

# Fluctuación de las precipitaciones durante muchos años en Cuba

I. I. TRUSOV, A. IZQUIERDO, y L. R. DÍAZ

**RESUMEN.** Por el método de las curvas integrales especiales se estudia la fluctuación de las precipitaciones durante muchos años en 30 puntos del territorio cubano, caracterizándose las zonas llanas de las regiones naturales Occidental, Central, Camagüey-Maniabón, y Oriental. Se analizan los períodos críticos de escasez de lluvia y las causas con las cuales se relaciona la disminución de las precipitaciones.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las condiciones geográficas de un país constituye la base para la utilización racional de sus recursos naturales. Dentro de éstos, a los recursos hidráulicos se les concede un lugar primordial, debido a sus diversas aplicaciones en la esfera de la producción de bienes materiales y del consumo general. El estudio de los procesos formadores de la distribución y la fluctuación de las precipitaciones, tiene gran valor científico y práctico, pues son ellos parte esencial en el ciclo hidrológico y fuente directa del escurrimiento. En Cuba el valor de estos trabajos está condicionado por el creciente papel del uso complejo de los recursos naturales y la distribución más conveniente de las fuerzas productivas.

DAVITAYA y TRUSOV (1965), TRUSOV (1967), KISSIN *et al.* (1968), y BURLUTSKI (1973), han prestado principal interés a la distribución geográfica, a la relación con el escurrimiento, y a los procesos formadores de las precipitaciones, mientras que al estudio de sus caracteres y leyes se le ha dado menor atención. En el presente artículo se estudia la fluctuación de las precipitaciones de muchos años en las regiones naturales (según NÚÑEZ, 1972), que, junto con los materiales publicados y los preparados para su publicación contribuyen a la elaboración de medidas encaminadas a vencer las limitaciones a la producción agrícola y al abastecimiento de agua en el territorio nacional.

---

Manuscrito aprobado el 15 de septiembre de 1978.

I. I. Trusov pertenece al Observatorio Hidrometeorológico de Kiev y es asesor del Instituto de Geografía, de la Academia de Ciencias de Cuba. A. Izquierdo pertenece al Instituto de Hidroeconomía, del Ministerio de la Construcción de Cuba, y L. R. Díaz pertenece al Instituto de Geografía, de la Academia de Ciencias de Cuba.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron los datos sobre las precipitaciones atmosféricas recopilados por el Grupo Hidráulico Nacional del DAP (Instituto de Hidroeconomía), en estaciones pluviométricas cuyo período de observaciones era mayor de 40-50 años.

Las estaciones utilizadas caracterizan la fluctuación de las precipitaciones en las regiones llanas del País, en los períodos lluviosos (mayo-octubre), seco (noviembre-abril), y anual.

Para la evaluación de la tendencia general de las variaciones que experimenta la cantidad de precipitaciones durante un período de muchos años, se emplearon las *curvas totales de la desviación media de muchos años* (curvas integrales especiales). En estas curvas el eje de las abscisas corresponde al período de tiempo en años, mientras que en el eje de las ordenadas se expresan las sumas crecientes de las desviaciones de los valores anuales o temporales, con respecto a su valor promedio, como se ilustra en la Tabla 1.

El período de tiempo durante el cual la curva integral tiene una inclinación hacia arriba con relación a la línea horizontal, coincide con la fase del ciclo de precipitaciones mayores que la norma, mientras que el tramo de curva con precipitaciones menores que la norma se refleja en una inclinación hacia abajo con respecto a la horizontal. Si el tramo de curva es paralelo a la recta horizontal, ello significa que durante este período de tiempo las precipitaciones coincidieron con los promedios hiperanuales.

TABLA 1. Cálculo de las ordenadas de la curva integral de las sumas de precipitaciones durante el período lluvioso en Santiago de las Vegas (en mm).

Años	$X_i$	$K = \frac{X_i}{X}$	$K-1$	$\sum^i (K-1)$	$\sum^i (K-1)$ CV
1906	1740	1,34	0,34	0,34	1,36
1907	735	0,57	-0,43	-0,09	-0,36
1908	986	0,76	-0,24	-0,33	-1,32
1909	1110	0,86	-0,14	-0,47	-1,88
1910	972	0,75	-0,25	-0,72	-2,88
1911	1107	0,85	-0,15	-0,87	-3,48
1912	1211	0,99	-0,01	-0,88	-3,52
1913	1129	0,93	-0,07	-0,95	-3,80
1972	1283	0,99	-0,01	-0,03	-0,12
Total	86901		0,00		
X	1297				
CV	0,25				
n	67				



FIG. 1. Distribución de los puntos pluviométricos utilizados en el estudio de la ciudad.

Este método, aplicado en las investigaciones hidrológicas a partir de los años 50 (ANDREYANOV, 1959; VOSKRESENSKI, 1962), tiene ventajas sobre el método de *curvas de aplanamiento medias* (DROZDOV, 1957; RUBINSHTEIN y POLSOVA, 1966), que aplicó TRUSOV (1967) en Cuba, pues aumenta la precisión en el límite interfase de las variaciones cíclicas (BATALOV, 1968).

### 3. RESULTADOS

Se estudió la ciclicidad de las precipitaciones anuales y temporales en más de 30 puntos pluviométricos y estaciones meteorológicas, cuya distribución se muestra en la Fig. 1.

Para las distintas regiones naturales se obtuvieron curvas integrales promedio, que caracterizan de modo general las fluctuaciones de las precipitaciones en la zona considerada. En las subregiones montañosas y en la Región Pinera no fue posible seleccionar ningún punto, pues los períodos de observaciones son muy cortos, aunque algunos puntos tomados están situados en las pre-montañas.

Según la marcha de las precipitaciones de muchos años, en los puntos estudiados se pueden señalar numerosas particularidades; se manifiestan notablemente las fluctuaciones de las precipitaciones anuales y del período lluvioso, y son estas últimas las que definen el régimen anual de humedecimiento, lo cual puede generalizarse para todo el territorio nacional, con excepción del *NE* de la Provincia de Guantánamo.

El carácter de la curva integral de las precipitaciones anuales es semejante al de las precipitaciones del período lluvioso; por ello es conveniente analizar la marcha de las precipitaciones según el período lluvioso o el anual, separadamente del período seco, con el que no tiene semejanza.

Las Figs. 2, 3, y 4 muestran las fluctuaciones de las precipitaciones en las principales subregiones llanas de las regiones: Occidental (Alturas Habana-Matanzas y Llanura de Colón), Central (zona de Cienfuegos), Camagüey-Maniabón (zona de Punta-Alegre, Llanura Júcaro-Morón y Alturas de Maniabón) y Oriental (Meseta de Cabo Cruz y Cuenca de Guantánamo).

En la Región Occidental (Alturas Habana-Matanzas) se puede ver que desde 1923-32 las precipitaciones anuales y del período lluvioso (Figs. 2 y 3) oscilaron alrededor de la norma y se observó una caída desde 1934-42, para mantenerse posteriormente fluctuando cerca del promedio hasta 1967, en que se vio cierta tendencia al aumento. En la Llanura de Colón se puede apreciar en estas mismas curvas un ciclo de 17 años (1929-45), seguido de otro de 20 años (1946-65), para registrarse posteriormente una tendencia ligera al aumento en condiciones similares a las Alturas Habana-Matanzas.

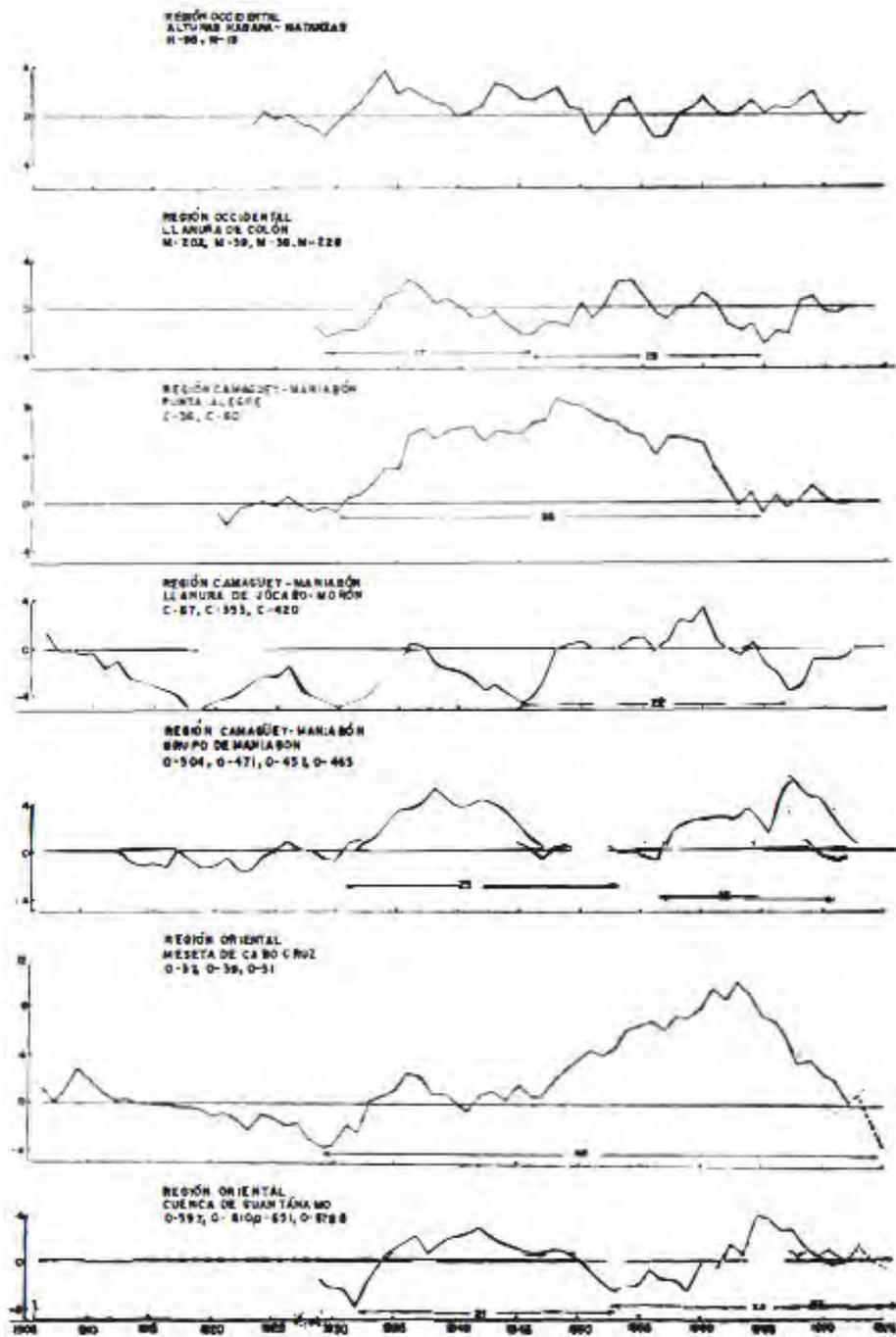


FIG. 2. Curvas integrales promedio de los coeficientes modulares de las precipitaciones anuales, por regiones.

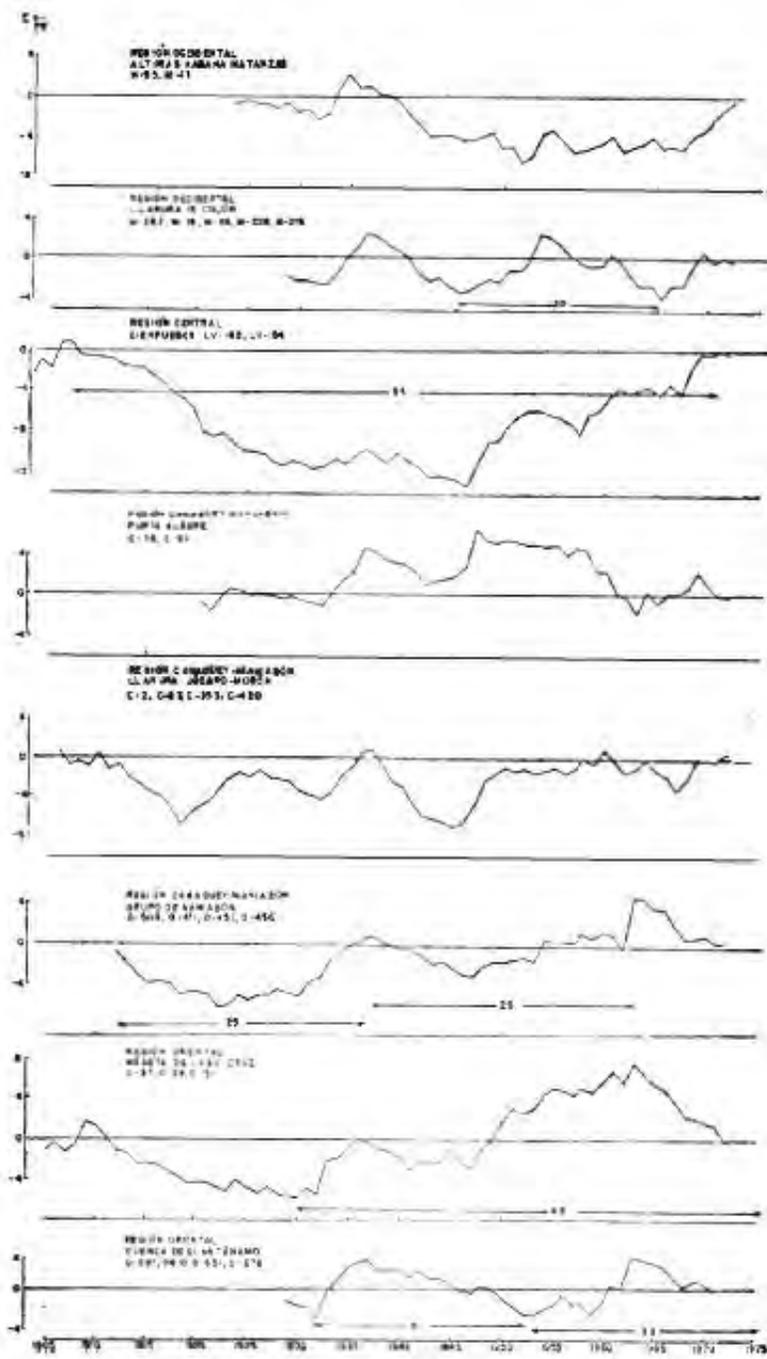


FIG. 3. Curvas integrales promedio de los coeficientes modulares de las precipitaciones en el período lluvioso, por regiones.

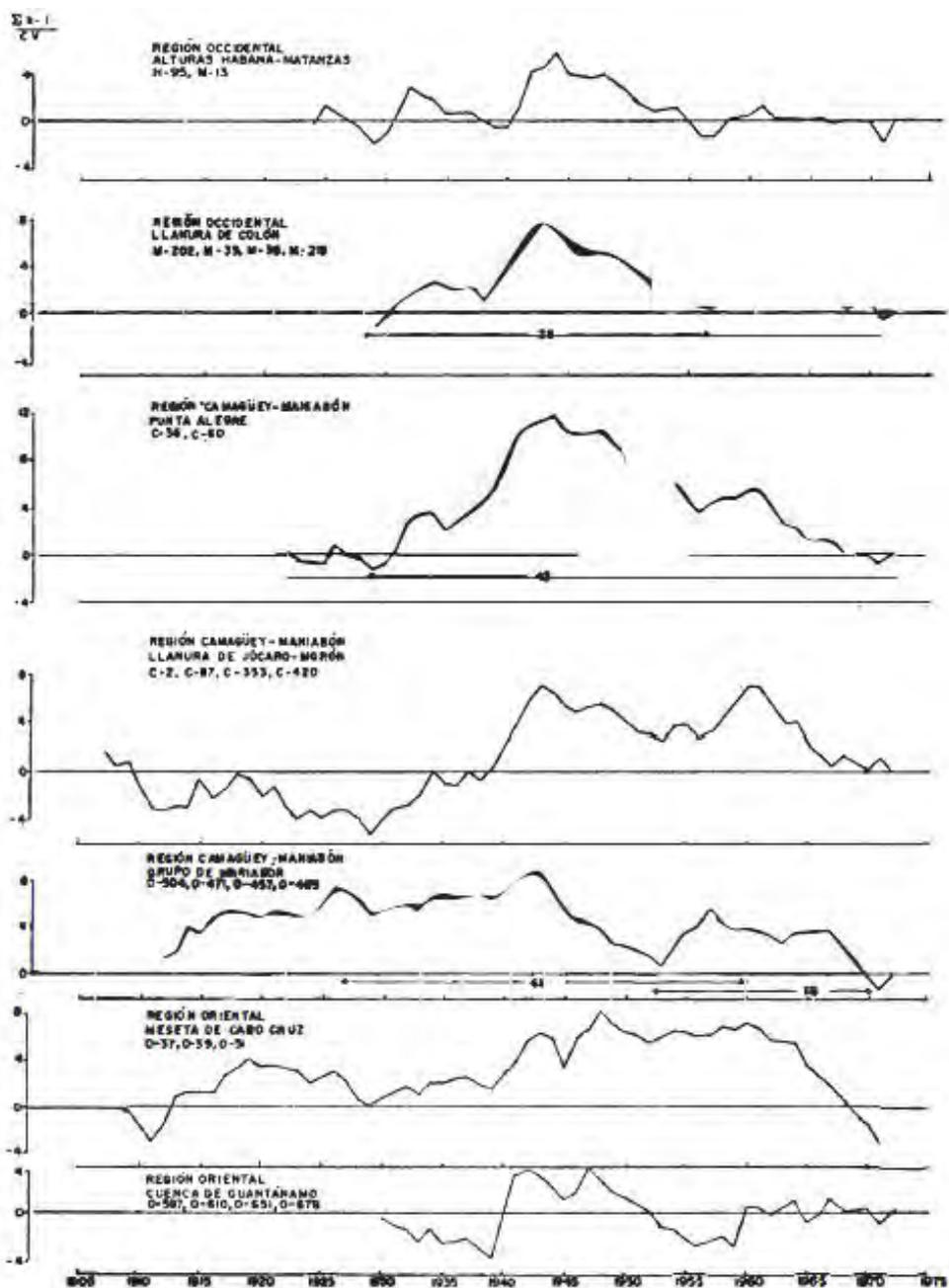


FIG. 4. Curvas integrales promedio de los coeficientes modulares de las precipitaciones en el período seco, por regiones.

En la Región Occidental (Alturas Habana-Matanzas y Llanura de Colón) las precipitaciones del período seco (Fig. 4) menores que la norma, hasta de un 80%, se manifestaron en las temporadas 1934/35, 1937/38, 1944/45, 1950/51, 1954/55, 1961/62, 1966/67, y 1970/71.

Debido al déficit de precipitaciones en las temporadas lluviosa y seca, podemos considerar que los años 1938, 1941, 1945, 1955, 1956, 1962, y 1965 fueron, en diferente grado, secos en esta zona oriental de la Región Occidental.

Es de sumo interés la variación secular de la precipitación en Ciudad de La Habana, donde, como resultado de la unión de dos series de observaciones (Observatorio Nacional y Observatorio de Belén), se obtuvo una serie total de 114 años (1859-1972) (Fig. 5). En la curva de la temporada lluviosa y en la anual de 1859-1885 (27 años) se puede observar que las precipitaciones fluctuaron cerca de la norma. Desde 1866 hasta 1921 se aprecia un ciclo de 36 años. Desde 1922-1946 se observa otro ciclo menor, y desde 1946 hasta 1972 se advierten períodos de ascenso y descenso. El diseño de la curva integral de la temporada seca no es análogo a la curva anual, ni a la de la temporada lluviosa, pues en esta época ocurren cambios en los procesos circulatorios y en los factores de la formación de precipitaciones. Se puede establecer que en esta temporada se producen caídas de la precipitación de 1-6 años seguidos, como término medio, lo cual es mayor que las fases de aumento.

En la Región Central (zona de Cienfuegos) se analizó una serie de más de 70 años de observaciones (El Rosario y Jardín Botánico). En ellas están claramente expresadas las fases de descenso y ascenso de las precipitaciones anuales y del período lluvioso, que tienen un carácter idéntico. La fase de descenso comenzó en 1906 y continuó hasta 1946 (40 años), aunque en 8 ó 9 años de este período se observó un ascenso en las precipitaciones. Desde 1947-1972 (26 años) se ha producido un ascenso en las lluvias, con algunos descensos bruscos; durante el período lluvioso de esta fase, se observaron 9 años con precipitaciones menores que la norma en 10-30%. Aquí, al igual que en otras regiones, no se observa semejanza entre la fluctuación de las precipitaciones de la temporada lluviosa o anual y la de la estación seca.

En el período seco (Fig. 4) las fases de muchas lluvias y de pocas lluvias alternan sin regularidad; la máxima duración del descenso es de 3-10 años seguidos. Con frecuencia se repiten en esta zona las fluctuaciones de alternación breve (1-2 años de ascenso, 1-3 años de descenso).

Se puede decir que el número total de años con precipitaciones menores que la norma es un poco mayor que el número de años con precipitaciones mayores que la norma.

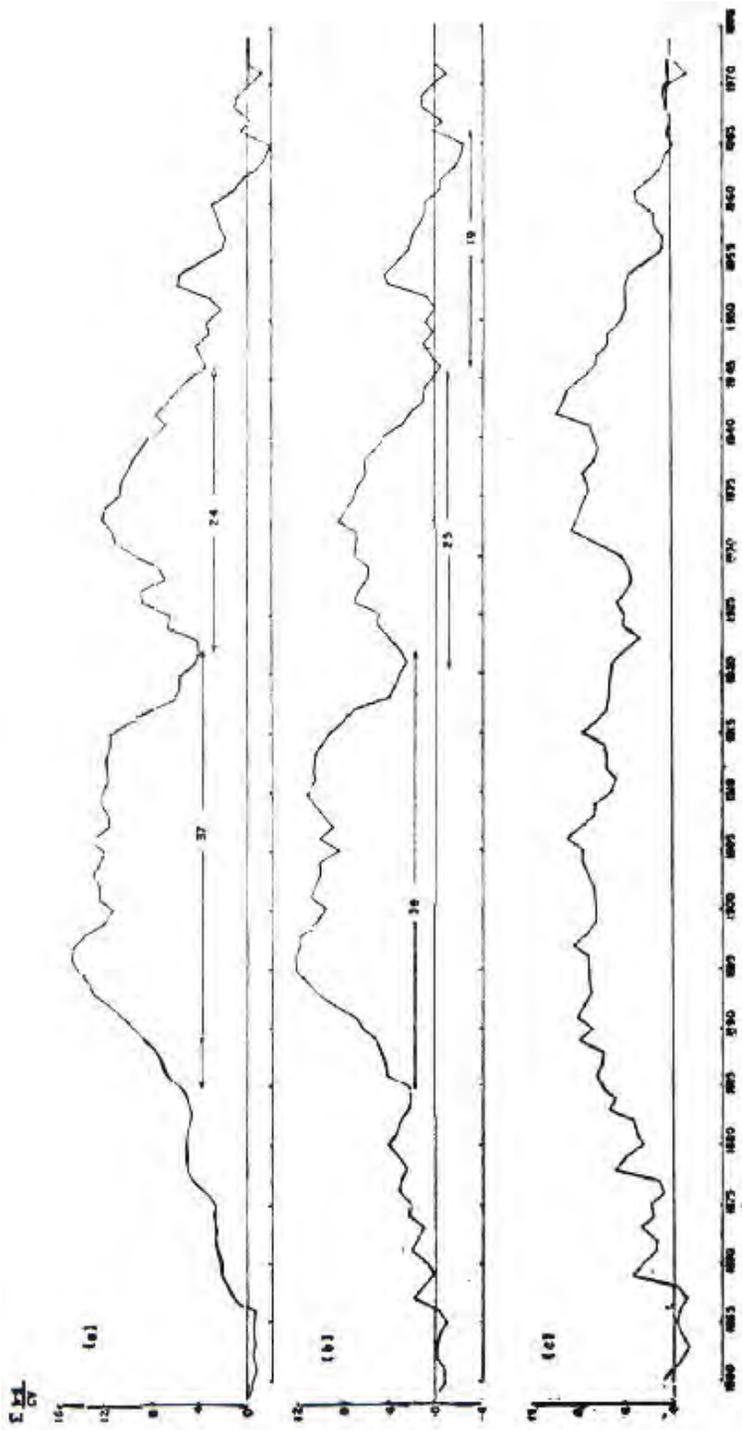


FIG. 5. Curvas integrales de los coeficientes modulares de las precipitaciones anuales (a), y de los periodos lluvioso (b) y seco (c), para el Observatorio Nacional (Casablanca).

En la Región Camagüey-Maniabón se distinguen tres zonas: Punta Alegre, Llanura de Júcaro-Morón y Alturas de Maniabón, por el carácter de las oscilaciones de la temporada lluviosa, semejantes a las fluctuaciones anuales, lo cual ya se ha señalado como un fenómeno típico.

Desde 1906-1918, en Punta Alegre y la Llanura de Júcaro-Morón, se observaron precipitaciones menores que la norma en la temporada lluviosa (Fig. 3). Así, desde 1937-1945 y 1950-1960, se registraron pocas lluvias (en 1942 el déficit fue de 52%), y en 1961, 1963, 1965, y 1967, el déficit llegó hasta un 69% en algunos puntos. Durante la temporada seca, las curvas integrales son iguales entre sí en estas zonas. Las fases de ascensos y descensos abarcan cerca de 40 años (1929-1971), aunque son interrumpidas por años con lluvias mayores o menores que la norma. Las precipitaciones mayores que la norma en un 35-130% se registraron en las temporadas de 1930/31, 1931/32, 1933/34, 1936/37, 1938/39, 1941/42, 1946/47, 1956/57, 1957/58, y 1971/72. Las precipitaciones menores que la norma oscilaron en un 30-95%.

La Subregión de Maniabón se caracterizó por la alternación de períodos de ascensos y descensos, con una duración media de 25 años. Durante los últimos 60 años (1913-72) el período lluvioso se presentó con precipitaciones notablemente inferiores a la norma en 8 ocasiones, alcanzando en 1965 y 1967 un déficit de 50-55%. En la temporada seca, la amplitud de las oscilaciones fue menor que en el período lluvioso, observándose notables déficits en 1928/29, 1943/44, 1945/46, 1948/49, 1952/53, 1962/63, y 1969/70, que llegaron sólo al 40-70% de la norma.

En la subregión Meseta de Cabo Cruz (Región Oriental) se tomaron puntos con 70 años de observaciones. En el período lluvioso, aquí se observó una fase de pocas precipitaciones durante 21 años (1909-30; excepto en 1924 y 1927). A partir de 1931 se produjo una fase de abundantes lluvias, que incluyó 1963, cuando se registró el histórico máximo (Ciclón Flora). Después de 1963 se registró la segunda fase larga (14 años seguidos) de pocas precipitaciones, durante la cual las medias anuales fueron menores que la norma en un 27%, aunque en 1965, 1967, 1968, 1972, 1974, y 1975 el déficit fue de un 40-51%. La temporada seca se distingue por tener en los últimos 15 años un brusco descenso, jamás observado en los 55 años anteriores.

Dentro de la Región Oriental, también se analizó la subregión Cuenca de Guantánamo, donde se tomaron 4 puntos. En este proceso se comprobó que en las precipitaciones anuales y de la temporada lluviosa hubo dos fases de pocas precipitaciones (1943-53 y 1964-76), y que, además, el carácter de las curvas en los años 1953-76 es semejante al de Cabo Cruz. En este lapso hubo 10 años con cantidades de precipitaciones menores que la norma en un 20-50%. Durante la temporada seca se advierte también

una fase larga de poca lluvia, que abarca 17 años (1942-59). En 1960 comenzó una fluctuación de las precipitaciones cercana a la norma, con ligera tendencia al descenso.

#### 4. CONCLUSIONES

- a) Las pocas precipitaciones ocurridas en las fases 1943-53, y principalmente 1964-76, han producido en la zona S de la Región Oriental el desecamiento de los suelos y el agotamiento cuantitativo de las aguas superficiales y subterráneas, lo cual se ha reflejado en la agricultura y en el abastecimiento hídrico a la población, habiéndose disminuido sus efectos catastróficos gracias a la política hidrológica correcta llevada a cabo, a partir de 1962, por el Gobierno Revolucionario.
- b) La ciclicidad concuerda en zonas aledañas. Sin embargo, entre puntos distantes no se observa concordancia; así, mientras en la Región Oriental ocurren años de sequía, en la Occidental se observan años de muchas precipitaciones.
- c) En el análisis de las fluctuaciones de las precipitaciones de un siglo, se observó gran influencia de los siguientes factores: procesos convectivos, circulación atmosférica, superficie terrestre, y aguas. Cuando hay actividad ciclónica, siempre ocurren abundantes lluvias, que se distribuyen en campos o franjas (1870-1889, 1926-1936).
- d) La disminución de las precipitaciones en Cuba se relaciona fundamentalmente con la zona de altas presiones del Atlántico Norte, cuando en la troposfera se observa una activa anticiclogénesis. La influencia de esta situación meteorológica se refleja sobre todo en el S de la Región Oriental (1906-1921, 1955-1965, y 1969-1976).
- e) El mecanismo de la ciclicidad está relacionado también con otros factores de formación de precipitaciones, cuyos efectos pueden ir superponiéndose unos a los otros.
- f) En la región Occidental se han registrado períodos críticos de escasez de lluvia en seis ocasiones, en el curso de un siglo (1899, 1916-18, 1945-46, 1955-56, 1961, y 1974). En la zona de Cienfuegos estos períodos se produjeron en cinco ocasiones en 73 años (1902-1903, 1908, 1917, 1923-1924, y 1967), mientras que en la zona de Ceballos (Región Camagüey-Maniabón) se han producido en sólo tres ocasiones durante 68 años (1917-1918, 1941-1942, y 1965-1967). Finalmente, en la cuenca de Guantánamo, donde se registran siempre pocas lluvias, las condiciones críticas de escasez se han reportado siete veces en 46 años (1929, 1932, 1938, 1950-51, 1957-1958, 1967-1968, y 1975-1976). No obstante, aun durante las más severas sequías, siempre se han registrado precipitaciones en algunos lugares.

## RECONOCIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los compañeros del Instituto de Hidro-economía y del Instituto de Geografía por el apoyo brindado durante el desarrollo de la investigación. Agradecemos al Dr. Pedro Cañas Abril (Director del Instituto de Geografía), al Lic. Jorge L. Díaz (Instituto de Geografía) y al Lic. Paulino González (Instituto de Hidroeconomía) sus aportes y sugerencias. Reconocemos el trabajo técnico realizado por Wilfredo Pérez, Grisel Barranco, Humberto Monteagudo, Bruno González y Catia Matos.

## REFERENCIAS

- ANDREYANOV, V. G. (1959): Variaciones cíclicas del escurrimiento anual y cómo se tienen en cuenta en los cálculos hidrológicos [en ruso]. *Trab. Inst. Geofís. Principal*, 68, 22 pp.
- BATALOV, F. V. (1968): *Variaciones de las precipitaciones por muchos años y cálculo de las normas de las precipitaciones* [en ruso]. Ed. Hidrometeorológica, Leningrado, 237 pp.
- BURLUTSKI, R. F. (1973): Los macroprocesos formadores de las precipitaciones en Cuba [en ruso]. *Trab. Inst. Geofís. Principal*, 101 pp.
- DAVITAYA, F. F., y TRUSOV, I. I. (1965): *Los recursos climáticos de Cuba y su utilización en la economía nacional*. Instituto Cubano del Libro, La Habana, 68 pp.
- DROZDOV, O. A. (1957): *Métodos de elaboración climatológica de las observaciones meteorológicas* [en ruso]. Ed. Hidrometeorológica, Leningrado, 520 pp.
- KISSIN, I., SEMEONOV, A., e IZQUIERDO, A. (1968): Ciclicidad de las precipitaciones del escurrimiento y su sincronismo en el territorio de Cuba. *Inst. Nac. Recursos Hidráulicos, Publ. Especial*, 6:1-91.
- NÚÑEZ JIMÉNEZ, A. (1972): *Geografía de Cuba*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, vol. 2, pp. 150-281.
- RUBINSHTEIN, E. S., y POLSOVA, L. G. (1966): *Variación actual del clima* [en ruso]. Ed. Hidrometeorológica, Leningrado, 128 pp.
- TRUSOV, I. I. (1967): *Las precipitaciones en la Isla de Cuba*. Instituto del Libro, La Habana, 61 pp.
- VOSKRESENSKI, K. P. (1962): *Norma y variabilidad del escurrimiento anual de los ríos de la Unión Soviética* [en ruso]. Ed. Hidrometeorológica, Leningrado, 332 pp.

**ABSTRACT.** Using the method of special integral curves, the fluctuations of rainfall during many years are studied in 30 zones of the Cuban territory, describing in detail the plain zones of the natural Western, Middle, Camagüey-Maniabón, and Eastern regions. An analysis is made of the critical periods of scarce rainfall and the causes with which this reduction is related.

**CDU 911.2:551.5**