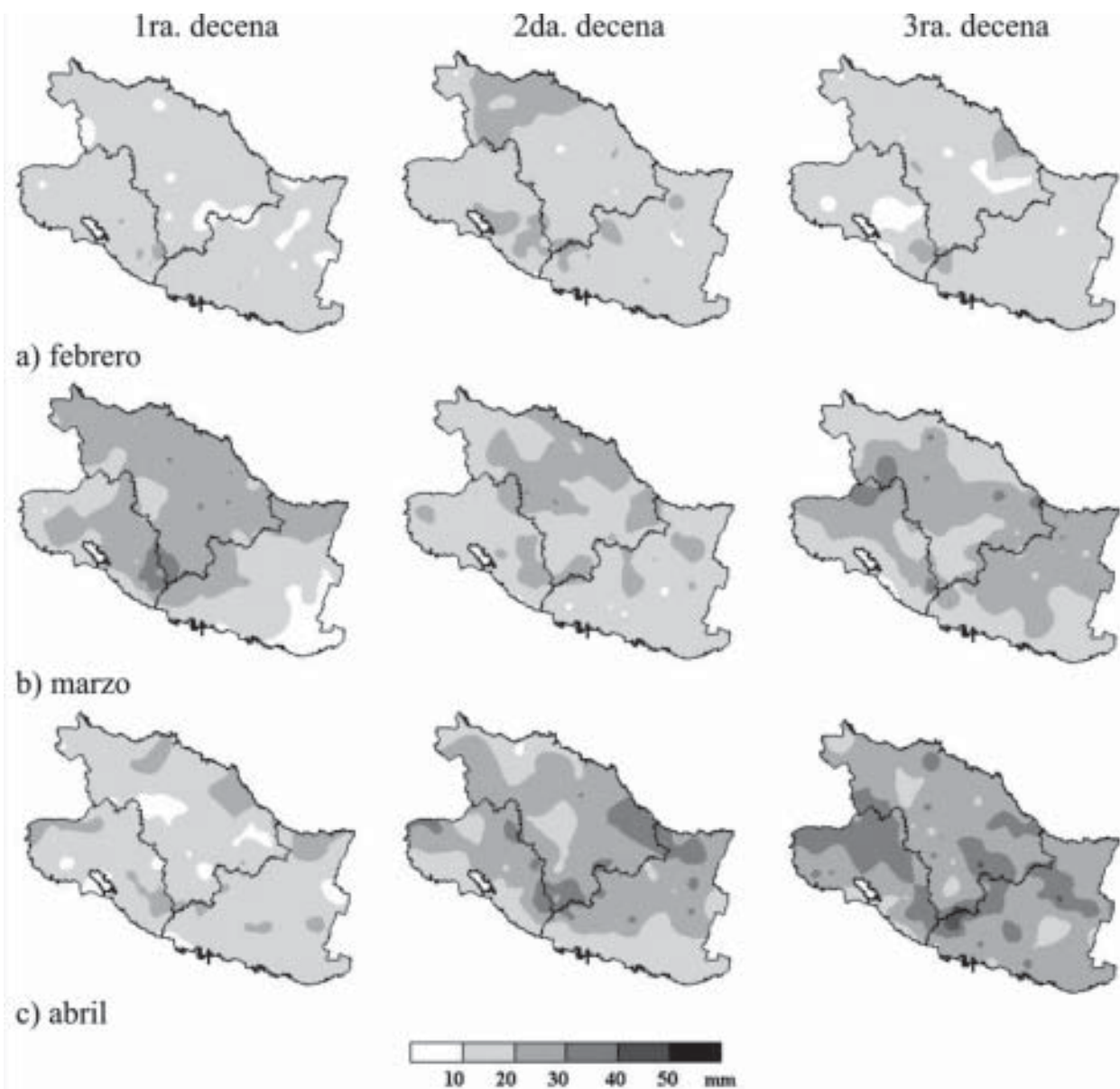


Fig. 6. Distribución espacial de los totales decenales de precipitación en el período febrero-abril, período 1979-1999 (21 años).

Período lluvioso del año

En la figura 7 se muestra el panel de distribución espacial de precipitaciones correspondiente a la primera mitad del período lluvioso del año, mayo-junio-julio. El cambio de escala adoptado en el período lluvioso no posibilita la realización de comparaciones directas con los mapas de los meses del período poco lluvioso. En mayo se produce un aumento significativo de la actividad de precipitaciones entre la primera y tercera decena, tal y como es característico del mes de comienzo de período lluvioso.

La primera decena del mes presenta acumulados que oscilan entre los 20 y 45 mm en la mayor parte del territorio, y se aprecia un aumento significativo de los acumulados decenales en la segunda decena, hacia el centro-sur del territorio (Fig. 7a). La mayoría de las primeras decenas de mayo adoptan un comportamiento que asemeja las características del período poco lluvioso del año, incluso, trabajos recientes han analizado la tendencia de las precipitaciones en la provincia de Cienfuegos en los últimos 40 años, e indican que la primera decena de mayo se ha hecho menos lluviosa, como si hubiera ocurrido un corrimiento climático en el comienzo del período lluvioso, Barcia (2004).

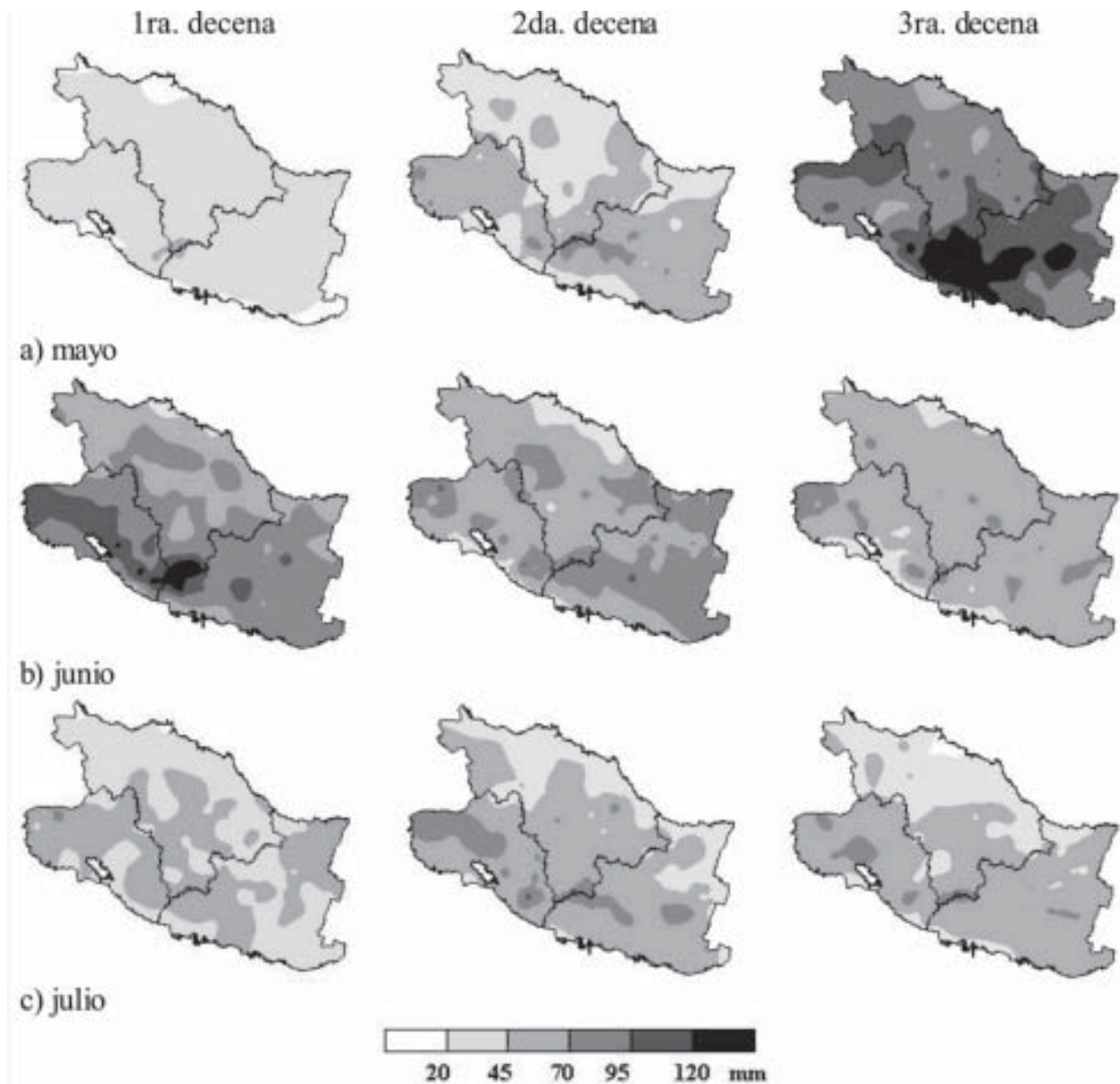


Fig. 7. Distribución espacial de los totales decenales de precipitación en el período mayo-julio, período 1979-1999 (21 años).

La segunda decena de mayo refleja una amplia faja en la parte centro-sur, donde los acumulados decenales de precipitación oscilan entre los 45 y 70 mm, sin embargo, hacia la parte norte del territorio los acumulados de lluvia decenal son significativamente inferiores. Con frecuencia, en la segunda decena de mayo ocurre una disminución generalizada de la presión atmosférica y en ocasiones se produce la estructuración de una hondonada en las inmediaciones de la península de Yucatán, Alfonso (1994). Un aumento muy significativo de las precipitaciones se aprecia en la tercera decena — la más lluviosa del año en esta región del país —, con acumulados medios superiores a los 120 mm en la parte montañosa de las Alturas de Trinidad y una faja de precipitaciones cercanas a los 100 mm, que se extiende desde la porción norte de Cienfuegos, la región montañosa y buena parte del territorio de la provincia de Sancti Spiritus.

En la tercera decena del mes de mayo ocurren eventos extremos desencadenadores de episodios de lluvias intensas. Uno de los ejemplos más elocuentes fueron las excepcionales precipitaciones ocurridas a finales de mayo y comienzo de junio de 1988, con un acumulado récord de precipitaciones en 24 horas superiores a los 800 mm y en 48 horas de hasta 1200 mm, en la ciudad de Cienfuegos y las alturas de Trinidad, Fernández (1989). Otros episodios similares de menor intensidad ocurrieron en la tercera decena de mayo de los años 1990, 1991, 1993, 1996 y 1997. Los patrones de circulación asociados con estos episodios, generalmente muestran un cuadro típico de vaguada en los oestes extendida en niveles medios, asociada a la fuerte difluencia del flujo en los niveles altos de la troposfera.

A lo contrario de las decenas del mes de mayo, en junio (Fig. 7b), se produce un descenso de los acumulados decenales desde la primera hasta la tercera decena del mes. La primera decena de junio es muy lluviosa en la faja centro-sur del territorio, se aprecian núcleos superiores a 100 mm en Cienfuegos y las alturas de Trinidad. Esta decena le sigue a la tercera de mayo en el valor de los acumulados, por lo que el período comprendido entre el 21 de mayo y 10 de junio, es el más lluvioso del año desde el punto de vista climático.

Mucho menos lluvioso es la segunda decena de junio, la cual es seguida de una tercera decena en que se produce un marcado descenso de los acumulados de precipitaciones. La zona más lluviosa continúa concentrándose hacia la parte centro-sur de la provincia, pero ahora con acumula-

dos medios que fluctúan entre 25 y 40 mm. El proceso de continuo descenso de los acumulados decenales alcanza el clímax en la primera decena de julio (Fig. 7c), el cual exhibe la particularidad de ser la más seca del período lluvioso del año. Acumulados inferiores a 45 mm abarcan una extensa zona del territorio y el área efectiva de precipitaciones entre 45 y 70 mm es de un orden inferior.

Este período caracteriza el fenómeno conocido en Cuba como el «Veranito de San Juan», Lecha *et al.* (1994), cuando la expansión del anticiclón subtropical del Atlántico norte se expande hacia el oeste sobre Cuba y amortigua los procesos generadores de las precipitaciones. Las últimas dos decenas de julio, revierten nuevamente el proceso con un ascenso de la actividad de precipitaciones hacia la parte centro-sur del territorio central del país.

La figura 8 ilustra el comportamiento de la distribución del total decenal de las precipitaciones en la segunda mitad del período lluvioso (agosto-septiembre-octubre).

En el mes de agosto (Fig. 8a) los acumulados de precipitaciones decenales presentan pobres fluctuaciones, aunque la tercera decena es la más lluviosa del mes, con una reducción en la faja norte del territorio del área que abarcan las precipitaciones inferiores a los 45 mm. En septiembre (Fig. 8b), las decenas son más lluviosas, con aumento franco de los totales de lluvia en los últimos 10 días del mes. En esta decena se produce una fuerte concentración de los acumulados más significativos, a lo largo de la faja sur del territorio de la provincia, con núcleos superiores a los 120 mm en las alturas de Trinidad y la parte suroeste de la provincia de Sancti Spiritus.

A diferencia del bimestre julio-agosto, en septiembre predomina menos la influencia anticiclónica directa de características subtropicales. En este período la circulación anticiclónica comienza a retirarse, y son frecuentes los patrones asociados a ondas tropicales profundas en el Caribe central, Fernández *et al.* (2003). Este mecanismo se acentúa a comienzos de octubre (Fig. 8c) y se crean condiciones favorables para el desarrollo de ondas tropicales profundas o áreas de bajas tropicales en el noroeste del mar Caribe. Las dos primeras decenas de octubre mantienen elevados volúmenes de precipitación hacia la parte centro-sur del territorio; en el caso de la segunda decena se aprecia un marcado aumento de las lluvias en zonas próximas a la costa sur y parte montañosa en las alturas de Trinidad. El aumento de los acumulados de lluvia de la segunda decena está inducido por la

ocurrencia en el período analizado (1979-1999), por el huracán Floyd en 1987, la tormenta tropical Fabián en 1991, el huracán Lili en 1996 y la tormenta tropical Irene en 1999.

La tercera decena de octubre presenta una evidente ruptura con las decenas que la anteceden. En este período de octubre se produce una disminución apreciable de las precipitaciones (Fig. 8c), y los mayores acumulados se encuentran hacia la

costa norte del territorio. Los procesos sinópticos objetivos de este período del año, indican un aumento de los anticiclones continentales migratorios en los últimos diez días de octubre, Fernández *et al.* (2003), lo que justifica la disminución de las precipitaciones en esta decena. En términos climáticos, esta decena adquiere visos característicos del período poco lluvioso del año, que la diferencian significativamente del comportamiento de las dos primeras decenas del mes.

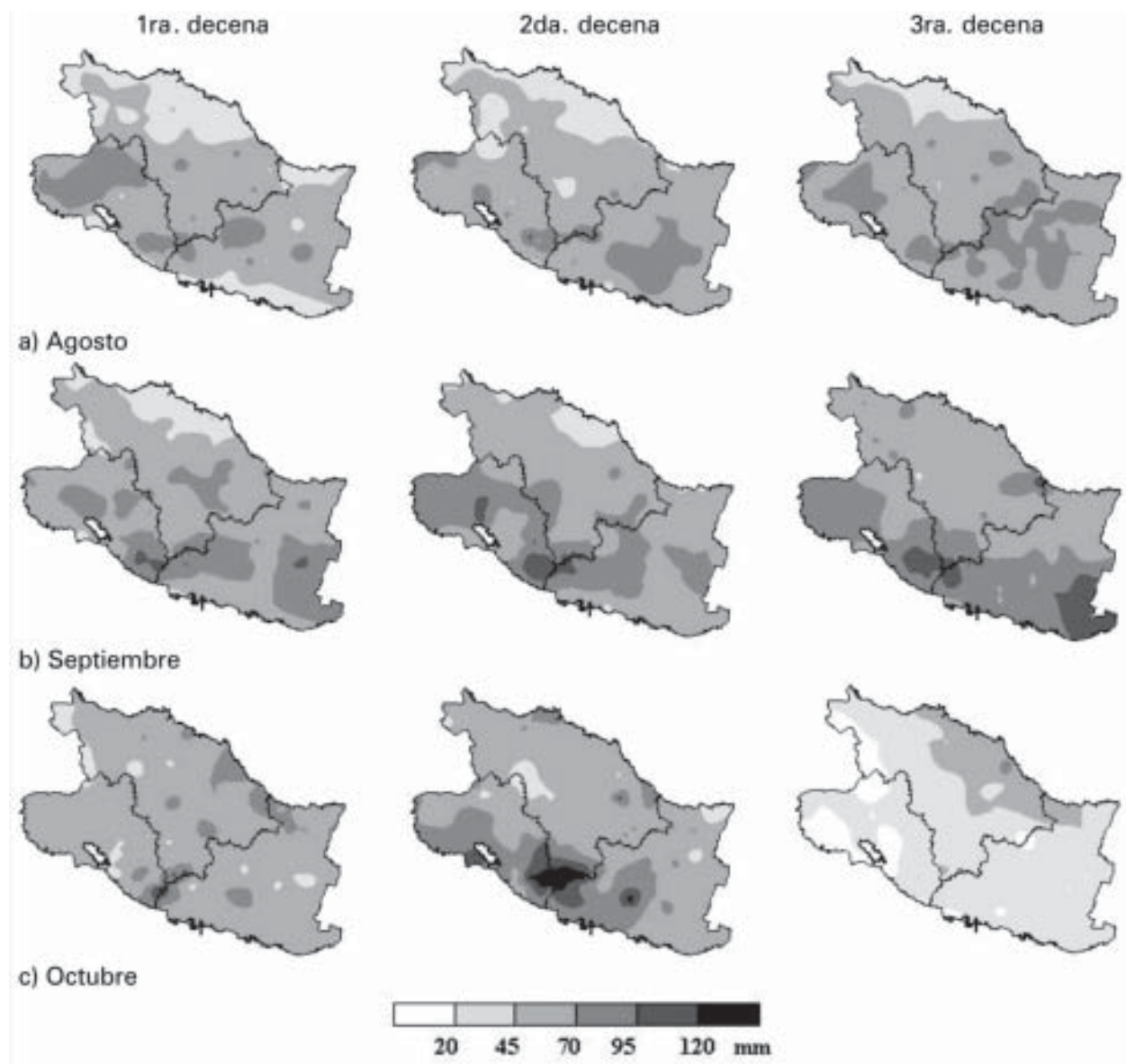


Fig. 8. Distribución espacial de los totales decenales de precipitación en el período agosto-octubre, período 1979-1999 (21 años).

Conclusiones y recomendaciones

La marcha de los totales decenales de precipitación muestra comportamientos específicos en cada una de las zonas estudiadas en la región central de Cuba. El análisis del comportamiento por decenas, permite discernir la tendencia de las precipitaciones en cada uno de los meses del año, las más lluviosas, secas, por ejemplo, así como conocer las particularidades específicas de su comportamiento temporal.

La distribución espacial del total decenal de las precipitaciones adopta particularidades muy específicas en el período lluvioso y poco lluvioso del año. La secuencia mostrada en los mapas ilustrativos de los totales decenales de precipitación muestra períodos de marcada variación espacial y temporal, como ocurre en el transcurso de la segunda-tercera decena de mayo y en las dos primeras decenas del mes de noviembre.

En el período lluvioso se aprecia la tendencia a una concentración de los máximos decenales hacia la parte centro-sur del territorio, mientras que en el período poco lluvioso esta se traslada hacia la faja norte y montañosa de la región. La primera decena de mayo y la última de octubre conservan rasgos del período poco lluvioso, en meses pertenecientes al período lluvioso del año.

El tratamiento decenal ayuda a obtener una estratificación sinóptica-climatológica mucho más fina que la dada en los períodos mensual y bimensuales. Se recomienda caracterizar los patrones de circulación atmosféricos por decenas, así como conocer la gama de procesos que suelen caracterizar la circulación atmosférica en los períodos de carácter decenal.

El desarrollo de un modelo de predicción de los totales decenales de precipitación debe fundamentarse en el estudio de la variabilidad de los patrones de circulación en cada decena del año, en la conformación adecuada de una base de datos decenales de lluvia representativa de cada región, así como en la búsqueda de predictores adecuados que puedan intercalarse en sistemas de interpretación estadística acoplados a la salida de los modelos hidrodinámicos.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo le agradecen al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos los datos brindados para la realización de la presente investigación.

Bibliografía

- Alfonso A. (1994): *Climatología de las tormentas locales severas en Cuba. Cronología*. Ed. Academia, Ciudad de La Habana, 110 p.
- Barcia S. (2004): «Tendencia Primavera de los macroprocesos de circulación en la segunda mitad del siglo xx». Comportamiento de las precipitaciones en la provincia de Cienfuegos. Tesis para optar por el grado científico de Máster en Ciencias Meteorológicas, 95 p.
- Centella, A.; L. Naranjo y L. R. Paz (1997): *Variaciones y cambios del clima de Cuba*, Instituto de Meteorología, Centro Nacional del Clima, 59 p.
- Durán S.; S. Barcia y G. Orbe (2004): «Sistema Automatizado de Mapificación de las precipitaciones». Ponencia del XV Forum Provincial de Ciencia y Técnica, Cienfuegos, 20 p.
- Fernández, A. J. (1987): «Métodos sinóptico-estadísticos de análisis y pronóstico de temperaturas extremas y precipitaciones en el territorio de Cuba». Resumen de la Tesis para optar por el grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Geográficas, Odesa, URSS, 35 p.
- _____ (1989): «Las excepcionales lluvias en la ciudad de Cienfuegos, del 1 de junio de 1988». II Congreso Internacional de Desastres, Palacio de las Convenciones, 18 p.
- Fernández A. et al. (1998): *Prometeo: Sistema de pronóstico objetivo de variables meteorológicas*, Editorial Academia, Ciudad de La Habana, 34 p.
- Fernández A. y Y. Díaz (en prensa): *Catálogo de los procesos sinópticos en el archipiélago cubano en el período 1979-1993*. Imprenta GeoCuba, Cienfuegos, 150 p.
- Fernández A. et al. (2003): «Climatología sinóptica de la distribución mesoescalar de las precipitaciones, en varios polígonos del territorio de Cuba». Resultado Científico aprobado por el Consejo Científico del Instituto de Meteorología en el Taller de octubre de 2003, 179 p.
- Hernández A. (1999): «Metodología para la predicción a mediano plazo de las precipitaciones en el período poco lluvioso en Cuba». Tesis para optar por el grado académico de Master en Ciencias Meteorológicas, 78 p.
- Kivganov A. F., Ivus G. P. y A. Fernández (1987): «Investigación de la mesoestructura del campo de las precipitaciones en la parte occidental de la isla de Cuba». *Meteorología, Climatología e Hidrología*, vol. 23, 1987, pp. 45-54.
- Llanes, M. T. (1999): «Metodología para la predicción a mediano plazo de las precipitaciones en el período lluvioso en Cuba». Tesis para optar por el grado académico de Máster en Ciencias Meteorológicas, 76 pp.
- Lecha, L.; L. Paz y B. Lapinel (1994): *El clima de Cuba*, Ed. Academia, Ciudad de La Habana, 186 p.

Millás, J. C. (1945): «Los Brisotes en La Habana.» *Bol. Obs. Nac.*, La Habana, 1(1): 73-84.

Rubiera, J. M. (1990): «Pronóstico de precipitaciones de hasta cinco días». Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Geográficas, Ciudad de La Habana, 112 p.

Naranjo, L. (1990): «Pronóstico físico estadístico de precipitaciones en Ciudad de La Habana», Tesis para

optar por el grado de Doctor en Ciencias Geográficas, Santa Clara, 118 p.

Trusov I. I., A. Izquierdo, y L. R. Díaz (1983): *Características espaciales y temporales de las precipitaciones en Cuba*. Instituto de Geografía de la A.C.C., La Habana, 1983, 150 p.

Abstract

The current investigation presents a statistical analysis of the precipitation totals every ten days in Cienfuegos, Villa Clara and Sancti Spiritus provinces between 1979-1999 periods. The annual march of those precipitation totals is analyzed in four different regions: north, central, south and the mountainous areas of the Heights of Trinidad and Sancti Spiritus, using the division by zones proposed by Kivganov et to. (1987) and Fernandez (1987). There are established the main differences of those periods of ten days precipitation totals, making emphasis in the behavior for the transitional periods between the dry and wet seasons respectively. It is also analyzed these behavior in sequential form by the spatial distribution of those precipitation totals for the central provinces, making a correlation for those who present bigger contrast with the patterns of circulation that characterize the season. The analysis is subdivided into four panels of 12 maps that represents each of the ten days periods, two of them belong to the dry season of the year and the other two in correspondence with the rainy season. Graphics and maps are included to illustrate the content of the investigation

Key word: precipitation, ten days precipitation totals