

CAMBIOS TEMPORALES DE LA LLUVIA EN EL OCCIDENTE DE LA ISLA DE CUBA¹

Teresa López Deulofeu*, José Evelio Gutiérrez Hernández* y Gladis Cabanas Gómez**

(*) Grupo de investigaciones Hidroclimatología y Manejo de Cuencas, Facultad de Geografía,
Universidad de La Habana

(**) Facultad de Matemáticas y Computación, Universidad de La Habana

RESUMEN

El presente trabajo surge de la necesidad de conocer en el tiempo, el comportamiento de la lluvia, así como también en su distribución espacial en el occidente de Cuba. Se analiza la estacionalidad, tendencia, variabilidad y ciclicidad. Se comprobó que por lo menos en el período 1961-1993, no existe diferencia de las estaciones lluviosa y poco lluviosa. Se encontró que la ruptura de la tendencia ocurrió fuertemente en 1975, y una menor en 1973. Se han manifestado 4 ciclos aperiódicos. Se manifiesta el mismo comportamiento de la lluvia en todo el occidente de Cuba.

Palabras clave: lluvia, distribución espacial y temporal, estacionalidad, tendencia, variabilidad y ciclicidad.

ABSTRACT

The main objective of the research was the study of the behavior of rainfall in space and time in the western part of Cuba. Analysis was done in relation to seasonality, trends, variability and the presence of cycles. It was identified that in the period 1961-1993 there was not any displacement of the rainy and dry season. It was identified that this trend was strongly broken in 1975 and in a lesser scale in 1973. Four non periodic cycles were manifested. There is a similar behavior of rainfall in the western part of Cuba.

Key words: rainfall, space and temporally distribution, seasonality, trends, variability and rainfall cycles.

¹ Este artículo se enmarca en el Programa *Cambios Globales y evolución del medio ambiente*. Suprograma *El ciclo Hidrológico*. Proyecto: Antropización en las cuencas hidrológicas del occidente de Cuba y la evaluación de la modificación del ciclo hidrológico. No. 01308031. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio ambiente. Investigador principal: Dr. Iván González Piedra.

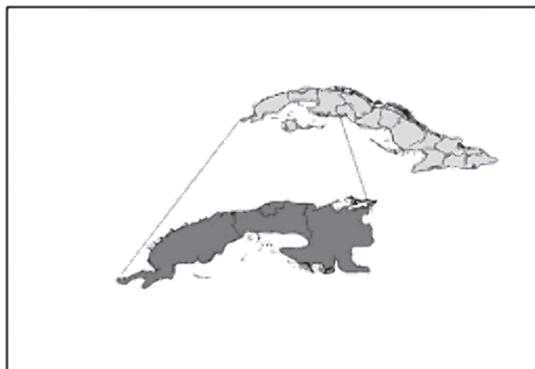
1. Introducción

La lluvia ha sido una de las variables hidroclimáticas más estudiada en Cuba, no obstante, resulta novedoso conocer la presencia, las causas y las consecuencias de los cambios temporales de la lluvia para la interpretación de los regímenes a mediano y largo plazo y su relación con las transformaciones ocurridas en el medio geográfico.

El presente trabajo surge de la necesidad de conocer el comportamiento temporal de la lluvia en el occidente de Cuba, región donde es más variable el tiempo atmosférico, así como su distribución espacial. En él se aplican los métodos de las series cronológicas, cuyo uso nos permite conocer las tendencias en el tiempo de la variable lluvia.

2. Materiales y métodos

Los materiales utilizados fueron los datos de lluvia facilitados por el Instituto de Recursos Hidráulicos y el Instituto de Meteorología de Cuba (ISMET) perteneciente al Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Se seleccionaron 20 pluviómetros (tabla 1), los que se identifican con las iniciales de las provincias y el número de asignación que tiene el equipo. Así, Pr (Pinar del Río), Ch (Ciudad de La Habana), Lh (Prov. de La Habana) y Mt (Prov. de La Habana). La mayoría de ellos incluye el período 1961-1990, es decir, el último período climatológico internacional. La región occidental de Cuba abarca las provincias de Pinar del Río, Ciudad de La Habana, La Habana y Matanzas. (Mapa 1),



MAPA 1. Región occidental de la Isla de Cuba.

El trabajo se fundamenta en análisis de los resultados de la elaboración estadística y de los gráficos obtenidos en cada uno de los pluviómetros estudiados. Se analiza en detalle para encontrar las rupturas de las tendencias los datos de Casablanca (Ch144), serie que cubre casi todo el siglo XX (1909-2000). En el caso del análisis de la ciclicidad, se utilizaron los pluviómetros Pr4, Pr114, Ch144, Ch15, Lh54, Lh123 y Mt21, para que cada provincia esté representada en dicho análisis (tabla 1). Se destaca en el trabajo la importancia del análisis geográfico de los resultados estadísticos para la aceptación o no de los cambios observados.

Tabla 1
CARACTERÍSTICAS DE LOS PLUVIÓMETROS SELECCIONADOS

| Num. pluvi | Coordenada | | H (msnm) | Períodos De observación | Num. Años |
|------------|------------|-------|-------------|----------------------------|-----------|
| | N | E | | | |
| Pr4 | 318,3 | 236,7 | 150 | 1961-1992 | 32 |
| Pr114 | 304,4 | 228,4 | 55 | 1960-1992 | 32 |
| Pr119 | 305,4 | 262,7 | 40 | 1950-1992 | 42 |
| Pr155 | 319,4 | 251,0 | 115 | 1962-1992 | 30 |
| Pr157 | 217,4 | 232,3 | 140 | 1962-1992 | 31 |
| Pr159 | 319,3 | 239,3 | 130 | 1963-1992 | 30 |
| Pr161 | 317,4 | 252,9 | 100 | 1962-1992 | 31 |
| Ch12 | 351,1 | 351,9 | 70 | 1952-2000 | 48 |
| Ch15 | 350,4 | 357,2 | 76 | 1907-2001 | 95 |
| Ch144 | 368,7 | 362,5 | 50 | 1909-2000 | 91 |
| LH 54 | 368,6 | 393,1 | 20 | 1931-1999 | 68 |
| Lh123 | 357,2 | 414,0 | 75 | 1940-1994 | 54 |
| Lh410 | 359,4 | 421,8 | 110 | 1964-1993 | 30 |
| Lh420 | 354,5 | 427,2 | 80 | 1964-1993 | 30 |
| Lh421 | 360,0 | 429,1 | 70 | 1932-1993 | 61 |
| Lh423 | 346,0 | 423,9 | 130 | 1964-1993 | 33 |
| Mt21 | 338,1 | 436,9 | 160 | 1928-1991 | 63 |
| Mt289 | 350,3 | 431,9 | 36 | 1961-1991 | 31 |
| Mt376 | 350,3 | 245,9 | 75 | 1966-1991 | 26 |
| Mt404 | 354,3 | 434,6 | 12 | 1966-1991 | 26 |

Fuente: Expediente de los pluviómetros. Instituto Recursos Hidráulicos. La Habana. Cuba.

El método que se utilizó para el análisis estadístico fue el de series cronológicas. Este método facilita conocer las causas de los movimientos experimentados en una serie de tiempo, y se conocen con el nombre de componentes, que son: las variaciones estacionales, la tendencia, la ciclicidad y la componente aleatoria. El modelo que relaciona estas componentes es el aditivo, pues corresponde al de mejor ajuste (Cansado, 1966; Wei, 1990; Willks, 1995; Freund, 1977).

Las variaciones estacionales: Dan los movimientos periódicos que se producen en el transcurso de un año. Su cálculo tiene dos fases:

- comprobar su existencia significativa
- estimar los patrones estacionales

La tendencia: Es el movimiento suave y continuo durante un período de tiempo por una causa mantenida. Para determinar la tendencia se parte de dos procedimientos:

- ajuste de una línea
- medias móviles

Las variaciones estacionales y la tendencia son movimientos determinísticos y se calculan de forma simultánea según el modelo supuesto aditivo, cuya estimación descansa en las técnicas de los mínimos cuadrados ordinarios, utilizándose los promedios de las medias móviles en la suavización de las series.

En el caso de la estacionalidad se da una metodología para, con el uso de modelos regresivos, detectar un cambio estable en el patrón estacional de esta variable, y las pruebas de hipótesis correspondientes. La componente estacional representa cambios a través de los años, pero en una forma lenta y progresiva, para lo que se utilizó la estación de Casablanca, que posee la serie de datos más larga.

La tendencia puede tener rupturas que responden a cambios reales en la misma o a que se recogen dos movimientos diferentes dentro de un ciclo. Para diferenciar estos dos fenómenos, e incluso para detectar la existencia de la ruptura en una variable con una desviación típica tan grande, también hace falta tener una longitud considerable en la serie de las observaciones. En el trabajo se dan diferentes pruebas para comprobar la posible presencia y/o ruptura de la tendencia incluyendo como más recomendable en este caso la prueba de Kendall Mann, discutiéndose sus limitaciones.

Las variaciones cíclicas o la ciclicidad son los movimientos oscilatorios que se producen en el transcurso del tiempo. La ciclicidad se obtiene por las curvas integrales de los coeficientes modulares: (CICM), $\sum K-1/Cv = \sum (f) t_{\text{años}}$, para conocer las variaciones aperiódicas y para las periódicas se analizan los gráficos de Periodogramas.

El procesamiento del análisis se realizó mediante: el paquete estadístico Statgraphic, versión 5.0 STSC and Statistical Graphic corporation 1985-1991, y el EXCEL sobre Window, donde se guardaron los bases de datos, además de varios paquetes estadísticos comerciales como el Sgwin y el Eviw.

3. Análisis de los resultados

3.1. Variaciones estacionales

Para conocer la significación de la estacionalidad o comportamiento de los valores mensuales dentro del año cronológico, se analizaron todos los pluviómetros y se obtuvieron una serie de gráficos de los que a manera de ejemplo sólo se presentan en el texto los de los pluviómetros Pr4 y Ch144, con las figuras de los periodogramas, los periodogramas integrados y el índice de estacionalidad (Figs. 1, 1a y 2, 2a). además de las componentes estacionales estimadas y residuales (Figs 3, 3a y 4, 4a).

Por análisis de las figuras, la estacionalidad resultó ser significativa, su distribución es bimodal, presenta un máximo primario en el mes de junio y otro secundario en septiembre, en la mayoría de los pluviómetros. Los valores mínimos se observan en los meses de enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre. En Pinar del río los meses de menor cantidad de lluvia resultaron diciembre y enero y en Matanzas no están uniforme, ya que los distintos pluviómetros, los valores mínimos se extienden hasta abril.

Existe una diferencia entre los pluviómetros situados cerca de la costa y los que se encuentran ubicados a 5 km. aproximadamente de ésta. Los situados cerca de la costa

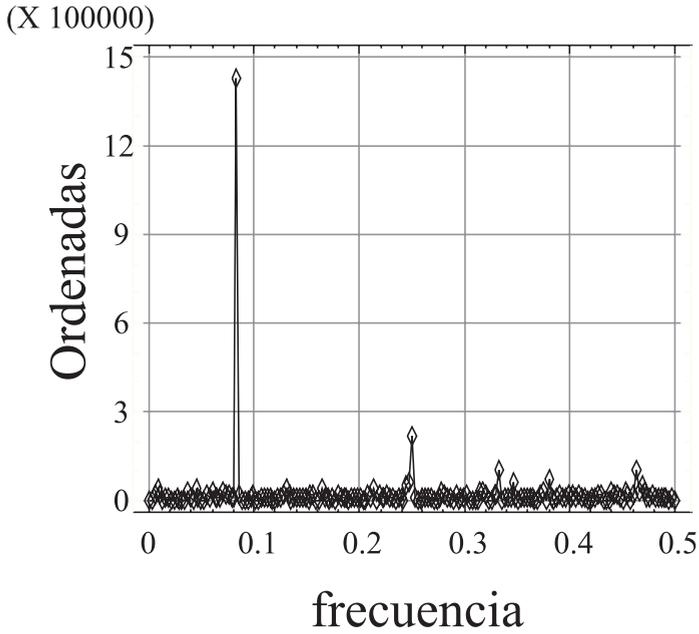


FIGURA 1. Periodograma para la lluvia. Pr4.

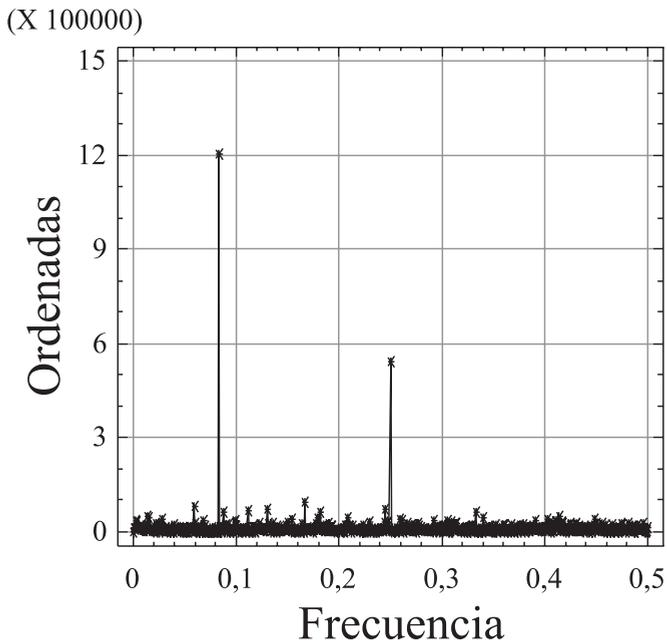


FIGURA 1a. Periodograma para la lluvia. Ch144.

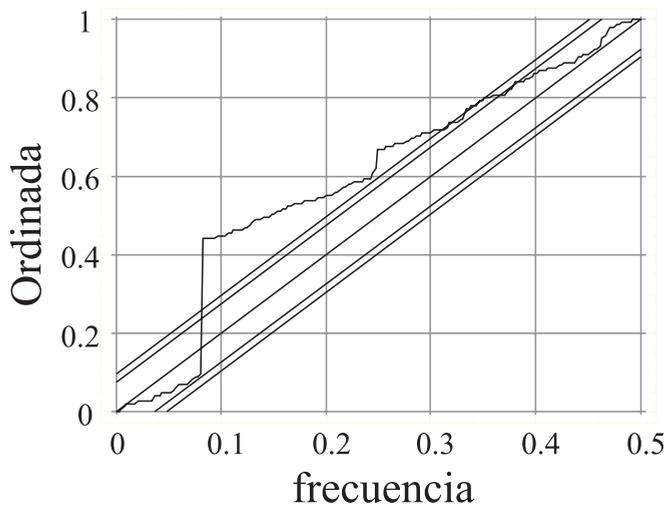


FIGURA 2. Periodograma Integrado para la lluvia. Pr4.

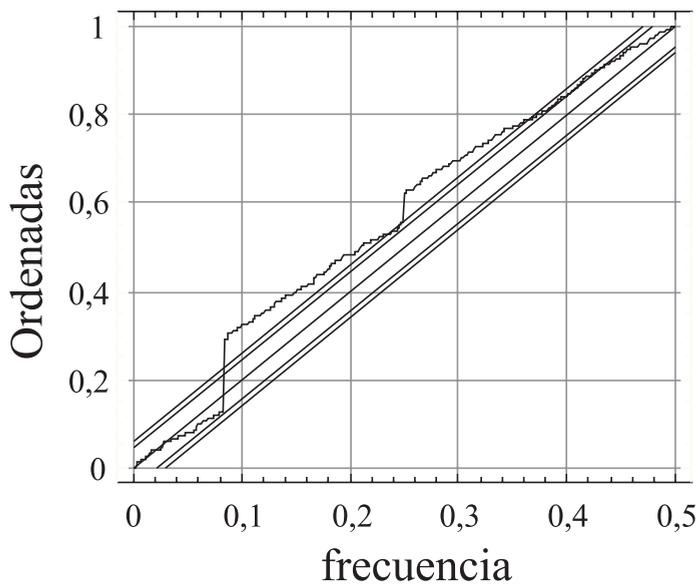


FIGURA 2a. Periodograma Integrado para la lluvia. Ch144.

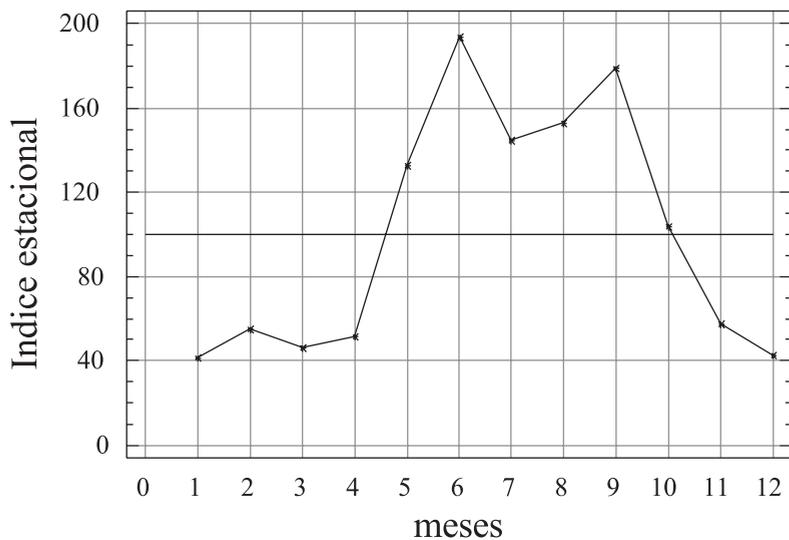


FIGURA 3. Índice estacional para la lluvia. Pr4.

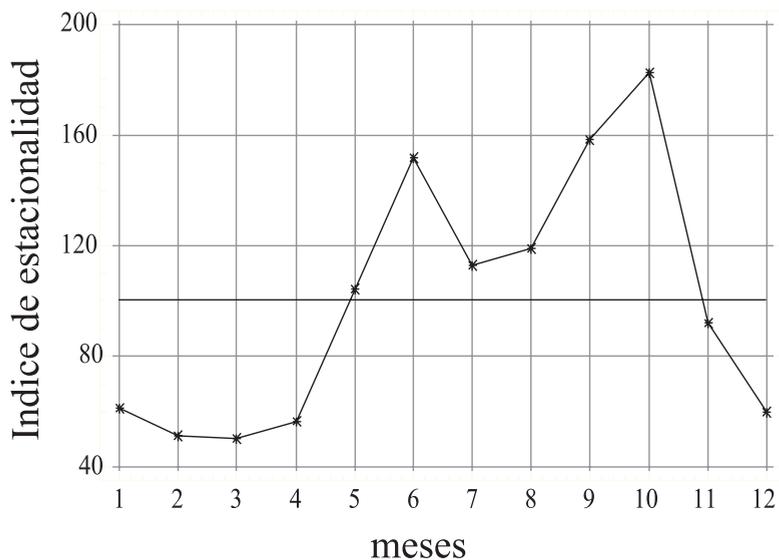


FIGURA 3a. Índice de estacionalidad para Ch144.

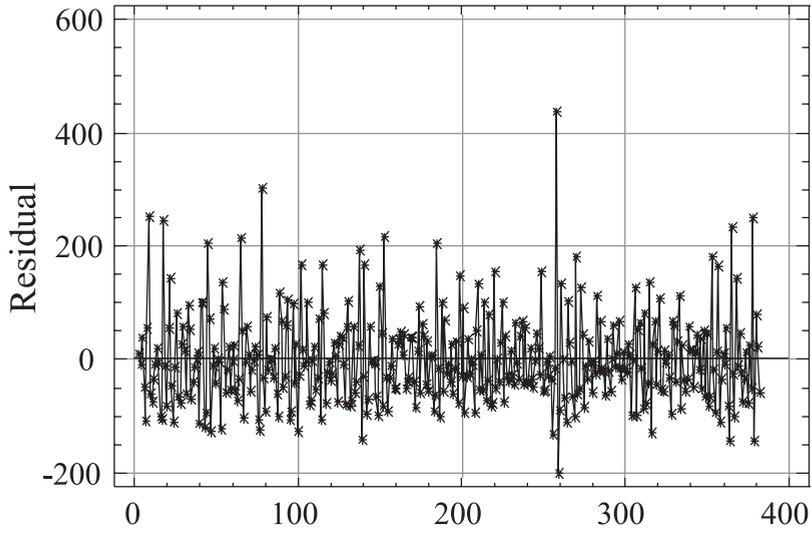


FIGURA 4. Residuales de la lluvia. Pr4.

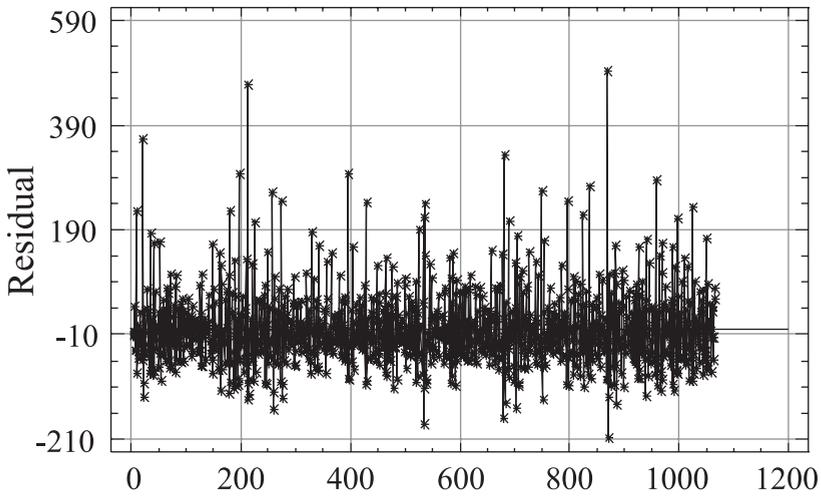


FIGURA 4a. Residuales de lluvia. Ch14.

presentan el máximo primario o principal en octubre y el secundario en junio. La causa de esta distribución de la lluvia es que hacia el interior la convección se acelera a partir de mayo, alcanzando la mayor intensidad en junio; no ocurre lo mismo cerca de la costa, ya que no es hasta octubre que los mares alcanzan su mayor temperatura y es más frecuente la presencia de nubes de lluvias.

Los valores mínimos se concentran en los meses de marzo y abril. Además la sequía intraestival, o sea la disminución de la lluvia en los meses de julio y agosto, presenta valores más bajos cerca de la costa que hacia el interior del territorio.

Existe una diferencia entre los pluviómetros situados cerca de la costa y los que se encuentran ubicados a 5 km. aproximadamente de ésta. Los situados cerca de la costa presentan el máximo primario o principal en octubre y el secundario en junio. La causa de esta distribución de la lluvia es que hacia el interior la convección se acelera a partir de mayo, alcanzando la mayor intensidad en junio; no ocurre lo mismo cerca de la costa, ya que no es hasta octubre que los mares alcanzan su mayor temperatura y es más frecuente la presencia de nubes de lluvias.

Los valores mínimos se concentran en los meses de marzo y abril. Además la sequía intraestival, o sea la disminución de la lluvia en los meses de julio y agosto, presenta valores más bajos cerca de la costa que hacia el interior del territorio.

3.2. Variabilidad

Como se puede observar en el ejemplo de las figs. 5 y 5a, la variabilidad es muy alta en los meses del período lluvioso, sobre todo en mayo, junio, julio y septiembre, y en algunos pluviómetros octubre y noviembre. En el período poco lluvioso la variabilidad disminuye desde diciembre a abril. No se detecta que sea sistemático que los valores mayores de variabilidad se acumulen ni en los primeros ni en los últimos años del período estudiado.

Por el análisis de los datos de la lluvia mensual en el período estudiado se evidenció que los valores de lluvia de los meses de febrero y marzo han aumentado en los últimos años con relación a su comportamiento normal. También destaca en los análisis de la variación estacional y de la tendencia que en los meses de junio, septiembre y octubre se dio una disminución.

Para darle explicación a este comportamiento de la lluvia, se consultó las condiciones atmosféricas que pudiesen haber influido en la lluvia en el período estudiado.

A partir de la información contenida en el «Resumen de temporada ciclónica», Departamento de Pronóstico, Instituto de Meteorología (ISMET) del Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), de Mapas Sinópticos, y material de archivo, se elaboró el cuadro 2. En él se observa que el período de estudio se presentó con poca actividad ciclónica, y que en el mes de octubre, a pesar del aumento del número de ciclones en la última década, éstos no pasaron de las categorías de depresión y tormenta tropical. En dos de ellos, las lluvias no sobrepasaron los 70 mm y en los restantes no alcanzaron los 170 mm, es decir, que en general la actividad ciclónica disminuyó su influencia sobre Cuba en el período 1961-1990.

Por el análisis de los gráficos de la tendencia de cada mes (ver ejemplos en las figs. 6 y 7), que se tratarán más detenidamente en el epígrafe siguiente, se supuso que había una estacionalidad dinámica con cambios de los índices de los meses de febrero y marzo, es decir, que estos meses parecen estar cambiando sus valores promedios.

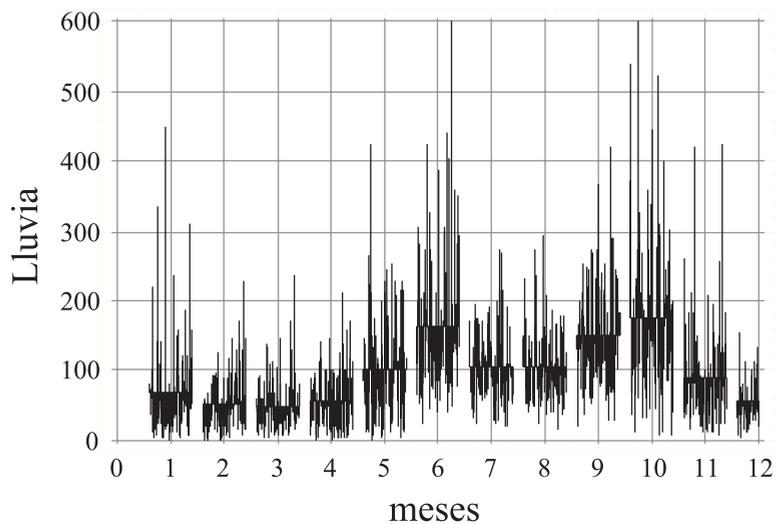


FIGURA 5. Variabilidad de la lluvia. Pr 4.

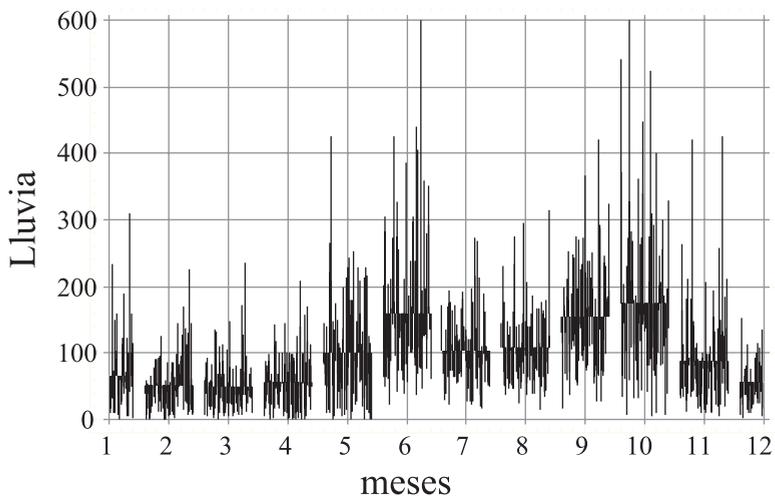


FIGURA 5a. Variabilidad de la lluvia. Ch144.

[Siguiete >>](#)